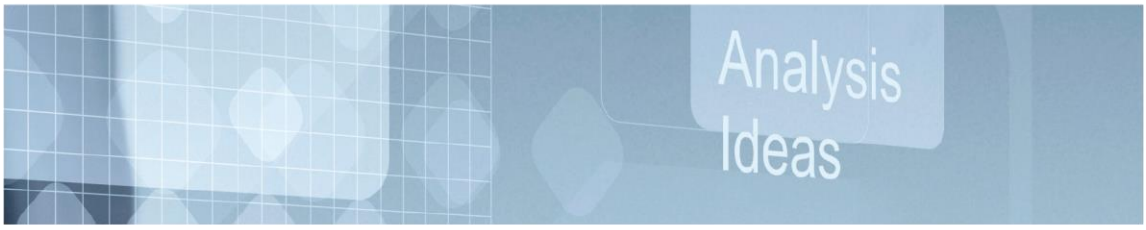
prospect
Research & Solution



Qualifizierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0

Studie im Auftrag der Austria Wirtschaftsservice GmbH - aws, der Arbeiterkammer Wien und des Bundesministeriums für Verkehr, Infrastruktur und Technologie, bmvit

Trude Hausegger
Christian Scharinger
Jürgen Sicher
Friederike Weber

August 2016

Impressum:

© prospect Unternehmensberatung GmbH
Siebensterngasse 21/4, 1070 Wien | T +43 1 523 72 39 - 0 | F DW 66
E office@prospectgmbh.at | www.prospectgmbh.at
Coverfoto © everythingpossible

Inhaltsverzeichnis

Management Summary **4**

Langfassung **15**

1 Einleitung **16**

2 Industrie 4.0: Konzept, Charakteristika und Entwicklungsprozess **18**
2.1 „Industrie 4.0“ aus Sicht der Befragten 22

3 Gestaltungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 ..... **27**
3.1 Gestaltungsvarianten aus Sicht der Befragten 31

4 Entwicklungstand, Chancen und Herausforderungen im Kontext von Industrie 4.0 ..... **32**
4.1 Stand der Umsetzung von „Industrie 4.0“ in den befragten Unternehmen 35

5 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Beschäftigung **37**
5.1 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Anzahl an Beschäftigten aus Sicht der Befragten 41
5.2 Beschäftigungspotenziale für Frauen 42

6 Kompetenzen für Industrie 4.0 ..... **43**
6.1 Kompetenzanforderungen an MitarbeiterInnen aus Sicht der Befragten 51

7 Kompetenzentwicklung und Qualifizierung **54**
7.1 Kompetenzentwicklung in den befragten Unternehmen 58
7.2 Neue Berufsbilder 59

8 Conclusio, Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen **60**
Analyseraster Lernförderlichkeit 60
Kompetenzpass 4.0 60
Entwicklungslinie Gamification und Augmented Reality im eLearning 62
Frauen in die Technik: frühe und umfassende Interventionen 63
„Dualisierung“ im tertiären Bereich 64
„Digitalisierung“ der Lehrlingsausbildung 64
Handlungsvorschläge der Befragten 64

9 Literaturverzeichnis **66**

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Charakteristika des Begriffes Industrie 4.0 19
Abbildung 2: Unternehmensinterne und –übergreifende Wertschöpfungsketten 20
Abbildung 3: Polarisierte Organisation versus Schwarm-Organisation 28
Abbildung 4: Substituierungspotenziale nach Berufssegmenten 39
Abbildung 5: Substituierungspotenzial ausgewählter Produktionsberufe nach Anforderungsniveau 39
Abbildung 6: Ausprägungsstufen des „Internets der Dinge“ in der industriellen Produktion 44
Abbildung 7: Kompetenzanforderungen Industrie 4.0 45
Abbildung 8: Industrie 4.0: Benötigte Qualifikationen und Kompetenzen 47
Abbildung 9: Erwartete Kompetenzen der befragten Unternehmen 53
Abbildung 10: Qualifikationsstruktur Produktionstechnologie 57

Management Summary

Studienziel und Forschungsdesign

Ziel der Studie „Qualifizierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0“ war es, auszuloten, ob und in welchen Bereichen UnternehmensvertreterInnen und ExpertInnen Qualifizierungsbedarfe verorten, wenn sich Unternehmen im Sinne von „Industrie 4.0“ weiterentwickeln. Die Studie wurde vom Wirtschaftsservice Austria aws in Kooperation mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sowie der Arbeiterkammer Wien in Auftrag gegeben.

