blickpunkt

Ausbilden für Industrie 4.0 2
Rolf Dobischat

thema

Industrie 4.0 – „Von der Software her denken“ 3
Georg Spöttl und Lars Windelband

Berufsbildung 4.0:
Berufsbildung im Zeitalter der großen Digitalisierung 7
Karl Wilbers

Handlungsempfehlungen Industrie 4.0 11
Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen
Barbara Löhr-Zeidler, Raphael Hörner und Joachim Heer

Virtuelle Lern- und Arbeitsumgebungen
im Bezugsfeld von Industrie 4.0 15
Bernd Zinn

Berufsbildung im Kontext der Digitalisierung der Arbeitswelt 18
Aktivitäten des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB)
Torben Padur und Gert Zinke

Digital ist besser zu begegnen 20
Netzkompetenz als zukunftsorientierte Querschnittskompetenz
für die Facharbeit
Jonas Gebhardt

Industrie 4.0 als Herausforderung
für die regionale Berufsschulentwicklung 23
Lernfabriken in Baden-Württemberg
Lars Windelband und Uwe Faßhauer

interview

Interview mit Herrn Manfred Schußmann 26
(KUKA AG Augsburg)

Interview mit Herrn Thomas Leubner 28
(Siemens AG München)

spektrum

Kompetenzen von formal Geringqualifizierten erfassen 30
Anforderungen an neue, innovative Kompetenzfeststellungsverfahren
Gunvald Herdin

Forschendes Lernen als Gestaltungselement im Projekt HumanTec
zur Professionalisierung betrieblichen Bildungspersonals 33
Anforderungen an neue, innovative Kompetenzfeststellungsverfahren
Ulrike Weyland, Wilhelm Koschel und Marisa Kaufhold

international

Internationale Forschungskooperationen am Beispiel des
Chinesisch-Deutschen Workshops zur Berufsbildungsforschung 37
Johannes Karl Schmees und Josef Rützel

Entwicklung der höheren Berufsbildung in China 41
Xiaodan Miao

magazin

Rezensionen 45
Vorschau • Impressum 48

Heftbetreuung:
Uwe Faßhauer und Lars Windelband

Ausbilden für Industrie 4.0

Der Diskurs über Reichweiten und Wirkungen von „Industrie 4.0" wird seit geraumer Zeit in der Öffentlichkeit heftig und kontrovers geführt. Mit der Chiffre „Industrie 4.0" ist im Kern die zunehmende „Digitalisierung" der Arbeitswelt gemeint, wobei die beobachtbaren Entwicklungsdynamiken vielstimmig sogar mit dem Etikett einer „vierten industriellen Revolution" versehen werden. Kann die Digitalisierung das Attribut des radikal-qualitativ Neuen zu Recht beanspruchen oder ist es nur ein inszenierter „Hype", ein aufgeregter Sensationsdiskurs, wie manche Kommentatoren das Geschehen bewerten? Digitalisierung meint allgemein Prozesse, die durch die Verknüpfung von automatisierten (autonomen) Abläufen Potenziale für effiziente Produktion, direktere Kundenbeziehungen, Individualisierung von Produkten und Dienstleistungen und Chancen bzw. Spielräume einer veränderten Arbeitsgestaltung eröffnen. Die daran geknüpften Zukunftsszenarien für Beschäftigung, Arbeitsmarkt und die Berufs- und Qualifikationsstrukturen lassen sich auf einem breiten Spektrum mit pessimistisch konnotierten Risikolagen einerseits und optimistischen Chancenprognosen andererseits verorten. Umso erstaunlicher ist es, dass dieser wissenschaftliche und politische Diskurs bislang noch ohne nennenswert belastbare Empirie auskommen muss, sodass das substanzielle Fundament an empirischen Befunden, das für eine tragfähige Debatte konstitutiv wäre, bislang noch brüchig und konturenlos ist. Die Debatte ist gegenwärtig durch verschiedene Szenarien gekennzeichnet. Während auf der einen Seite, stimuliert durch die Studie von Frey/Osborne (2013), mit der digitalen Substituierung von menschlicher Arbeit in vielen Berufen und Branchen und dort auf unterschiedlichen Qualifikationsstufen erhebliche Rationalisierungspotenziale erwartet werden, was zu deutlichen quantitativen und qualitativen Verwerfungen am Arbeitsmarkt, verbunden mit sinkendem Beschäftigungsniveau führt, prognostizieren andere Studien einen Zuwachs an Arbeitsplätzen im Kern der industriellen Beschäftigung. Wieder andere Modellrechnungen entdramatisieren die zugespitzten Situationsbeschreibungen, indem sie zwar in den modellierten Bilanzen Gewinner und Verlierer identifizieren, aber zugleich auch Ausgleichspotenziale zwischen den Gruppen annehmen. In dieser Gemengelage melden sich auch Vertreter der „alten These" der Qualifikationspolarisation zurück, die eine Entwicklung zwischen risikobehafteter Dequalifizierung und einem chancenreichen Qualifikations-Update diagnostizieren.

