



Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0 – eine Herausforderung für die wissenschaftliche Weiterbildung

Annika Fünfhaus, Marcelina Bugaj, Ernst A. Hartmann

Annika Fünfhaus, Marcelina Bugaj, Ernst A. Hartmann

Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0 – eine Herausforderung für die wissenschaftliche Weiterbildung

Einleitung

Im Zuge der als Industrie 4.0 bezeichneten Verzahnung von Produktionsprozessen mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik werden industrielle Produktionssysteme künftig zunehmend in der Lage sein, sich weitestgehend selbstständig zu steuern und zu optimieren. Mithilfe intelligenter, digital vernetzter Systeme wird die direkte Kommunikation und Kooperation zwischen Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkten möglich. (vgl. Plattform Industrie 4.0 2018) Dies hat Auswirkungen auf Wertschöpfungsprozesse, Arbeitsorganisationsformen und in der Konsequenz auch auf Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen. Die Fragen nach den Veränderungen, die auf Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Kunden sowie die Aus- und Weiterbildung zukommen, werden im wissenschaftlichen Diskurs bereits breit diskutiert.

In Bezug auf die Entwicklung von Arbeitsorganisationsformen und die Rolle der menschlichen Arbeitskraft dominieren in der wissenschaftlichen Diskussion zwei Szenarien: Zum einen eine polarisierte Organisationsform (auch „Growing Gap“¹ oder „Automatisierungsszenario“² genannt), in der die Erhöhung automatisierter Prozesse zu einer größeren Kluft zwischen hochqualifizierten Experten und technischen Spezialisten mit hoher Entscheidungskompetenz auf der einen Ebene und geringer qualifizierten ausführenden Beschäftigten auf der anderen Ebene führt. (vgl. Hirsch-Kreinsen 2015: 94) Zum anderen das arbeitsorganisatorische Muster der Schwarm-Organisation (auch „General Upgrade“³ oder Werkzeugszenario⁴), bei dem ein Arbeitsteam locker vernetzt, qualifiziert und gleichberechtigt zusammenarbeitet und einzelne Beschäftigte keine fest definierten Aufgaben mehr ausführen, sondern im Arbeitsteam im hochgradig automatisierten Produktionssystem selbstgesteuert und situationsbestimmt handeln. Hohe Anforderungen

werden in diesem Szenario an die Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit der Beschäftigten sowie ihre Lernfähigkeit im Prozess gestellt. (vgl. Hirsch-Kreinsen 2015: 94)

Obgleich ungewiss ist, welche Arbeitsorganisation und -formen sich durchsetzen werden (vgl. Hartmann, E. A. & Wischmann 2018: 243), zeichnet sich eine Tendenz zu einer Aufwertung von Qualifikationen ab. Eine umso wichtigere Grundlage für eine erfolgreiche Industrie 4.0-Transformation bilden gut ausgebildete Fach- und Führungskräfte, für die Bildungsangebote an veränderte Anforderungen angepasst werden müssen.

Gleichzeitig stellt die konkrete Ausgestaltung der Arbeitsorganisation in den Unternehmen eine zentrale Herausforderung für die Umsetzung von Industrie 4.0 dar. Die spezifischen Arbeitsinhalte und Arbeitsbedingungen – die Qualität der Arbeit – ebenso wie die qualitativen und quantitativen Qualifikationsbedarfe werden im Kern davon abhängen, welches der beiden oben beschriebenen Organisationsszenarien sich wie weit durchsetzt. Diese Einführung und Diffusion von Arbeitsorganisationsmodellen verläuft nicht quasi naturgesetzlich, sondern unterliegt unternehmerischen Entscheidungen und hängt ab vom Wissen über Modelle und Methoden der Arbeitssystemgestaltung, speziell unter Bedingungen der Technologien der Industrie 4.0. Deshalb liegt in der Weiterbildung der betrieblichen Experten für Technologiemanagement und Arbeitssystemgestaltung eine besondere Herausforderung, gerade für die wissenschaftliche Weiterbildung. (vgl. Hartmann, E. A. 2015; Kärcher 2015)

Vor diesem Hintergrund befasst sich diese iit perspektive zunächst mit der Frage, welche Kompetenz- und Qualifikationsbedarfe sich aus den veränderten Anforderungen durch Industrie 4.0 ergeben. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse einer Datenbankauswertung zu Angeboten passender wissenschaft-

1 Pfeiffer et al. 2016: 82

2 Wischmann & Hartmann, E. A. 2018: 2

3 Pfeiffer et al. 2016: 82

4 Wischmann & Hartmann, E. A. 2018: 2

licher Weiterbildungen vorgestellt und diskutiert. Ein besonderer Akzent der Analyse liegt auf der Frage nach vorhandenen Möglichkeiten zur Weiterbildung zu spezifischen Konzepten und Methoden der Arbeitssystemgestaltung.

Kompetenzanforderungen

Angesichts der im Kontext von Industrie 4.0 prognostizierten Veränderungen der Arbeitswelt wurden zahlreiche Studien (z. B. Wischmann & Hartmann, E. A. 2018; Hartmann, F. 2017; Pfeiffer et al. 2016; Spöttl et al. 2016) zu neuen Kompetenzanforderungen für Beschäftigte hervorgebracht. Dazu stellt sich auch die Frage, wie sich die Arbeitsorganisation und Arbeitsaufgaben verändern beziehungsweise gestaltet werden sollen. (vgl. Wischmann & Hartmann, E. A. 2018)

Die Kompetenzbedarfe, die im Folgenden dargestellt werden, orientieren sich an der im Auftrag des VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau durchgeführten Studie von Pfeiffer et al. (2016), die anhand qualitativer und quantitativer Erhebungen bezogen auf verschiedene Industrie-4.0-Technologien Qualifikations- und Kompetenzanforderungen ableitet. Pfeiffer et al. unterscheiden zwischen fachlichen Anforderungen und Querkompetenzen, da diese „Unterscheidung [...] nicht den in der Bildungsdebatte üblichen Differenzierungen von fachlich-inhaltlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen, sondern der empirisch fundierten Enge zu Industrie 4.0 versus allgemein notwendiger werdenden, dazu quer liegenden Fähigkeiten“ (2016: 93, s. Tabelle 1) folgt. Die Aussagen der befragten Beschäftigten zeigten, dass bei Vernetzungs- und Innovationsthemen Fachliches und Überfachliches nicht eindeutig voneinander trennbar ist. (vgl. ebd.) „Ob es sich hierbei um ein

Übergangsphänomen handelt oder ob die bisher tragenden bildungspolitischen Unterscheidungen angesichts der neuen Entwicklungen an ihre Grenzen stoßen, wird sich möglicherweise erst in den kommenden Jahren beantworten lassen.“(ebd.)

Eine besondere Herausforderung angesichts der Transformation zur Industrie 4.0 besteht darin, Arbeitssysteme zu gestalten, denn die technologischen Entwicklungen und Möglichkeiten der Industrie 4.0 werden Arbeitssysteme und Anforderungen an Arbeit unzweifelhaft verändern. Da „Anforderungen an Arbeit nicht direkt und unmittelbar technologischen Entwicklungen folgen [...] ist [Arbeit] im Zusammenhang mit der Entwicklung und Einführung neuer Technologien gestaltbar“. (Hartmann, F. 2017:19) Daher soll der Schwerpunkt dieser Abhandlung in Ergänzung zu den bisherigen Kompetenzanforderungen um eine gestaltungsorientierte Perspektive erweitert werden. (vgl. Hartmann, E.A. 2015; Kärcher 2015) Es soll im Folgenden von drei Wissenssebenen ausgegangen werden:

- ▶ Spezifische arbeitswissenschaftliche Konzepte und Methoden zur Gestaltung von Arbeitssystemen mit hohen Anteilen geistiger Arbeit
- ▶ Betriebliches Innovationsmanagement im Kontext von Industrie 4.0
- ▶ Orientierungswissen zu den wesentlichsten Technologien der Industrie 4.0

Im nächsten Kapitel wird im Genaueren auf die drei Ebenen eingegangen und es werden die von Pfeiffer et al. bereits ermittelten Bedarfe diesen Ebenen zugeordnet.

Fachliche Anforderungen	Querkompetenzen
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Web 2.0/Mobile Geräte ▶ Cyber-Physical-Systems/Internet of Things ▶ Additive Verfahren ▶ Robotik ▶ Wearables und Augmentation 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Datenschutz/Privacy ▶ Umgang mit Big Data ▶ Interdisziplinäre Zusammenarbeit ▶ Gestaltung von Innovation

Tabelle 1: Kompetenzbedarfskategorien laut Pfeiffer et al. (2016)

Orientierungswissen zu den wesentlichsten Technologien der Industrie 4.0

Mit der Implementierung von Industrie 4.0 stellt sich zunächst die Herausforderung der Wissensverfügbarkeit zu den grundlegenden Inhalten von Industrie 4.0. Es kann vermutet werden, dass durch den Einsatz neuer und innovativer Technologien von vielen mit Industrie 4.0 in Berührung kommenden Personen eine Qualifikationsaufwertung gefordert wird. (vgl. Hartmann, E. A. & Wischmann 2018: 243) In der vom VDMA durchgeführten empirischen Analyse diskutieren Pfeiffer et al. folgende fachlichen Kompetenzanforderungen ausgehend von den Bedarfen, die für den Anlagen- und Maschinenbau relevant sind und dessen Qualifizierungsanforderungen technologischer Natur sind.