Im Rahmen der Studie (Laufzeit Dezember 2015 bis Juni 2016) wurden neben einer umfassenden Analyse vorhandener Fachliteratur zum Thema Industrie 4.0 leitfadengestützte Face-to-Face-Interviews und Workshops mit insgesamt 11 BetriebsvertreterInnen (GeschäftsführerInnen und Personalverantwortliche), 7 BetriebsrätInnen und 8 ExpertInnen geführt.

Industrie 4.0: Konzept, Charakteristika und Entwicklungsprozess Industrie 4.0

Unter dem Stichwort Industrie 4.0 wird seit einiger Zeit die Vernetzung der virtuellen Computerwelt mit der physischen Welt der industriellen Produktion diskutiert.

Der Begriff wurde von Henning Kagermann, Präsident der acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) kreiert und soll Bezug auf die vierte industrielle Revolution[1] nehmen. Die deutsche Bundesregierung hat Industrie 4.0 zum deutschen Zukunftsprojekt erklärt.

In Österreich hat die breite und intensive Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 erst später eingesetzt. Mittlerweile gibt es dazu aber eine Reihe von Initiativen wie den Verein „Industrie 4.0 Österreich – die Plattform für intelligente Produktion“, der 2015 gegründet wurde und der wichtige gesellschaftliche, politische, wirtschaftliche und wissenschaftliche AkteurInnen integriert.

Bei Industrie 4.0 handelt sich um einen Sammelbegriff mit einer großen Bandbreite und verschiedenen Ausprägungen. Bislang gibt es keine einheitliche und abgrenzungsscharfe Definition.

Zentrales Merkmal von Industrie 4.0: Cyberphysische Systeme

Das zentrale Merkmal von Industrie 4.0 sind cyberphysische Systeme, die insbesondere auch die Maschine-Maschine-Kommunikation ermöglichen. Dem Konzept von Industrie 4.0 zu Folge sollen in Zukunft Produktionssysteme in der Lage sein, sich weitgehend autonom zu steuern und zu optimieren.[2]

Bei Industrie 4.0 geht es insbesondere um eine intelligente Steuerung und Planung der Produktion innerhalb eines Unternehmens (vertikale Integration) und über die Firmengrenzen hinweg (horizontale Integration). Dafür ist entscheidend, dass Informationen in Echtzeit verarbeitet werden können, alle Prozesse entlang der Wertschöpfungskette miteinander vernetzt sind, sich in gegenseitigem Austausch befinden und selbstorganisiert handeln können.[3]

---

[1] Ende des 18. Jahrhunderts wurde mit Einführung von Wasser- und Dampfkraft der Umbruch von der Agrar- zur Industriegesellschaft eingeleitet. Die zweite industrielle Revolution wird zeitlich dem Beginn des 20. Jahrhunderts zugeordnet und läutete das Zeitalter der Hochindustrialisierung ein. Die Elektrifizierung der Produktion führte zu einem Ausbau der Massenproduktion. Die dritte industrielle Revolution ist zeitlich den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zugeordnet und wird auch als die digitale Revolution bezeichnet. Mit der Einführung von Elektronik und Informationstechnologie wurde eine weitere Automatisierung der Produktion möglich. Die vierte Stufe der industriellen Revolution kann als eine Weiterführung oder als eine konsequente Umsetzung der Ideen und Technologien aus der dritten Industrierevolution verstanden werden. Es geht um die interaktive Vernetzung analoger Produktion mit der digitalen Welt (Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 9 ff.)

[2] Vgl. Hirsch Kreinsen, Hartmut (2014), Seite 1

[3] Vgl. Wolter et al. (2015), Seite 13

Industrie 4.0 schließt an weitreichende organisatorische und technologische Entwicklungen der letzten Jahrzehnte im Produktionsbereich an, deshalb wird auch häufig von einem evolutionären und nicht revolutionären Prozess gesprochen.

Industrie 4.0: Hoffnung für europäische Industrie

Mit Industrie 4.0 wird die Hoffnung auf eine Zukunft der europäischen Industrie verbunden und somit die Sicherung von Arbeitsplätzen. Ein starker industrieller Kern wird vielfach als Grundlage für Wirtschaftswachstum und Wohlstand angesehen.[4] Durch die neuen Technologien könnten Kostenvorteile entstehen, die es ermöglichen, auch in Hochlohnländern wieder wettbewerbsfähig zu produzieren. Vor allem exportorientierte Industriezweige müssten sich hier rüsten, weil die Globalisierung die Vergleichbarkeit von Leistungen verbessert, den Wettbewerbsdruck erhöht und Produkt- und Prozessinnovationen somit entscheidend sind.[5]