Trotz dieses Prognosegeflechts steht in der wissenschaftlichen und bildungspolitischen Diskussion gegenwärtig außer Zweifel, dass sich die bereits beobachtbaren wie auch erwarteten Wandlungsprozesse in den Anforderungen, Kompetenzmustern und Qualifikationsprofilen der Beschäftigten niederschlagen werden. Da dies mehr oder minder alle Ebenen in der bestehenden Berufs- und Qualifikationspyramide tangiert, wird das Postulat vom Lebenslangen Lernen künftig noch mehr seine generelle Relevanz für die individuelle Employability unterstreichen. Unbeantwortet bleiben jedoch die drängenden Fragen nach dem quantitativen Ausmaß, der generellen Dynamik der Veränderungen und den qualitativen Dimensionen der subjektiven Betroffenheit in der Differenzierung von beruflichen Tätigkeits- und Qualifikationssegmenten.

Wie sind die zweifellos hohen Zukunftsherausforderungen zu bewältigen, die sich schon in ersten Frühindikatoren abbilden? Ein Lernpfad zur Lösungsfindung weist in die Vergangenheit der 70er und 80er Jahre, als die Berufsausbildung vor der gewaltigen Aufgabe stand, die dritte „industrielle Revolution" durch die Einführung der IT-Technik berufsbildungspolitisch zu gestalten. Gelungen ist dies u. a. durch die dosierte Modernisierung und Renovierung von bestehenden Ausbildungsberufen sowie durch die Schaffung neuer Berufe im traditionellen Kernsegment der dualen Berufsausbildung. Durch den aktuellen Modernisierungsdruck der „digitalen Revolution" ist dieser Weg sicherlich erneut unausweichlich und das duale System besitzt nach wie vor ausreichend Potenzial, den Herausforderungen angemessen begegnen zu können. Es kann aber nicht darüber hinweg gesehen werden, dass mit der Umsetzung der digitalen Techniken in der Arbeitswelt spürbare und weiterreichende Konsequenzen für die Strukturen und Organisationsmuster beruflicher Aus- und Weiterbildungsprozesse und vor allem der industriellen Arbeitsbeziehungen entstehen werden. Dies betrifft vornehmlich den Aspekt der Gestaltung, Regulierung, Humanisierung von Arbeit, die Frage der Partizipation, der Datensicherheit, des Datenschutzes und letztlich der Arbeitszeit. Diese Aspekte müssen zukünftig viel stärker als bisher verbindlich, ja sogar zwingend Gegenstand in der Berufsausbildung sein. Gilt das bisher Gesagte im Kern für die formale Berufsausbildung innerhalb des Nukleus des traditionellen Facharbeiterniveaus, so stellt sich die Frage für diejenigen, die am Arbeitsmarkt unter dem Label „Geringqualifizierte" eine große Gruppe repräsentieren, umso deutlicher. Um deren Anschlussfähigkeit an den Arbeitsmarkt unter den Bedingungen von Industrie 4.0 sicherzustellen bzw. wiederherzustellen, aber auch deren Potenziale angesichts des vielbeschworenen Fachkräftebedarfs zu nutzen, bedarf es erheblicher Anstrengungen in der beruflichen Weiterbildung, wobei den Betrieben beim Zugang zum betrieblichen Lernen und bei der konkreten Lernunterstützung dieser Arbeitsmarktgruppe eine wichtige Funktion zukommt.

Prof. Dr. Rolf Dobischat
Universität Duisburg-Essen
Institut für Berufs- und Weiterbildung
rolf.dobischat@uni-due.de

Industrie 4.0 – „Von der Software her denken“

Abstract:
Die zunehmende Implementierung von Industrie 4.0 betrifft verstärkt die Fachkräfte im produzierenden Gewerbe. Eine der aktuellen Fragen ist, ob für die damit verbundenen Herausforderungen ein neues oder verändertes Berufskonzept erforderlich ist, um auch zukünftig die Aufgaben auf Facharbeitsebene mit hoher Qualität wahrnehmen zu können. Dieser Frage wird im Artikel nachgegangen.