Web 2.0/Mobile Geräte

Der Einsatz neuer Webtools, Apps und mobiler Geräte wie Tablets und Smartphones in produktionsrelevanten Steuerungsprozessen erfordert laut Pfeiffer et al. einfache Anpassungslernprozesse. Mit den meisten Technologien seien die Beschäftigten durch private Nutzungsgelegenheiten bereits vertraut, sodass die Bedienung intuitiv sei und nur noch die Übertragung in den Betriebsalltag vorgenommen werden müsse. Hinzu komme, dass die Beschäftigten im Arbeitsalltag bereits mit anspruchsvolleren Systemen umgehen, sodass für das Erlernen und den Einsatz neuer Medien ein deutlich kleinerer Aufwand erwartet werde. Eine Herausforderung stelle hingegen der verantwortungsbewusste Umgang mit den neuen Technologien und den dadurch gewonnenen Handlungsfreiheiten dar, für die eine spezifische Medienkompetenz erforderlich sei. Die oftmals anzutreffende Einschätzung, dass notwendige Kenntnisse besonders bei der jüngeren Generation bereits vorlägen, führe zu unbemerkten Qualifizierungsdefiziten, die durch Professionalisierungsaktivitäten auszugleichen seien. Ein besonderer Bedarf ergäbe sich zudem im Bereich der sozialen Kompetenzen in Bezug auf die Übernahme von Verantwortung bei der Selbstorganisation von Gruppen. Hier seien insbesondere die Führungskräfte in Bezug auf entsprechende Kommunikations- und Verfahrensweisen zu schulen.

Pfeiffer et al. stellen fest, dass es sich bei den Themen Web 2.0 und mobile Geräte eher um einen Nachholbedarf als um eine fachliche Qualifizierungsaufgabe für die Aus- und Weiterbildung seitens der Unternehmen handelt. (vgl. 2016: 94)

Cyber-Physical-Systems/Internet of Things (CPS/IoT)

Mit den Begriffen Cyber-Physical-Systems (CPS) und Internet of Things (IoT) wird die digitale Vernetzung von virtuellen und physischen Systemen bezeichnet. Für den Aufbau einer CPS-Struktur, so Pfeiffer et al., richte sich der Bedarf an ein zuneh-

mendes IT-Wissen für die einfache Bedienung bis hin zur Modellierung und Administration komplexer IT-Architekturen. Auf der Ebene der Fertigungsprozesse erhöhe sich der Anteil von Programmierleistungen im Vergleich zu handwerklichen Tätigkeiten. Somit stiege der Anspruch an geistiger Arbeit. Neben reinem IT-Wissen würden durch die unmittelbare Zusammenarbeit mit Beschäftigten verschiedener Disziplinen sowie mit externen Partnern, von denen Systeme eingekauft werden, intern implementiert und gepflegt werden, steigende Anforderungen an soziale Kompetenzen sowie an ein umfassendes Prozess- und Produktverständnis der Mitarbeiter gestellt. Für eine reibungslose Funktionalität seien eine enge Kooperation auf mehreren Ebenen und damit ein disziplinen-, bereichs- und domänenübergreifendes Schnittstellenmanagement unumgänglich. Eine besondere Herausforderung sei dabei die Übertragung von mechanisch-stofflichen Anforderungen von Maschinen in die IT-Sprache und umgekehrt darzustellen. Dies erfordere spezielle Übersetzungs- und Vermittlungskompetenzen bei den Mitarbeitern. Wichtig sei im Rahmen der Qualifizierung daher ein angemessener Grad an Spezialisierung bei gleichzeitiger Gestaltung breiter Kompetenzprofile, die die Verbindung zwischen verschiedenen Fachdomänen herstellen. (vgl. a.a.O.: 98f.)

Pfeiffer et al. (2016: 100) identifizieren zudem den Bedarf der Verschränkung produktionstechnologischer Kernkompetenzen mit neuen Anforderungen des Arbeitens und Entscheidens in komplex vernetzten Strukturen. Vor dem Hintergrund vielschichtiger werdender Gesamtsysteme sei es wichtig zu lernen, mit dieser Komplexität umzugehen und innerhalb vernetzter Prozesse Entscheidungen zu treffen.

Additive Verfahren

Anders als im Falle der veränderten Kompetenzanforderungen durch den Einsatz von CPS/IoT wird in der Einführung von additiven Verfahren (generativen Fertigungsverfahren) wie dem 3D-Druck noch keine Herausforderung für die Aus- und Weiterbildung erkannt. Ähnlich der Einschätzung zum Umgang mit Web-2.0-Technologien sei die Bedienkompetenz für additive Verfahren durch Erfahrungen mit computergestützter Produktion, auch im Falle technologisch neuer Verarbeitungsprozesse für optimierte Produktionsabfolgen, in den meisten Bereichen bei den Fachkräften bereits ausgeprägt (vgl. a.a.O.: 102).

Die Autoren prognostizieren, dass die Kompetenzanforderungen im Bereich des 3D-Drucks im Maschinen- und Anlagenbau davon abhängen werden, inwieweit diese Technologie tatsächlich umsetzbar sei und genutzt werde. Sie gehen zum jetzigen Standpunkt von der Annahme aus, dass sich der 3D-Druck auf den Prototypenbau und die Produktion kleinerer, nichtmetallischer Ersatzteile begrenzen werde.

Erst ein erweiterter Einsatz werde Anforderungen an höhere Kompetenzen erschließen. (vgl. Richter & Wischmann 2016: S.17ff.)

Robotik

Die Robotik „beschäftigt sich mit dem Entwurf, der Gestaltung, der Steuerung, der Produktion und dem Betrieb von Robotern, z. B. von Industrie- oder Servicerobotern.“ (Gabler Wirtschaftslexikon 2018)

Für den Einsatz von Robotik stellen Pfeiffer et al. in ihren Erhebungen ebenfalls fest, dass es aktuell noch keinen Bedarf an neuen Kompetenzen wie beispielsweise der Programmierung von Robotern gebe. Dies wird damit begründet, dass es sich bei Robotik um eine Handlungstechnik handelt, mit der längst umgegangen wird. Die Techniker und Programmierer brächten dank ihrer bereits vorhandenen Kompetenzen ergänzt durch Schulungen der Produkthersteller für derzeitige Anforderungen bereits gute Voraussetzungen für das Lernen im Arbeitsprozess ein. Erst im Falle einer gesteigerten intelligenten und autonomen Handlungsfähigkeit der Maschinen werde es einen Bedarf an neuen Kompetenzen geben, zum Beispiel für das Thema selbstlernende Systeme. Ein neuer Roboter müsse dann vom Beschäftigten neu angeleitet, umgestellt und eingerichtet werden. (vgl. Pfeiffer et al. 2016: 103)

Wearables und Augmentation

Als letzten Punkt im Kontext Orientierungswissen zu den wesentlichsten Technologien der Industrie 4.0 lassen sich die Themen Wearables und Augmentation identifizieren. Dabei handelt es sich z. B. um den Einsatz von Datenbrillen und smarten Handschuhen, über die unter anderem Fernanleitungen von Mitarbeitern bei Reparatur- und Wartungsarbeiten beim Kunden möglich werden. Die qualitativen Befragungen zeigen, dass die Anwendung von Wearables und Augmentation auf wenig Akzeptanz stößt, weil vor dem Hintergrund der Komplexität der eigenen Arbeitsprozesse Skepsis in Bezug auf die Möglichkeit der Abbildung des beim Problemlösen notwendigen Erfahrungswissens und intuitiven Handelns in solchen Technologien vorherrsche. (Pfeiffer et al. 2016:100ff.) Mit Implementierung von Industrie 4.0 wird der Einsatz von Wearables und Augmentation unumgänglich. Eine sinnvolle Nutzung dieser Elemente verlangt spezifische Qualifikationen.

Betriebliches Innovationsmanagement im Kontext von Industrie 4.0

In der Darstellung der fachlichen Anforderungen klang bereits an, dass diese nicht unbedingt immer eindeutig von überfach-

lichen Anforderungen zu trennen seien, wie im Beispiel Web 2.0/Mobile Geräte, bei dem der Einsatz der neuen Technologie Auswirkungen auf soziale Kompetenzbedarfe hat. Pfeiffer et al. nennen diese überfachlichen Kompetenzen Querkompetenzen (s. Tabelle 1), die nicht nur im Kontext von Industrie 4.0, sondern bedingt durch die neuen Möglichkeiten digitaler Technologien in allen Bereichen für die Gestaltung von Innovationen notwendiger werden. (vgl. Pfeiffer 2016: 93) Es geht weniger um technische Kompetenzen, sondern um Kompetenzen zur innovationsfördernden Nutzung von Technologien. Hierbei spielt der Umgang mit Informationen und insbesondere sensiblen Daten eine essenzielle Rolle, aber auch die bereichs- und hierarchieübergreifende Team- und Projektarbeit. Daraus lassen sich zahlreiche Kompetenzanforderungen an die Beschäftigten aller Bereiche ableiten.