Weiterentwicklung der Automatisation um Vernetzung

Dass es kein einigermaßen durchgängiges Verständnis von Industrie 4.0 gibt, spiegelt auch die Befragung im Rahmen dieser Studie wider. Vor dem Hintergrund relativ breit streuender Antworten kristallisiert sich ein Verständnis heraus, das von den meisten – insbesondere von Vertretern klassischer Produktionsbetriebe – getragen wird: Industrie 4.0 ist die Weiterentwicklung der betrieblichen Produktionsprozesse, die seit Jahrzehnten zunehmend automatisiert wurden, um den Aspekt der Vernetzung. Dabei wird sowohl auf vertikale als auch auf horizontale Vernetzung Bezug genommen. Insbesondere von der vertikalen Vernetzung erwarten sich die Unternehmen eine bessere und effizientere sowie zentralere Steuerbarkeit der Maschinenauslastung und die Möglichkeit, noch besser auf kurzfristige Kundenwünsche reagieren zu können. Wieweit die einzelnen Unternehmen selbst diese Vernetzung vornehmen wollen, hängt von einer Reihe von Parametern ab, wie beispielsweise den Investitionskosten, dem technischen Stand der vorhandenen Maschinen, dem bereits vorhandenen Stand der Vernetzung und dem Betriebsgegenstand.

Geht es um Fragen der horizontalen Vernetzung, so sehen die befragten Unternehmen darin die Möglichkeit, KundInnen noch schneller und punktgenauer beliefern zu können. Dafür ist es notwendig, KundInnen tiefere Einblicke in die Produktion zu geben, was jedoch aufgrund der Kopierbarkeit und möglicher damit verbundener Wettbewerbsnachteile nicht für alle vorstellbar ist. Andere Unternehmen wiederum – vor allem jene, die sich bereits seit langer Zeit mit Vernetzung und Digitalisierung beschäftigen sowie jene, die neben dem herkömmlichen Produktionszweig einen online-Unternehmenszweig aufgesetzt haben – sind bereits in hohem Ausmaß vertikal und horizontal vernetzt. Diese sprechen im Interview vor allem über das Thema „Neue Geschäftsmodelle“.

Industrie 4.0 Entwicklungsprozess bedeutet hohen betrieblichen Aufwand

In den Interviews wurde anschaulich beschrieben, dass betriebliche Schritte in Richtung Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Kommunikation in der Implementationsphase hohen betrieblichen Aufwand bedeuten. In diesen Entwicklungsprozessen, die von den Betrieben interessanterweise durchgängig als 2-Jahresprojekte beschrieben werden, gilt es, die Prozesse unter Einbindung der betroffenen Organisationseinheiten genau zu analysieren, diese gemeinsam unter Nutzung der neuen Technologie neu zu designen und programmierbar zu machen. Auf diesem Wege entstehen betriebliche und damit sehr individuelle Lösungen. Was Industrie 4.0 letztlich ist, entscheidet also jedes Unternehmen unter Abwägung der von den relevanten Umwelten an das Unternehmen herangetragenen Anforderungen sowie der technisch, organisatorisch und finanziell gegebenen Rahmenbedingungen für sich selbst.

[4] Vgl. Spath, Dieter (2013), Seite 15

[5] Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 10

Höheres Veränderungstempo durch Echtzeitinformation

In den Beschreibungen der UnternehmensvertreterInnen wird deutlich, dass die zunehmende Vernetzung jedenfalls mit höherem Veränderungstempo einhergeht. Die Zunahme der Geschwindigkeit und die Beobachtung *„Kunden warten nicht mehr"* dürften auch zentrale Triebfedern dafür sein, dass es für Unternehmen sehr schwer bis unmöglich sein wird, sich diesen Entwicklungen längerfristig zu entziehen.

Insbesondere auch Dienstleistungs- und Administrationsbereich gefordert

Von den befragten ExpertInnen wird eingebracht, dass Digitalisierung und damit in engem Zusammenhang stehend Globalisierung alle Lebens- und Arbeitsbereiche betrifft. Insbesondere im Dienstleistungsbereich, so wird von diesen betont, sind bereits aktuell in manchen Segmenten – etwa Banken und Handel – sehr weitreichende Veränderungen zu beobachten und zukünftig weitere zu erwarten. Der gesamte Administrationsbereich, so wird oft weiterführend erläutert, verändert sich durch Digitalisierung und Globalisierung massiv.