Georg Spöttl und Lars Windelband

Die Diskussion um die Herausforderungen durch Industrie 4.0 wird begleitet von Feststellungen, dass bspw. „formale Qualifikationen nicht mehr das entscheidende Kriterium für ein zukunftssicheres Berufsbild“ (Rinne & Zimmermann 2016, S. 6) sind. Noch weitergehend werfen die Autoren die Frage auf, ob „sich die Arbeitswelt gänzlich von dem tradierten Konzept der ‚Berufe‘ löst.“ (ebd., S. 7). Plädiert wird hingegen für ein Aufgaben- und Tätigkeitskonzept (ebd.), das in einem allgemeinen Bündel von Kompetenzen mündet. Hierzu ist festzustellen, dass den Autoren vermutlich nicht bewusst ist, was sich hinter modernen Berufen verbirgt, und genannte Forderungen längst eingelöst sind. Darüber hinaus ist es mit dem Berufskonzept auch möglich auf die weitergehenden Anforderungen von Industrie 4.0 zu reagieren, sobald diese geklärt sind. Dazu leistet der Artikel einen Beitrag. Hintergrund dafür ist eine Studie für den bayrischen Arbeitgeberverband bayme vbm (2016), die von den Verfassern des Artikels durchgeführt wurde.

Methodisches Vorgehen

Die bayme vbm Studie (2016) in der Metall- und Elektroindustrie (M+E Industrie) ist auf ein Feld ausgerichtet, das bislang unzureichend untersucht wurde: die Implementierung von Industrie 4.0-Technologien in den Unternehmen und deren konkrete Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung in der Metall- und Elektroindustrie. Deshalb wurde die Untersuchung als qualitative empirische Erhebung durchgeführt. Es geht darum zu erschließen, welche Ziele und Absichten mit Blick auf Aus- und Weiterbildung vor dem Hintergrund der Entwicklungen hin zu Industrie 4.0 in Unternehmen verfolgt werden. Dabei standen folgende Fragestellungen im Mittelpunkt der Untersuchung (vgl. bayme vbm 2016, S. 21):

- Wie wirken sich die neuen technologischen Entwicklungen und Veränderungen in der Metall- und Elektroindustrie auf die zukünftige Facharbeit aus?
- Welche Auswirkungen hat die Einführung vernetzter und dynamischer Produktionsprozesse auf Qualifikations-, Kompetenz- und Berufsprofile?
- Welche Kompetenzen erfordert ein Arbeiten in hochautomatisierten, vernetzten Produktionssystemen?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein qualitatives, berufswissenschaftliches Instrumentarium eingesetzt. Dieses war darauf ausgerichtet, Einflüsse und Veränderungen auf der Shop-Floor-Ebene zu identifizieren, um damit die Grundlage zu schaffen, die Fragestellungen zu beantworten. Im ersten Schritt wurde eine Literaturanalyse durchgeführt, um den aktuellen Stand der Forschung in dem Bereich Industrie 4.0 zu analysieren. Im zweiten Schritt wurden Expertengespräche geführt, um Informationen über Veränderungen in der Produktion und zu erwartende Kompetenzveränderungen und -anforderungen zu bekommen. Parallel dazu fanden berufswissenschaftliche Einzelfallstudien in ausgewählten Unternehmen statt, um Schlussfolgerungen zu möglichen Umsetzungen von Industrie 4.0 in Unternehmen, zu Konsequenzen für die Arbeitswelt und zu veränderten Kompetenzanforderungen ziehen zu können. Diese Ergebnisse aus den ersten drei Erhebungsschritten wurden innerhalb von Experten-Workshops überprüft und verifiziert. Auf dieser Grundlage konnten berufliche Handlungsfelder definiert und konkrete Vorschläge für die Berufsbilder getroffen werden.

Industrie 4.0 – Technologieverständnis

Industrie 4.0 ist die Kombination physischer Komponenten (beispielsweise von einer Werkzeugmaschine) mit Rechnerleistung und dem Internet und baut dabei auf die Philosophie des Internet der Dinge auf. Dabei werden Alltagsgegenstände der physischen Welt mit der digitalen Welt verknüpft (vgl. Windelband & Dworschak 2015, S. 66). Industrie 4.0 kann als eine Konkretisierung des Internet der Dinge mittels Cyber-Physischer-Systeme (CPS) verstanden werden, die miteinander vernetzt werden.