Datenschutz, Privacy und Cybersecurity

Pfeiffer et al. (2016) fassen zum Thema Datenschutz und Privacy zusammen, dass künftig erhöhte Anforderungen an alle Beschäftigten im sicherheitsbewussten Umgang mit Daten gestellt werden und damit eine größere Verantwortung auf sie zukommt. Dabei handele es sich sowohl um persönliche, unternehmensinterne als auch kundenseitige Daten. Es wird unterschieden zwischen einerseits klassischen IT- und Netzwerkthemen wie Rechte- und Rollenvergaben, Entscheidungen über Zugangswerte, und IT-Infrastrukturen wie der Verwendung von Cloud-Lösungen andererseits. Dem werden andererseits die wichtigen Rollen der Firmengeheimnisse und der sensible Umgang mit innovations- und wettbewerbsrelevantem Wissen gegenübergestellt. Während insbesondere für ältere Beschäftigte ein Bedarf an Nutzungskompetenz in Bezug auf Bedienung und Usability-Verständnis geäußert wird, besteht laut Pfeiffer et al. über alle Generationen hinweg der Bedarf an Aufklärung zu Sicherheitsfragen und Risiken beim Umgang mit Daten. Besondere Bedeutung erlange im Kontext der Industrie 4.0 die Frage, wie nicht nur im Unternehmen, sondern auch auf Kundenseite firmeninternes Wissen und Daten geschützt werden können. (vgl. a.a.O.: 106ff.)

Wie wichtig IT-Sicherheit – also der Schutz von sensiblen Daten und Geschäftsgeheimnissen – im Zuge der Dynamik und Vernetzung der Akteure (z. B. durch Cloud-Lösungen), die bei der Umsetzung von Industrie 4.0 eine große Rolle spielen, ist, wird auch im Positions-Papier „Cybersecurity: integrated part of a Single European Market“ des VDMA (2017) verdeutlicht. Cybersecurity sei kein Produkt, sondern ein Prozess, ein sich ständig bewegendes Ziel („moving target“), das vom Produktzyklus („product life cycle“) abhängt. Nachdem es auf den Markt gesetzt wird, seien vernetzte Geräte einem ständigen Risiko ausgesetzt. Diese Prozesse müssen konstant vor Gefahren abgesichert werden und unterliegen daher regelmä-

Bigen Updates und Aktualisierungen. Ständig kommen neue Akteure hinzu und neue Komponenten werden eingebunden. Beispielsweise kann eine Softwareinstallation eine neue Funktionalität hinzufügen. Diese Software oder Funktion kann von einer dritten Partei geliefert werden, die zuvor nicht in den Prozess involviert war. Daher kann eine Absicherung vor Gefahren nicht gewährleistet werden, wenn der Sicherheitsstatus eines Produktes nicht permanent überwacht und aktualisiert wird. Cybersecurity verlangt daher zunächst, dass jeder Hersteller in der Wertschöpfungskette Verantwortung für sein Endprodukt übernimmt. Auf der anderen Seite müssen Unternehmen und Betreiber sicherstellen, dass die Systeme ordnungsgemäß bedient und die Sicherheitsaspekte in ihren Verantwortungsbereichen überwacht werden. Dafür müssen Beschäftigte mit entsprechenden Kompetenzen ausgestattet werden. (vgl. VDMA 2017: 8)

Umgang mit Big Data

Aufgrund der fortschreitenden Technologien im Zuge von Industrie 4.0 eröffnen sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten von Big Data, Datenspeicherung und -verarbeitung, die alle Geschäftsbereiche überspannen. Unternehmen stehen somit vor der Herausforderung des strategischen Nutzens und des zielgerichteten Einsatzes von Big Data. Neue Anforderungen ergeben sich laut Pfeiffer et al. zum einen in Bezug auf die Überführung von produktionstechnologischem Know-how und Erfahrungswissen in die Gestaltung von Algorithmen, zum anderen in Bezug auf die fachspezifische Interpretation von Daten und die Umsetzung in eine Entscheidung. Damit verbundene Qualifikationsbedarfe richten sich daran, die Grenzen und die Macht von Algorithmen zu kennen und den Unterschied zwischen einem informatisierten Abbild und den dahinterliegenden realen Prozessen zu erkennen. Für den Umgang mit Big Data spielen also branchenspezifische technische Kompetenzen gegenüber den IT-Kompetenzen die entscheidende Rolle. Die Fähigkeit mit Big Data-basierten Informationen richtig umzugehen, diese verantwortungsvoll zu bewerten und damit potenziell zu verbindende Geschäftsmodellinnovationen erkennen zu können, verlange von den Mitarbeitenden demnach auch querliegende Kompetenzen. Die Kompetenz- oder Qualifikationsanforderung richtet sich nicht nur an einzelne Bereiche, sondern an die Ebene einer Zusammenarbeit von Fachkompetenzen. Nach Pfeiffer et al. entstehen hier keine neuen Berufe oder Berufsbilder, ähnlich wie bei Cyber-Physical-Systems. Eine kooperative Zusammenarbeit solle im Vordergrund stehen. Einen Bedarf an neuen und auch zu erweiternden Fähigkeitsprofilen werde es geben, wenn beispielsweise ein Big-Data-basierter Teleservice und Predictive Maintenance zum Tragen kommen. Hervorzuheben ist auch, dass laut Aussagen der Beschäftigten auf der operativen Ebene ein Bedarf an praxisnaher und erfahrungsgeleiteter Auswertungsexpertise bestehe. (vgl. Pfeiffer et al 2016: 108ff.)

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Zu den Querkompetenzen, die Pfeiffer et al. in ihrer Analyse herausgearbeitet haben, gehört auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Diese Kompetenz ist nicht zu verwechseln mit sozialen Kompetenzen wie der Teamfähigkeit. Wie bereits bei den Kompetenzanforderungen zu Big Data und Cyber-Physical-Systems deutlich erkennbar, sind eine künftig engere Zusammenarbeit und ein intensiver Dialog über verschiedene Fachrichtungen und Hierarchieebenen hinweg von großer Bedeutung. Durch alle Prozessketten hinweg sei ein aufeinander abgestimmtes Verständnis unabdingbar. Die Befragten betonten die Anforderung an interdisziplinäre Berufsfelder. Somit müssen sich Inhalte und die Methodik in der Aus- und Weiterbildung reformieren. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit habe dann Erfolg, wenn alle Fachrichtungen die Fähigkeit zum gemeinsamen Arbeiten mitbringen. Hierzu solle in den betrieblichen Praxisphasen der Aus- und Weiterbildung auf methodische Innovation abgezielt werden. Dies könne bereits in der Erstausbildung von Beginn an berücksichtigt werden, damit Beschäftigte frühzeitig mit didaktisch innovativen Formen in Berührung kommen. Zur Erlangung der Kompetenz zur interdisziplinären Zusammenarbeit gehört, laut Befragung, auch ein selbstbestimmtes und selbstorganisiertes Handeln. (vgl. a.a.O.:111ff.)

Gestaltung und Innovation

Da Industrie 4.0 vor allem auch als ein Innovationsthema angesehen wird, identifizieren Pfeiffer et al. in ihrer Analyse auch das kreative Ausgestalten von Neuem als eine querliegende Kompetenz. Geschäftsmodellinnovation kristallisiert sich als zentrale unternehmerische Strategie im Umgang mit Industrie 4.0 heraus. Kreativität, aber auch organisationale Offenheit gegenüber Veränderungsanstößen seien Inhalte der Innovationsfähigkeit, die systematisch gefordert und in Qualifizierungskonzepten inhaltlich und methodisch berücksichtigt werden müssen. (vgl. a.a.O.:109ff.)