Hier wird bereits deutlich, dass Industrie 4.0 durch einen umfassenden Vernetzungsgedanken gekennzeichnet ist: Die Vernetzungsintelligenz soll die gesamte Fabrik umfassen, wobei die intelligenten Maschinen die Fertigungsprozesse selbstständig organisieren sollen (vgl. Bauernhansel et al. 2014). Dafür müssen alle Produktions- und Logistikprozesse weltweit über das Internet verbunden werden, um den Materialfluss über die gesamte Wertschöpfungskette in einem bisher nicht praktizierten Maße zu vernetzen. Basis für Industrie 4.0 ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch eine Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Akteure, dies sowohl innerhalb der Unternehmen und auch außerhalb hin zu allen Zulieferern, Lieferanten und Kunden. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen (vgl. Plattform Industrie 4.0 2013).

Implementierungsstatus von Industrie 4.0

Es stell sich die Frage, wie weit die Unternehmen auf dem Weg hin zu Industrie 4.0 sind. Viele Forschungsprojekte zu Industrie 4.0 sind in Deutschland gerade erst gestartet, deshalb ist eine generelle Aussage zum aktuellen Zeitpunkt über alle Branchen hinweg sehr schwierig.

Um die Diffusionstiefe von Industrie 4.0 und damit die Verbreitung in den Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie einschätzen zu können, haben die Autoren ein Bewertungsinstrument entwickelt. Dieses beinhaltet sieben Technologiedimensionen von der Sensorik /Aktorik (Vernetzung CPS), Vernetzung (gesamte Wertschöpfungskette), Funktechnik (Kommunikation), Big-Data (Datenanalyse), Cloud Computing (Datenspeicherung, Datengeschwindigkeit), Arbeitsplatzintelligenz CPS (Anteil Mensch-Technik) bis zur Datensicherheit (Datenhoheit). Diese Dimensionen wurden jeweils von Experten innerhalb von Experten-Workshops mit Blick auf die Diffusionstiefe von Industrie 4.0 in Unternehmen bewertet. Bei dem aufgenommenen Ergebnis (vgl. Abbildung 1) handelt es sich um den Mittelwert aller Experten. Damit wird ein Referenzsystem geschaffen, das eine eindeutige Charakterisierung zulässt, was die Entwicklungsstufen hin zu Industrie 4.0 bezogen auf die Technologiedimensionen ausmacht (vgl. Bayme vbm et al. 2016). Das Ergebnis in Abbildung 1 stellt also die Implementierungstiefe von Industrie 4.0 nach Einschätzung der Experten dar.

Aus der Abbildung ist auch zu erkennen, dass die höchste Ausprägungsstufe die Sensorik/Aktorik erreicht hat. D. h., die Verständigung der CPS über digitale Kommunikationseinrichtungen erfolgt bereits vernetzt innerhalb der Wertschöpfungskette und ist hoch relevant für die Facharbeitsebene. Eine geringe Bewertung erfolgte für die Dimension Cloud Computing; hier wurde die Ausprägungsstufe 2 zugeordnet. Die Datenspeicherung erfolgt vorwiegend unternehmensbezogen. Niedrig wurden auch die Funktechnik und die Arbeitsplatzintelligenz bewertet. Bei der Arbeitsplatzintelligenz könnte die Ursache für die niedrige Bewertung sein, dass diese bisher erst in ersten Ansätzen etabliert wurde.

Die Ausführungen verdeutlichen, dass sich die Unternehmen immer mehr mit Industrie 4.0-Technologien beschäftigen, jedoch die Entwicklungsstufen in den einzelnen Dimensionen sehr unterschiedlich sind. Es wird deutlich, dass es für die Unternehmen eine große Herausforderung ist, eine komplette Vernetzung über die gesamte Wertschöpfungskette von den Zulieferern bis hin zum Kunden herzustellen. Die Schnittstellenproblematik nach innen und außen durch die unterschiedlichen Datenformate und -systeme sowie die Datensicherheit spielen eine große Rolle bei der Umsetzung von Industrie 4.0-Technologien in den Unternehmen und werden aufgrund der hohen Relevanz für eine funktionierende Produktion vorsichtig vorangetrieben.