Spezifische arbeitswissenschaftliche Konzepte und Methoden zur Gestaltung von Arbeitssystemen mit hohen Anteilen geistiger Arbeit

Für eine reibungslose Implementierung neuer und innovativer Technologien in der Arbeitswelt müssen zunächst Anwendungs- und Einsatzmodelle für diese Technologien entstehen sowie Arbeitsmodelle und -szenarien gestaltet werden. Die Arbeitsgestaltung geschieht auf gesellschaftlicher, organisationaler und individueller Ebene. (vgl. Wischmann & Hartmann, E. A.: 1) In seiner Bestandsaufnahme zu künftigen Anforderungen an Kompetenzen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 macht Hart-

mann, F. (2017) darauf aufmerksam, dass „Anforderungen an Arbeit nicht direkt und unmittelbar den technologischen Entwicklungen folgen. Arbeit ist im Zusammenhang mit der Entwicklung und Einführung neuer Technologien gestaltbar.“(19)

Neue Kompetenz- und Qualifikationsbedarfe hängen von der Durchsetzung der eingangs skizzierten Arbeitsorganisations-szenarios ab. Im Falle der polarisierten Organisationsform, die von Hartmann, E. A. und Wischmann (2018: 2) als Automatisierungsszenario beschrieben wird, wird menschliche Arbeit durch Technik ersetzt. Hier bezieht sich die Arbeitsgestaltung auf die Arbeitsaufteilung von ausführenden und anweisenden Aufgaben auf verschiedene Beschäftigte bzw. Beschäftigungsebenen. Es ergibt sich ein höherer Qualifizierungsbedarf auf der Ebene der Expertinnen und Experten sowie technischen Spezialisten. Die Koordination der Produktionsprozesse liegt beispielsweise bei den Produktionsadministratoren und verlangt ein hohes Maß an Organisation. Kommt es zu Störungen der Maschinen oder Anlagen, muss die zuständige Person zudem ein hohes technisches Verständnis mitbringen, um intervenieren zu können. (vgl. Pfeiffer et al. 2016) Im zweiten arbeitsorganisatorischen Muster der Schwarm-Organisation, das von Wischmann und Hartmann (2018: 2) als Werkzeugszenario definiert wird, dient der Einsatz von Technik als Unterstützung und Verstärkung menschlicher Fähigkeiten. Hier wird im Gegensatz zum eben beschriebenen Arbeitsteilungsmodell das Vermischen von ausführenden und anweisenden Aufgaben angestrebt, wodurch ein allgemeiner Trend zur höheren Qualifizierung entsteht. Schlussfolgernd bedeutet dies, dass niedriger qualifizierte Tätigkeiten durch neue Aufgabenverteilung eine Aufwertung erleben oder im Falle von Automatisierung gänzlich entfallen. Grundsätzlich werden neue Kompetenzen entlang der gesamten Prozesskette erforderlich. Diese sind nötig, um beispielsweise neue Produktionssysteme gestalten und optimieren zu können. Die Anforderungen an das Prozesswissen richten sich nicht nur an die Beschäftigten, sondern auch an den Kunden. Diese projekt- und teamförmige Zusammenarbeit stellt demnach besondere Anforderungen an kommunikative Kompetenzen und Erfahrungswissen. (vgl. Pfeiffer et al. 2016)

Laut Hirsch-Kreinsen (2014, zit. in Hartmann, F. 2017: 20) ist grundsätzlich ein „breites Verständnis über das Zusammenwirken des gesamten Produktionsprozesses, der Logistikanforderungen sowie der Lieferbedingungen“ erforderlich. Der Bedarf an Überblickswissen steigt und durch eine steigende Interaktion mit verschiedenen Funktions- und Personengruppen auch die Notwendigkeit von sozialen Kompetenzen. Für die Gestaltung von Arbeitsorganisation wird zudem die Aufarbeitung von Erfahrungen im Umgang mit den Anlagen und Systemen für die Entwicklung wichtig. (vgl. Apt et al. 2016)

Zusammenhängend mit den vorgestellten Organisationsmodellen stellt sich nun die Frage nach dem Gestaltungsprinzip. Hier ist zum einen die lernförderliche Arbeitsorganisation zu nennen, die von unterschiedlichen Seiten zu betrachten ist. Einerseits betrifft es die Vollständigkeit von Arbeitstätigkeiten, die dann hierarchisch vollständig sind, „wenn sie anspruchsvolle und Routineaufgaben in angemessenen Anteilen verbinden. Sie sind sequenziell vollständig, wenn planerische, organisierende, ausführende und kontrollierende Tätigkeitsanteile an einem Arbeitsplatz kombiniert sind.“ (Wischmann & Hartmann, E. A. 2018: 2)

Ein weiterer Gesichtspunkt der Lernförderlichkeit ist die Gestaltung einer Arbeitssystemarchitektur, die Handlungs- und Entscheidungsfreiräume sowie Transparenz über Ergebnisse der eigenen Arbeit und der anderer, verbundener Arbeitsprozesse im Unternehmen schafft.

Dadurch, dass Arbeitsaufgaben komplexer werden, bedarf es höherer Kompetenzniveaus der Beschäftigten. Daher ist die lernförderliche Arbeitsorganisation zugleich eine innovationsförderliche Arbeitsorganisation. „Das erleichtert sowohl die Wahrnehmung externer Innovationsimpulse (z. B. neue Bearbeitungsverfahren) als auch die interne Verarbeitung, Umsetzung und Verbreitung dieser Innovationsimpulse. Zweitens erhöht die höhere Lernfähigkeit auch die Wahrscheinlichkeit, dass intern (z. B. im Zuge kontinuierlicher Verbesserungsprozesse) Innovationen erdacht und umgesetzt werden können“. (ebd.)

Angebote der wissenschaftlichen Weiterbildung

Aus den bislang dargestellten Befunden und Analysen ergibt sich, dass auf drei Ebenen Kompetenzbedarfe im Hinblick auf Industrie 4.0 bestehen:

1. Orientierungswissen zu grundlegenden Konzepten und Technologien der Industrie 4.0. Dieses Wissen benötigen breite Zielgruppen, die in unterschiedlichen Kontexten und betrieblichen Rollen mit Industrie 4.0 konfrontiert sind.
2. Führungs- und Fachkräfte, die eine besondere Verantwortung für die Implementierung von Industrie 4.0 in ihren jeweiligen Verantwortungsbereichen tragen, benötigen zusätzlich Kenntnisse über Innovationsmanagement im Kontext für Industrie 4.0.
3. Unter diesen Fachkräften spielen diejenigen eine besondere Rolle, die für die praktische Arbeitssystemgestaltung verantwortlich sind (z. B. technische Planer, Industrial Engineers, Arbeitsvorbereiter). Diese besondere Rolle entsteht aus dem Umstand, dass durch die Arbeitssystemgestaltung die qualitativen und quantitativen Kompetenzanforderungen für

große Gruppen von Beschäftigten überhaupt erst definiert werden. Diese Fachkräfte benötigen zusätzlich Wissen über spezifische Konzepte und Methoden der Arbeitssystemgestaltung im Kontext der Industrie 4.0.

Weiterhin ist zu bedenken, dass die wissenschaftliche Weiterbildung bei der Deckung dieser Kompetenzbedarfe eine besondere Rolle spielen muss, wie die folgenden Überlegungen zeigen, damit die in der Praxis tätigen Fach- und Führungskräfte ihre Kompetenzen um Methoden und Konzepte der Gestaltung geistiger Arbeit erweitern können. Eine Fallstudie der Universität Bremen zu Angeboten beruflicher Weiterbildung zu Kompetenz- und Qualifikationsbedarfen von Industrie 4.0 in Bayern kommt zu dem Schluss, dass inhaltliche Schwerpunkte beruflicher Weiterbildung bisher auf allgemeine Fragen zu Industrie 4.0 oder auf Managementaufgaben gesetzt werden, spezifische technologische Fragen zu Cyber-Physical-Systems, Datensicherheit u.a., aber auch zu Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung jedoch auszubauen seien (Spöttl et al. 2016: 4).

Vor dem Hintergrund der Forschungsnähe von Industrie 4.0 im Allgemeinen und von Konzepten und Methoden der Arbeitssystemgestaltung im Speziellen stellt sich die Frage, ob wissenschaftliche Weiterbildungen die Bedarfe eher decken. Charakteristisch für diese Form der Weiterbildung ist einerseits die anbietende Institution, die im Gegensatz zur beruflichen Weiterbildung meist eine (Fach-)Hochschule oder Universität ist. Andererseits zeichnet sich die wissenschaftliche Weiterbildung durch die Vermittlung neuen und neuesten Wissens aus, wobei aktuelle Forschungsstände berücksichtigt werden. Dieses Merkmal scheint angesichts der oben dargestellten Analysen äußerst wichtig für Bildungsangebote im Kontext der Industrie 4.0 zu sein.

Inwiefern das bestehende Angebot wissenschaftlicher Weiterbildungen die zuvor definierten Kompetenz- und Qualifikationsbedarfe bedient, wurde durch die Auswertung einschlägiger Datenbanken analysiert.

Methodisches Vorgehen

Die Grundlage der Auswertung bildeten die Angebote wissenschaftlicher Weiterbildung, die in den 14 Weiterbildungsdatenbanken der Länder sowie im Hochschulkompass der Hochschulrektorenkonferenz erfasst werden. In Baden-Württemberg steht zudem ein digitaler Weiterbildungskatalog zur Verfügung, der in die Analyse mit einbezogen wurde. Gegenstand der Analyse waren berufsbegleitend studierbare Seminare mit

Teilnahmebescheinigung oder Hochschulzertifikat (darunter auch Kontaktstudien) sowie berufsbegleitende Bachelor- und Masterstudiengänge, die die Bedarfe (z. B. Industrie 4.0, Cyber-Physical-Systems, Internet of Things, Big Data, Innovationsgestaltung, Arbeitsgestaltung) im Angebotstitel und/oder in der -beschreibung explizit aufgreifen. Nicht berücksichtigt wurden Studienangebote, bei denen der Bezug zu Themen der Industrie 4.0 nicht explizit erkennbar war.