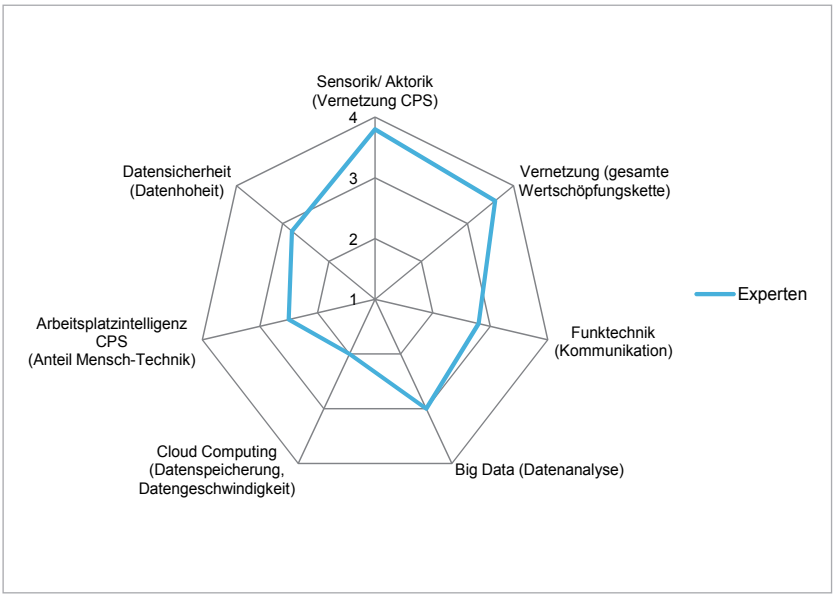

Abbildung 1: Diffusionsstufen der Technologien – Experteneinschätzung
Quelle: Bayme vbm et al. 2016, S. 59

Fachkräftesituation – Beschäftigungssituation

Die Entwicklung von Industrie 4.0 mit Blick auf die Digitalisierung und deren Wirkungen auf die Beschäftigten wurde in den vergangenen Jahren vielfach und mit verschiedenen Zielrichtungen untersucht. Die unterschiedlichen Studien sehr unterschiedlicher Organisationen zeigen, dass beim derzeitigen Stand der Umsetzung von der Industrie 4.0 die Entwicklungen des Fachkräftebedarfs noch nicht zuverlässig festgestellt werden können. Allen Studien ist gemeinsam, dass Beschäftigungsmöglichkeiten für gering qualifizierte Mitarbeiter im Zuge der Etablierung von Industrie 4.0 zurückgehen werden. Bei ausgebildeten Facharbeitern und akademisch qualifizierten Mitarbeitern wird ein höherer Bedarf der Unternehmen prognostiziert.

Aus den eigenen Erhebungen lassen sich folgende tendenzielle Aussagen zum zukünftigen Fachkräftebedarf zusammenfassen (Bayme vbm et al. 2016, S. 44):

1. Trend A: Unternehmen ohne „Industrie 4.0"
   Keine Veränderungen in der direkten Produktion, jedoch in der indirekten (z. B. Stellen für Implementierung von Industrie 4.0).
2. Trend B: Unternehmen mit geringer „Industrie 4.0-Dichte"
   Stagnation bis leichtes Anwachsen bei den hoch qualifizierten Facharbeitern und merklicher Produktivitätszuwachs.
3. Trend C: Unternehmen mit hoher „Industrie 4.0-Dichte"
   Zunahme der oberen Qualifikationsebene um 20 Prozent bis 30 Prozent (gut qualifizierte Facharbeiter, Meister, Techniker, …).
   (Weitgehender) Abbau der Geringqualifizierten (An- und Ungelernte).

Es lässt sich der Schluss ziehen, dass Facharbeitern mit einer auf Industrie 4.0 ausgerichteten hochwertigen Aus- und Weiterbildung sehr gute Beschäftigungs- und Karrierechancen eingeräumt werden. Dies widerspricht den Aussagen, die den Facharbeiter aufgrund der Entwicklungen hin zu Industrie 4.0 in Gefahr sehen. Allerdings konkurriert diese Gruppe bei Planungsaufgaben und konzeptionellen Aufgaben mit akademisch ausgebildeten Personen. Bei anderen Aufgaben hingegen, wie Fehlersuche und -behebung, Inbetriebnahme, Einstell- und Rüstarbeiten und Warten und Instandhalten sind Fachkräfte mit einer metall- oder elektrotechnischen Berufsausbildung, ausgerichtet auf die softwarebasierte Vernetzung auf dem Hallenboden, unabkömmlich und erfreuen sich vor allem dann besonders hoher Wertschätzung, wenn sie auch noch drei bis vier Jahre Berufserfahrung aufweisen. Letzterem wird gerade für den Betrieb hoch komplexer Anlagen große Bedeutung beigemessen. Spätestens ab der Inbetriebnahme von Anlagen sind es Fachkräfte mit einer Berufsausbildung, die den kontinuierlichen Anlagenbetrieb sicherstellen, vorausgesetzt, sie haben bereits gelernt, „von der Software her zu denken" (Bayme vbm et al. 2016, S. 44).