Die Suchmethode wurde an die Beschaffenheit der jeweiligen Datenbank angepasst. Bei entsprechend vorhandenen Optionen erfolgte zunächst eine Eingrenzung auf berufsbegleitende Studienangebote durch Filterung nach Abschluss, Angeboten mit ECTS⁵-Vergabe, Anbietern (Hochschulen, Fachhochschulen, Universitäten), Lehrformaten (Fernstudium, E-Learning, Blended-Learning) oder ggf. nach Durchführungsform (Teilzeit). Dieses Vorgehen ergab in vielen Datenbanken bereits eine überschaubare Anzahl an Angeboten, die daraufhin in Bezug auf Begriffe der Industrie 4.0 analysiert werden konnten. Wenn die Datenbankeinstellungen keine Reduktion auf berufsbegleitende Studienangebote in Abgrenzung zu Vollzeitstudiengängen oder beruflichen Weiterbildungen zuließen, wurden die mit Industrie 4.0 zusammenhängenden Termini direkt in die Suchleiste der Datenbank eingegeben und die dadurch gefilterten Angebote in Hinblick auf Zugehörigkeit zu wissenschaftlicher Weiterbildung ausgewertet.

Da der Hochschulkompass und auch einige Datenbanken der Länder bundesweite Angebote abbilden, wird angenommen, dass der Großteil der zum Auswertungszeitpunkt erfassten wissenschaftlichen Weiterbildungen berücksichtigt wurde. Aufgrund der Beschränkung der Textsuche auf den Titel und die Beschreibung kann jedoch nicht abschließend gewährleistet werden, dass tatsächlich alle vorhandenen wissenschaftlichen Weiterbildungen mit Industrie-4.0-Bezug gefunden wurden.

Ergebnisse der Datenbankauswertung

Bundesweit wurden knapp 160 wissenschaftliche Weiterbildungen zu den Kompetenzanforderungen der Industrie 4.0 identifiziert, darunter rund 140 berufsbegleitende Angebote und 20 Vollzeitbachelor- bzw. Masterstudiengänge. Vor dem Hintergrund der Zielgruppe der für Arbeitssystemgestaltung zuständigen Mitarbeiter, die in der Regel berufstätig sind, standen die berufsbegleitenden Formate im Fokus der Analyse.

Die Auswertung führt zu dem allgemeinen Ergebnis, dass zu Themen des betrieblichen Innovationsmanagements (u. a. Da-

5 Das European Credit Transfer System (ECTS) erleichtert mittels Vergabe von ECTS-Leistungspunkten an Hochschulen die Anrechnung von Studien- und Prüfungsleistungen. Angebote mit ECTS-Vergabe signalisieren i.d.R. eine Verortung an der Hochschule.

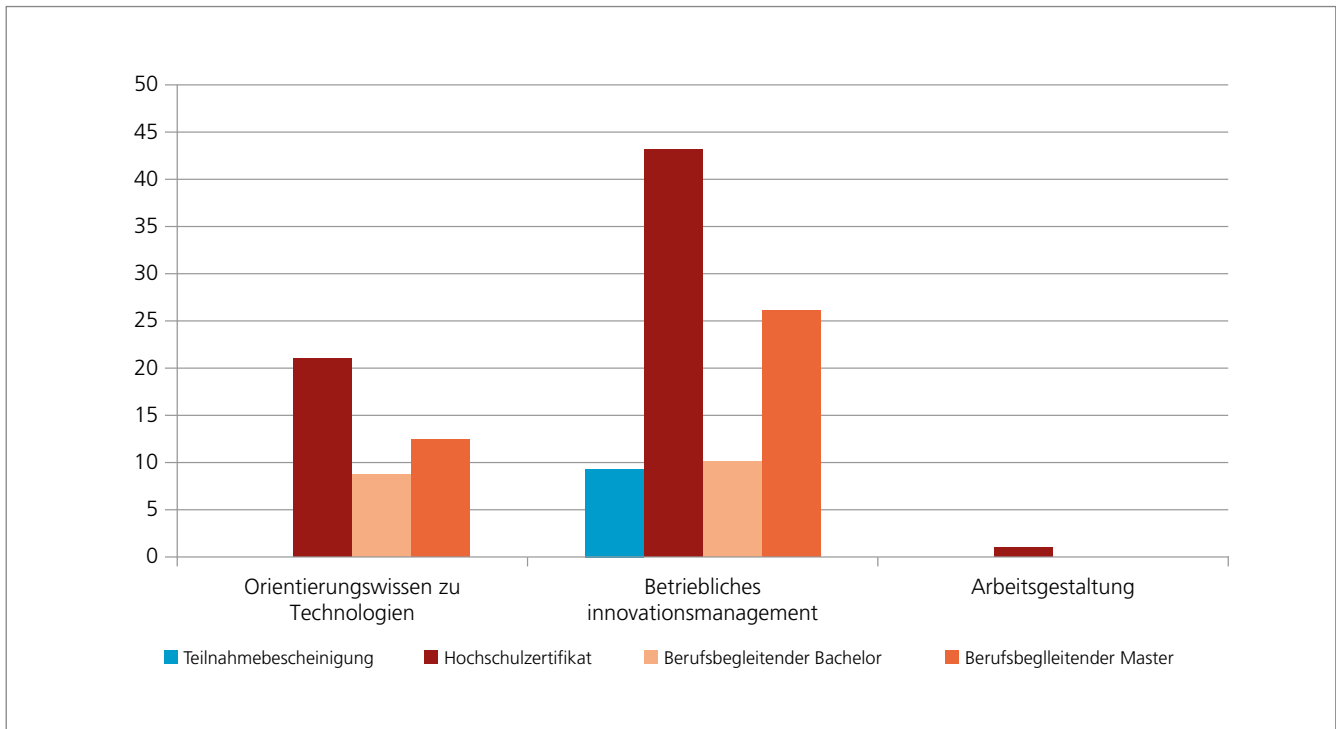


Abbildung 1: Bundesweite Angebote berufsbegleitender wissenschaftlicher Weiterbildungen mit Bezug zur Industrie 4.0

tenschutz/Privacy, Cybersecurity, Business Analytics und Big Data) bereits eine Vielzahl an Angeboten zur Verfügung steht. Ebenso gibt es bereits vielfältige akademische Weiterbildungsmöglichkeiten für die grundlegenden Technologien und Konzepte von Industrie 4.0. Kaum Angebote finden sich hingegen zu konkreten Konzepten und Methoden zur Gestaltung von Arbeitssystemen mit hohen Anteilen geistiger Arbeit (s. Abbildung 1).

Wissenschaftliche Weiterbildung zu Orientierungswissen zu den wesentlichen Technologien und Konzepten der Industrie 4.0

Insgesamt ergab die Datenbankauswertung 42 berufsbegleitende Angebote der wissenschaftlichen Weiterbildung, die laut Titel und/oder Beschreibung zu wesentlichen Technologien und Konzepten der Industrie 4.0 Orientierungswissen vermitteln.

Exemplarisch wird in Tabelle 2 für jeden Anforderungsbereich ein Beispiel genannt.

Schwerpunktmäßig behandeln wissenschaftliche Weiterbildungen, die dieser Kategorie zugeordnet wurden, die technologischen Grundlagen vernetzter Systeme. Kaum Angebote fanden sich dagegen zu additiven Verfahren oder dem Einsatz mobiler Anwendungen im Kontext der Industrie 4.0, für die Pfeiffer et al. 2016 aktuell ohnehin keinen bzw. einen geringeren formalen Qualifizierungsbedarf sehen. In der Regel integriert ein Studiengang allerdings gleich mehrere Kompetenz- und Anforderungsbereiche. So sind beispielsweise Cyber-Physical-Systems und Robotik in der Regel in gemeinsamen Studiengängen verortet. Ein Masterstudiengang, der digitale Produktionsprozesse zum Gegenstand hat, enthält jedoch auch nicht selten Module bzw. Lerneinheiten zum Thema IT-Sicherheit oder Big Data. Eine detaillierte Auszählung der Angebote getrennt nach spezifischen Kompetenzbedarfen ist aufgrund der fehlenden Trennschärfe demzufolge nicht zielführend.

Im Gegensatz zu den spezifischen Inhalten lassen sich die Formate der wissenschaftlichen Weiterbildung und die regionale Verteilung eindeutig quantifizieren (s. Abbildung 2). Mit 22 gefundenen Angeboten bilden Weiterbildungen, die mit einem Hochschulzertifikat abschließen, das dominante Format. Dane-

ben gibt es bereits zwölf berufsbegleitende Masterstudiengänge. Bachelor-Studiengänge, die für Zielgruppen ohne klassische schulische Hochschulzugangsberechtigung von besonderem Interesse sein könnten, sind mit acht Angeboten hingegen weniger verbreitet.

Anforderungsbereich	Abschluss	Titel
Web 2.0/Mobile Geräte	Berufsbegleitender Master	Verteilte und mobile Anwendungen
Cyber-Physical-Systems/Internet der Dinge	Hochschulzertifikat	Cyber-Physical-Systems and Intelligent Robotics
Additive Verfahren	Berufsbegleitender Master	“Digital and additive production” als Teil eines Moduls des Studiengangs Management and Engineering in Technology, Innovation, Marketing and Entrepreneurship
Robotik	Berufsbegleitender Master	Angewandte Automatisierung
Industrielle Informatik	Hochschulzertifikat	Systemnahe Programmierung
Verbindung von Stofflichem und Virtuellem	Berufsbegleitender Master	Product Development and Manufacturing
Allrounder	Berufsbegleitender Bachelor	Wirtschaftsingenieurwesen Industrie 4.0

Tabelle 2: Beispiele wissenschaftlicher Weiterbildungen zu den wesentlichen Technologien und Konzepten der Industrie 4.0

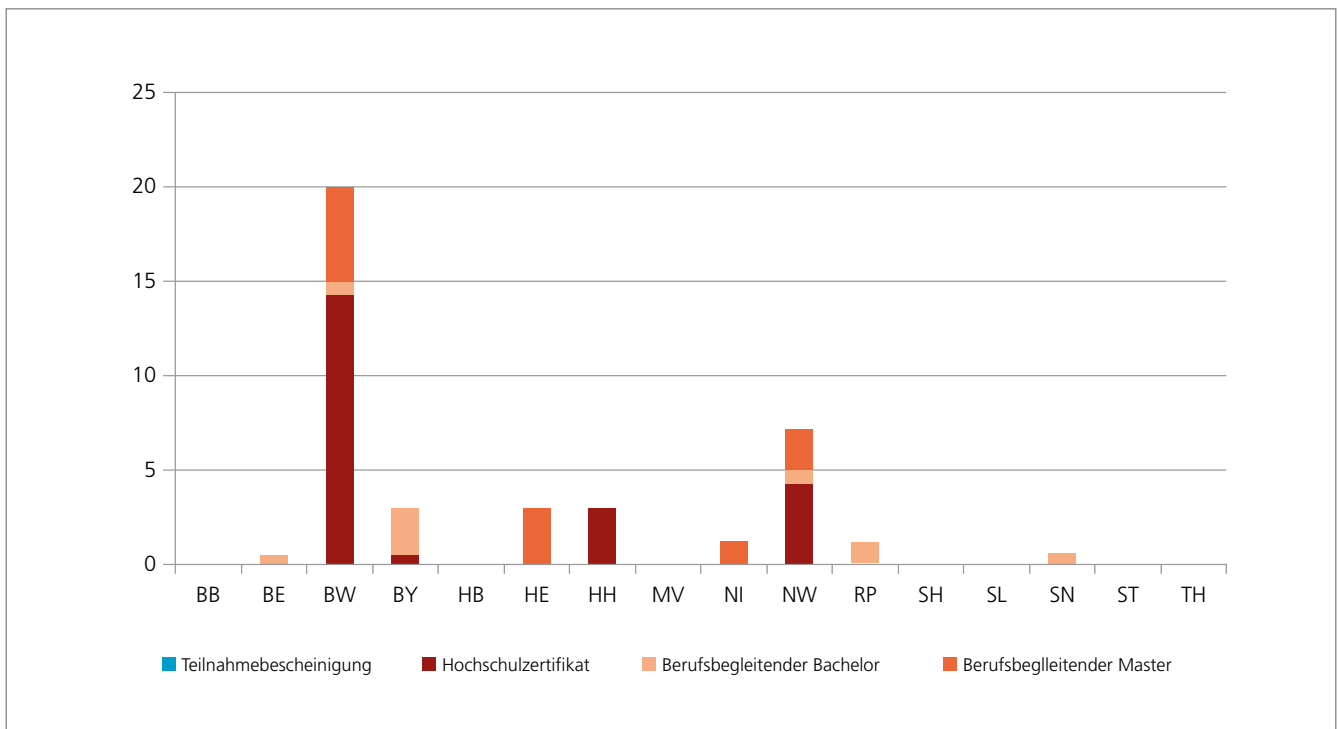


Abbildung 2: Regionale Verteilung berufsbegleitender wissenschaftlicher Weiterbildungen zu den wesentlichen Industrie 4.0-Technologien und -Konzepten auf die Bundesländer

Wissenschaftliche Weiterbildung zu betrieblichem Innovationsmanagement im Kontext von Industrie 4.0

Zu Fragestellungen des betrieblichen Innovationsmanagements im Kontext Industrie 4.0 stehen in Deutschland insgesamt 99 berufsbegleitende wissenschaftliche Weiterbildungen zur Verfügung. Auch hier bilden Hochschulzertifikate und berufsbegleitende Masterstudiengänge mit 43 bzw. 37 Angeboten die Mehrheit (s. Abbildung 3).

Ein Drittel (23 Hochschulzertifikate, drei berufsbegleitende Bachelor- und sieben berufsbegleitende Masterstudiengänge) beschäftigen sich fokussiert mit dem Thema Datenschutz und Cybersecurity und adressieren damit eine der wichtigsten Innovationshürden im Bereich der Industrie 4.0. Mit insgesamt 42 wissenschaftlichen Weiterbildungen lassen sich noch mehr Angebote im Bereich Technologie- und Innovationsmanagement finden, jedoch weniger trennscharf zu anderen Themen. Häufig

sind Inhalte zu Business Analytics und Big Data sowie Technologie- und Innovationsmanagement in denselben Studienangeboten verankert.

Wissenschaftliche Weiterbildung zu Arbeitsgestaltung

Wissenschaftliche Weiterbildungen, die sich mit spezifischen arbeitswissenschaftlichen Konzepten und Methoden zur Gestaltung von Arbeitssystemen mit hohen Anteilen geistiger Arbeit befassen, wurden im Rahmen der Datenbankauswertung im Grunde nicht gefunden. Das Hochschulzertifikat Digital Transformation of Service Systems der HECTOR School of Engineering & Management des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) nähert sich dem Thema jedoch an. Es handelt sich hierbei um eine wissenschaftliche Weiterbildung, die sich an Mitarbeitende in Schnittstellenfunktionen zwischen Technologien und betriebswirtschaftlichen Prozessen richtet und in den Lernzielen

Anforderungsbereich	Abschluss	Titel
Cybersicherheit/Datenschutz	Berufsbegleitender Bachelor	IT-Forensik/Cybercrime
Big Data	Hochschulzertifikat	Data Science für Ingenieure
Gestaltung von Innovation	Berufsbegleitender Master	Management of Product Development

Tabelle 3: Beispiele wissenschaftlicher Weiterbildungen zu betrieblichem Innovationsmanagement im Kontext der Industrie 4.0

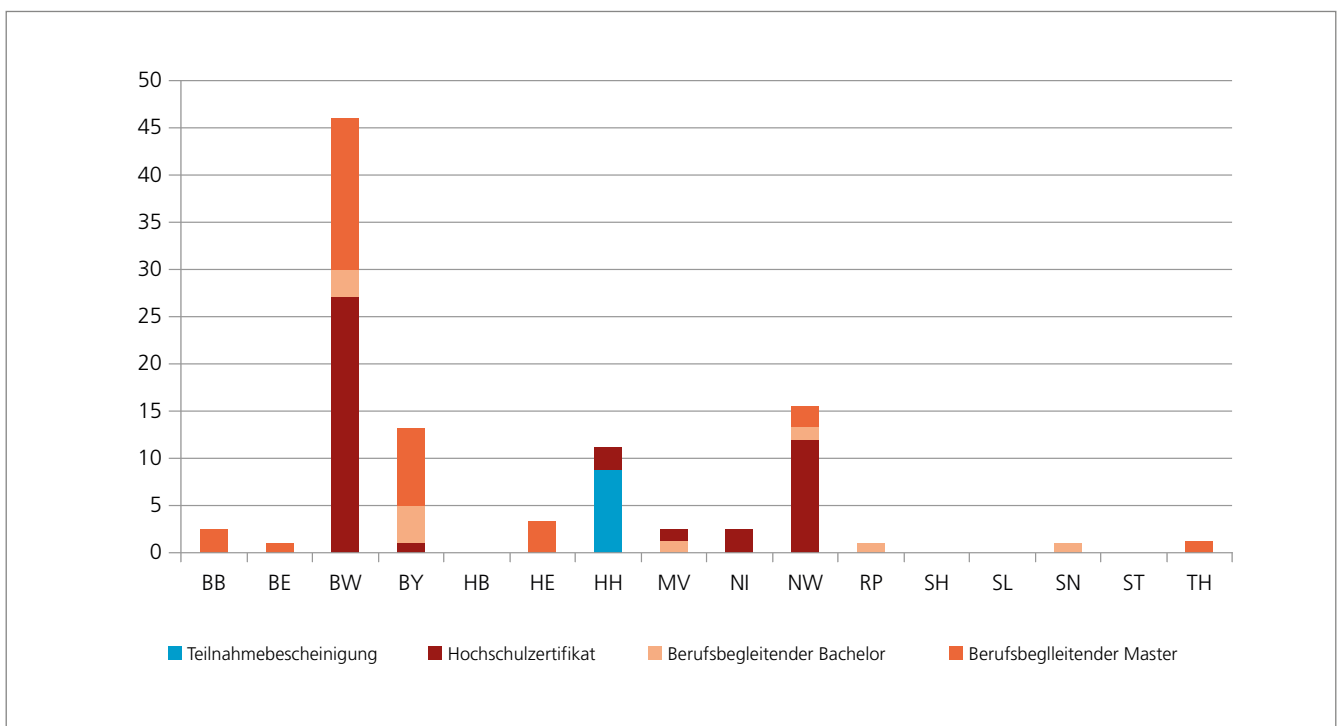


Abbildung 3: Regionale Verteilung berufsbegleitender wissenschaftlicher Weiterbildungen zu betrieblichem Innovationsmanagement im Kontext der Industrie 4.0 auf die Bundesländer

die Gestaltung von Transformationsprozessen im Kontext der Digitalisierung aufgreift. Die Lernziele beziehen ein Verständnis maßgeblicher Konzepte und Auswirkungen der digitalen Transformation, Möglichkeiten des Einsatzes von Informationstechnologien für eine ganzheitliche digitale Unternehmenstransformation und die Kenntnis über wesentliche Phasen und Konzepte digitaler Transformationsprozesse ein, um digitale Transformationen erfolgreich durchzuführen. (vgl. HECTOR School 2018) Auch hier kann jedoch schon aufgrund der kurzen Dauer des Angebots sowie des Digitalisierungsfokus keine umfassende Einführung in die Gestaltung von Arbeitssystemen erwartet werden.