Die Aussagen zu einer Verschlechterung der Beschäftigungschancen für An- und Ungelernte sind identisch zu den anderen wissenschaftlichen Studien. Diese Gruppe verfügt nicht über die Kompetenzen, die an komplexen Hightech-Anlagen benötigt werden. Diese Zielgruppe, die je nach Region und Branche 15 bis 20 Prozent der Beschäftigten im produzierenden Gewerbe in der Metall- und Elektroindustrie ausmacht, scheint im Moment als Verlierer der Entwicklungen von Industrie 4.0 zu gelten.

Kompetenzfelder – Argumente für eine prozessorientierte, vernetzte Ausbildung und Notwendigkeit des Facharbeiters

Die Einschätzungen zu der Frage, welches Qualifizierungs- bzw. Kompetenzniveau Fachkräfte in der Produktion zum Arbeiten mit digitalisierten Anlagen benötigen und wie die Qualifizierung und Kompetenzentwicklung inhaltlich ausgerichtet werden soll, gehen meist weit auseinander. Folgende Argumentationslinien konnten die Autoren in ihrer Studie identifizieren (Bayme vbm et al. 2016, S. 85 f.):

- Argumentationslinie 1: Generalisten sind nicht ausreichend qualifiziert, um wenigstens bis zu 80 Prozent der Störungen an Anlagen beseitigen zu können. Gefordert wird eine breite und grundlegende Erstausbildung; danach eine mehrjährige Betriebszugehörigkeit und Weiterbildung zum Spezialisten (z. B. als Techniker).
- Argumentationslinie 2: Qualifizierung von Spezialisten mit besonderen IT-Kenntnissen und nach der Erstausbildung eine stetige Weiterbildung (fachlich, methodisch, kommunikativ, sozial…), z. B. zu Meister_innen und Techniker_innen.
- Argumentationslinie 3: Das Anforderungsniveau ist in der Produktion sehr hoch und sehr breit. Die vielfältigen Aufgaben können von Einzelpersonen oder Generalisten nicht mehr wahrgenommen werden. Eine Lösung wäre ein verstärktes Arbeiten im Team mit jeweiligen Spezialisten (Techniker_in & Berufserfahrung).
- Argumentationslinie 4: Alle Aufgaben, vor allem Service, Wartung und Reparatur, werden von den Softwareaufgaben her strukturiert. Um diesen softwaretechnischen Zugang zu Anlagen sicher zu stellen, sind hoch qualifizierte Fachkräfte und Techniker_innen nötig.

Deutlich zu erkennen ist der Weg zu einer höheren Spezialisierung bei einer breiten grundlegenden Ausbildung. Die Bedeutung des betrieblichen Erfahrungswissens nach einer gewissen Berufspraxis und ein neues Denken und Handeln von der Software her werden besonders betont. Dabei wird eine scharfe Differenzierung zwischen Mechanik und Elektrik nicht mehr betrieben. Ablesbar ist daraus der zunehmend enger werdende Zusammenhang von technologischen Einheiten wie CPS und Arbeitsorganisationsstrukturen zur Optimierung der Wertschöpfungskette.

Um konkrete Anhaltspunkte für eine Überarbeitung und Veränderung von Ordnungsmitteln für die berufliche Erstausbildung und der Schwerpunkte für die Weiterbildung zu bekommen, wurden die relevanten Erkenntnisse aus den Erhebungen und den Diskussionen mit Experten zu domänenbezogenen Kompetenzbeschreibungen für Industrie 4.0 zusammengefasst. Diese sind im Einzelnen (Bayme vbm et al. 2016, S. 88 ff.):

- Produktionsnetzwerke und -systeme analysieren, überwachen, optimieren und erweitern,
- IT-gestützte Assistenz- und Diagnosesysteme anwenden und mitgestalten,