Eine vergleichsweise breit gefächerte Abdeckung der Qualifikationsbedarfe der Industrie 4.0 liefert der Bachelor of Engineering Wirtschaftsingenieurwesen Industrie 4.0 der Internationalen Hochschule Bad Honnef. Dieser vermittelt neben mathematischen, naturwissenschaftlichen, elektrotechnischen, betriebswirtschaftlichen und wissenschaftstheoretischen Grundlagen berufsbegleitend sowohl ein umfassendes Orientierungswissen zu den wesentlichen Industrie-4.0-Technologien und -Konzepten (Einführung in das Internet of Things, Fertigungsverfahren Industrie 4.0, Grundlagen der objektorientierten Programmierung mit Java, Grundlagen der industriellen Softwaretechnik, Automatisierung und Robotics) als auch die erforderlichen Querkompetenzen (Unternehmensgründung und Innovationsmanagement, Design Thinking, Data Analytics and Big Data,

Einführung in Datenschutz und IT-Sicherheit, interkulturelles Management). (vgl. IUBH Internationale Hochschule 2018) Für die Integration eines Moduls zu Konzepten der Gestaltung von Arbeitssystemen mit hohen Anteilen geistiger Arbeit läge hier ein großes Potenzial vor.

Diskussion der Ergebnisse

Wissenschaftliche Weiterbildungen zielen insbesondere auf nicht-traditionelle, berufstätige Zielgruppen ab und sind daher geprägt durch einen hohen Distanz- bzw. Onlineanteil. Vor diesem Hintergrund ist es eher nebensächlich, wo sie angeboten werden. Dennoch ist es auffällig, dass ein Großteil der auf die Industrie 4.0 zugeschnittenen wissenschaftlichen Weiterbildungsangebote laut Datenbankauswertung in Baden-Württemberg – gefolgt von Nordrhein-Westfalen – angeboten wird. Dies könnte verschiedene Ursachen haben.

Hypothese 1: Transparenz der Angebote

Die Datenbasis für wissenschaftliche Weiterbildungen im Land Baden-Württemberg war besonders umfassend. Neben der Landesdatenbank wird über einen jährlich von der baden-württembergischen Servicestelle HOCHSCHULEWIRTSCHAFT veröffentlichten digitalen Weiterbildungskatalog (vgl. Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft 2017) Transparenz

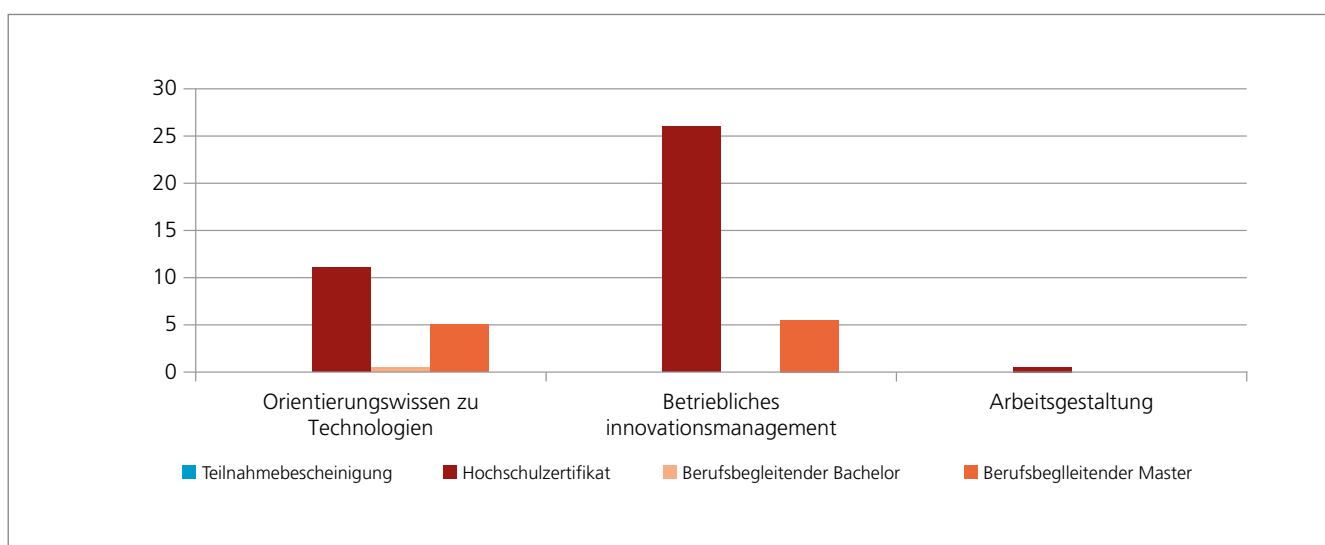


Abbildung 4: Wissenschaftliche Weiterbildungen in Baden-Württemberg

zu Angeboten geschaffen. Er stellt wissenschaftliche Weiterbildungen überblicksartig unterschieden nach Abschlusstyp vor und liefert Informationen zu den jeweiligen Studienformaten einschließlich modularer Studierbarkeit. Dies war in der Form für kein anderes Bundesland zugänglich. Baden-Württemberg und Hamburg waren darüber hinaus die einzigen Länder, die eine explizite Suche nach wissenschaftlichen Weiterbildungen erlaubten. Das Alleinstellungsmerkmal der hamburgischen Datenbank war die Abbildung von wissenschaftlichen Weiterbildungsangeboten, die nur mit einer Teilnahmebescheinigung abschließen. Dies erklärt, weshalb nur in Hamburg entsprechende Formate zu finden waren, obwohl sie sehr wahrscheinlich auch in anderen Bundesländern existieren.

Hypothese 2: Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“

Der Bund-Länder-Wettbewerb „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“ hat bundesweit dazu beigetragen, dass die Angebotslandschaft entwickelt und förderliche Rahmenbedingungen für wissenschaftliche Weiterbildungen geschaffen wurden. So wurden z. B. im Rahmen des Vorhabens OpenC³S (vgl. Open Competence Center for Cyber Security) unter Beteiligung der Hochschule Albstadt-Sigmaringen und der Hochschule Offenburg (Baden-Württemberg), der Ruhr-Universität Bochum (Nordrhein-Westfalen), der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt (Hessen), der Hochschule Stralsund (Mecklenburg-Vorpommern) sowie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Universität Passau und der Ludwig-Maximilians-Universität München (Bayern) sechs Vor- bzw. Brückenkurse, zwölf Zertifikatsmodule, die zu zwei Gesamtzertifikaten zusammengeführt werden können, ein berufsbegleitender Bachelor und ein berufsbegleitender Master zum Anforderungsbereich Cybersecurity entwickelt und erprobt. Die Mehrheit der Angebote wird trotz bundeslandübergreifender Zusammenarbeit an der Hochschule Albstadt-Sigmaringen ausgewiesen, was den enormen Anteil an Hochschulzertifikaten in Baden-Württemberg erklärt. Laut Datenbankauswertung sind allein 19 Hochschulzertifikate und zwei berufsbildende Master an der Hochschule Albstadt-Sigmaringen studierbar.

Hypothese 3: Aktiver Austausch zwischen Arbeitgebern und dem Bildungsbereich

In der Servicestelle HOCHSCHULEWIRTSCHAFT kooperieren das baden-württembergische Wissenschaftsministerium und der Arbeitgeberverband Südwestmetall und vermitteln als Makler- und Kontaktstelle zwischen Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung. Dies geschieht u. a. durch die Schaffung von Ansatzpunkten für Hochschulen und Unternehmen für regionale Kooperationen und durch

das Einbringen von Expertise in die Entwicklung von Weiterbildungsangeboten. Dadurch werden frühzeitig Qualifikationsbedarfe aus der Berufswelt aufgegriffen. (vgl. Südwestmetall 2018) Eine vergleichbare Kooperation gibt es in Niedersachsen mit der Servicestelle Offene Hochschule Niedersachsen gGmbH. Darüber hinaus scheint die Nähe zu großen und besonders innovativen Arbeitgebern der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg vorteilhaft zu sein. Im Bereich der Berufsbildung hat z. B. die Trumpf-Gruppe den Ausschlag für die schon 2008 erfolgte Einführung des Ausbildungsberufs des/der Produktionstechnologen/-in gegeben. Mit diesem werden Fachkräfte für den Maschinen- und Anlagenbau ausgebildet, die Produktionsprozesse unter dem verstärkten Einbezug von Informationstechnik gestalten, sichern und optimieren. (vgl. Jäger 2015: 36)

Hypothese 4: Förderliche Rahmenbedingungen durch Landeshochschulgesetze

Zur Öffnung der Hochschulen für beruflich Qualifizierte wurden in den Landeshochschulgesetzen die Möglichkeiten für den Übergang vom Beruf zur Hochschule erleichtert. Ein bestimmendes Element der baden-württembergischen Landeshochschulrechtsreform war die Einführung sogenannter Kontaktstudiengänge oder auch Modulstudien. Dabei handelt es sich um einzeln studierbare Lernmodule bzw. Lernmodulbündel, für die ein Zertifikat vergeben wird und die durch die Vergabe von Leistungspunkten auf ein ganzes Hochschulstudium angerechnet werden können. (vgl. hierzu Klenk et al. 2017) Darüber hinaus können die Hochschulen seit 2014 weiterbildende – d. h. auch gebührenfinanzierte – Bachelorstudiengänge einführen. (vgl. Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg 2018)

Fazit

Auch wenn noch ungewiss ist, welches System oder welche Systeme der Arbeitsgestaltung sich im Kontext der Industrie 4.0 in einzelnen Unternehmen durchsetzen werden, ist es naheliegend, dass Verantwortliche für die Neuausrichtung von Arbeitsprozessen und -tätigkeitsstrukturen Entscheidungsgrundlagen benötigen und dafür entsprechend zu qualifizieren sind. Das bisherige Angebot wissenschaftlicher Weiterbildungen hält hierfür bereits vielfältige Angebote im Bereich der Qualifikation für technologisch-fachliche Anforderungen und zu Querschnittskompetenzen für betriebliches Innovationsmanagement bereit. Eine gezielte Kompetenzerweiterung zu spezifischen Konzepten und Methoden der Gestaltung geistiger Arbeit ist im berufsbegleitenden akademischen Format bisher jedoch so gut wie nicht möglich. Die verfügbaren berufsbegleitenden wissenschaftlichen Weiterbildungen sind hierzu noch weiter auszubauen. Ein verstärkter Austausch zwischen Wirtschafts- und Wissenschaftsvertretern, die Erhöhung der Transparenz zu Angeboten wissenschaftlicher Weiterbildungen und die unterstützende Gestaltung rechtlicher Rahmenbedingungen könnte sich in diesem Zusammenhang positiv auf die Entwicklung passender wissenschaftlicher Weiterbildungsangebote auswirken.

Ferner wird angenommen, dass die fachlichen Anforderungsbereiche der Robotik, vernetzte Systeme und Programmierung vernetzter Systeme u. a. bereits in den hier nicht betrachteten grundständigen Studiengängen (Maschinenbau, Informatik, Wirtschaftsingenieurwesen etc.) Berücksichtigung finden. Inwiefern darüber hinaus spezifische Konzepte der Arbeitssystemgestaltung für Industrie 4.0 im grundständigen Studienangebot verankert sind, müsste durch weitere Analysen geklärt werden.

Literaturverzeichnis

Apt, W.; Bovenschulte M.; Hartmann, E. A. und S. Wischmann (2016): Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“. Berlin: Institut für Innovation und Technik.

Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft (2017): Weiterbildende Bachelor-, Masterstudiengänge und Kontaktstudien an Hochschulen. http://www.biwe.de/fileadmin/biwe/PDF_2017/Katalog_HochschuleWirtschaft_2017.pdf [20.02.2018]

Hartmann, E.A. (2015): Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: Botthoff, A. & Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin: Springer VIEWEG OPEN, S. 9–20.

Hartmann, E. A. und S. Wischmann (2018): Technologie, Organisation, Qualifikation. In: Wischmann, S. & Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 233–246.

Hartmann, F. (2017): Zukünftige Anforderungen an Kompetenzen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 – Eine Bestandsaufnahme. In: Prokom 4.0 (Hrsg.): Facharbeit und Digitalisierung. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Kompetenzmanagement für die Facharbeit in der High-Tech-Industrie“ (Prokom 4.0) 2015–2017. Bottrop et al.: Prokom 4.0, S.19–28.

Hector School (2018): Certificate Course Digital Transformation of Service Systems. <https://www.hectorschool.kit.edu/SeminarDigitalTransformationofServiceSystems.php>, zuletzt zugegriffen am 20.02.2018.

Hirsch-Kreinsen, H. (2015). Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthof A. und E. A. Hartmann (2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, S.89–98.

IUBH Internationale Hochschule (2018): Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen Industrie 4.0 im Fernstudium. <https://www.iubh-fernstudium.de/studiengang/bachelor-wirtschaftsingenieurwesen/>, zuletzt zugegriffen am 20.02.2018.

Jäger, C. (2015): Neuer Auftrieb für den Produktionstechnologen in der Wirtschaft 4.0? Interview mit Andreas Schneider, Trumpf Gruppe, und Peter Schomakers, Robert Bosch GmbH. In: BWP 6/2015, S. 36–39. <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/7859> [20.02.2018]

Kärcher, B. (2015): Alternative Wege in die Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen. In: Botthoff, A. & Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 47–58.

Klenk, J., Armbrorst-Weihs, K., Eggert, U., Schaub, G., Wacker, U. (2017): Vorschlag zur Transparenz der Formate und Qualifikationsniveaus aus baden-württembergischer Perspektive. Wissenschaftliche Weiterbildungsangebote systematisieren. In: DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung 4/2017. Teilhabe im Alter! Herausgegeben von: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung (DIE). Bielefeld 2017, S.50-52.

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (2018): Wissenschaftliche Weiterbildung. <https://mwk.baden-wuerttemberg.de/de/hochschulen-studium/wissenschaftliche-weiterbildung/>, zuletzt zugegriffen am 22.02.2018.

Offene Hochschule Niedersachsen (2018): Aufgaben und Ziele. <https://www.offene-hochschule-niedersachsen.de/about/aufgaben/>, zuletzt zugegriffen am 22.02.2018.

Open Competence Center for Cyber Security (2018): Projektkonzept. https://open-c3s.de/projekt_open_competence_center_cyber_security.html, zuletzt zugegriffen am 20.02.2018.

Pfeiffer, S.; Lee, H.; Zirrig, C. und A. Suphan (2016): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Frankfurt a.M.: VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau

Plattform Industrie 4.0 (2018): Was ist Industrie 4.0. <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/Was-Industrie40/was-ist-industrie-40.html> zuletzt zugegriffen am 06.03.2018.

Richter, S. und S. Wischmann (2016): Additive Fertigungsmethoden – Entwicklungsstand, Marktperspektiven für den industriellen Einsatz und IKT-spezifische Herausforderungen bei Forschung und Entwicklung. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/additive-fertigungsmethoden?searchterm=additiv>, zuletzt zugegriffen am 09.03.2018.

Spöttl, G.; Gorltd, C.; Windelband, L.; Grantz, ; T.; Richter, T. (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie: Studie. Eine bayme vbm Studie, erstellt von der Universität Bremen. <https://www.baymevbm.de>

de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf, zuletzt zugegriffen am 27.02.2018.

Springer Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Robotik. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046029599/robotik-v2.html>, zuletzt zugegriffen am 07.03.2018.

Südwestmetall (2018): Servicestelle HOCHSCHULEWIRTSCHAFT. https://www.suedwestmetall.de/swm/web.nsf/id/pa_hochschulewirtschaft.html, zuletzt zugegriffen am 20.02.2018.

VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (Hrsg.) (2017): Cybersecurity: integrated part of a Single European Market. VDMA discussion paper on shaping a European framework for Industrial Security. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/feedback/2587/attachment/090166e5b43563df_en zuletzt zugegriffen am 08.03.2018.

Wischmann, S. und E. A. Hartmann (2018): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 – Szenarien aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In: Wischmann, S. & Hartmann, E.A. (Hrsg.). Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–7.

Herausgeber

*Prof. Dr. Volker Wittpahl
Institut für Innovation und Technik (iit)
Steinplatz 1, 10623 Berlin*

Kontakt

*Annika Fünfhaus
Tel.: 030-310078-5673
E-Mail: fuenfhaus@iit-berlin.de*

*Marcelina Bugaj
Tel.: 030-310078-109
E-Mail: bugaj@iit-berlin.de*

*Dr. Ernst A. Hartmann
Tel.: 030-310078-231
E-Mail: hartmann@iit-berlin.de*

iit perspektive Nr. 37

März 2018

*Layout: Poli Quintana
Bildnachweis: istock/gorodenkoff*

ISBN: 978-3-89750-190-4

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird teils auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Ferner wird auf die Verwendung des geschlechterneutralen Gender-Sterns verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für jedes Geschlecht.