Gestaltungsmöglichkeiten von Industrie 4.0

Versteht man neue Produktionssysteme als sozio-technische Systeme, d. h. bedenkt man, dass technische Innovationen in organisatorische und diese wiederum in soziale Prozesse eingebunden sind, dann eröffnen sich unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten und -spielräume von Industrie 4.0 und es geht nicht nur um Anpassungsnotwendigkeiten.[6] Es werden unterschiedliche Entwicklungspfade in Bezug auf das Zusammenwirken von Mensch und Maschine oder die Unternehmensorganisation diskutiert, mit jeweils unterschiedlichen Auswirkungen auf die MitarbeiterInnenstruktur in Unternehmen. Vor allem die Zukunft der Facharbeit hängt sehr stark davon ab, in welche Richtung sich Unternehmen entwickeln werden. Vermutlich werden sich auf Dauer, wie auch die Befragung im Rahmen dieser Studie bestätigt, vor allem Mischformen oder Zwischenlösungen einspielen.

Partizipation in der Entwicklungsphase

Bedingt durch die Tatsache, dass Entwicklungsschritte, die unter dem Stichwort „Industrie 4.0" subsumierbar sind, eine umfassende Analyse der bestehenden Produktionsprozesse voraussetzen und grundsätzlich einen innerbetrieblichen Optimierungsprozess darstellen, finden in diesem Kontext nicht selten auch Adaptionen bestehender Arbeitsprozesse statt. Um alle Optimierungspotenziale aufgreifen, aber auch, um ein umfassend funktionsfähiges System etablieren zu können, berichten die befragten UnternehmensvertreterInnen davon, dass VertreterInnen aller am jeweiligen Prozess beteiligten Organisationseinheiten in die Entwicklungsarbeiten einbezogen wurden.

Entwicklungsstand, Chancen und Herausforderungen im Kontext Industrie 4.0

Im deutschsprachigen Raum gibt es einige Studien darüber, wie Unternehmen das Thema Industrie 4.0 einschätzen, auf welchem Stand sie sind und worin die größten Chancen und Herausforderungen gesehen werden. Es werden z.B. Effizienzsteigerungen und Kostenreduktion erwartet. Am meisten beschäftigen die Unternehmen Fragen zur Datensicherheit, rechtliche Themen und das Thema MitarbeiterInnenkompetenz. Die Aus- und Weiterbildung wird als sehr wesentlich dafür betrachtet, ob ein Unternehmen fit für die Digitale Transformation wird. Die Studien zeigen auch, dass sich Betriebe in unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Digitalisierung befinden.

[6] Vgl. AK Wien (2016), Seite 14ff.

Das zeigt sich auch in dieser Studie. So stehen auf der einen Seite (jüngere) Unternehmen, die betonen, sich seit ihrer Gründung mit dieser Thematik zu beschäftigen, neben - meist größeren - Unternehmen, die beschreiben, vor zumindest 10 Jahren mit der diesbezüglichen Diskussion gestartet zu haben. Am anderen Ende der Skala befinden sich Betriebe, bei denen aktuell erst unternehmensspezifische Feasibility-Studies durchgeführt werden.

Bei der Frage nach der Endausbaustufe von Industrie 4.0 wird immer wieder betont, dass Industrie 4.0 eine nächste Entwicklungsstufe eines laufenden Prozesses der Weiterentwicklung von Unternehmen bedeutet. Ein Ende dieser Entwicklungen sei nicht absehbar und es könne auch nicht konkret beschrieben werden, wohin diese Entwicklungen letztlich führen.

Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Beschäftigung

Die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigungszahlen werden unterschiedlich prognostiziert. Die einen gehen davon aus, dass die zunehmende Digitalisierung keine bis wenige Auswirkungen hat. Andere sprechen von einer Stabilisierung oder sogar einem Revival der Industriebeschäftigung und der Schaffung neuer Jobs im Produktionsumfeld. Eine Studie der Boston Consulting Group kommt zu dem Schluss, dass in Deutschland infolge der Digitalisierung bis 2025 bis zu 350.000 neue Arbeitsplätze im industriellen Bereich mehr entstehen als wegfallen werden. Einem Jobverlust von rund 610.000 Jobs stehen rund 960.000 Jobs gegenüber.[7]

Das deutsche Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung kommt in seinen Szenario-Rechnungen zu einem Verlust von 490.000 Arbeitsplätzen in Deutschland bis 2025 und zum Entstehen von 430.000 neuen Arbeitsplätzen durch die Umsetzung von Industrie 4.0.[8]

Einige Studien aus dem angelsächsischen Raum gehen davon aus, dass menschliche Arbeit künftig durch Digitalisierung in weiten Teilen ersetzt werden könnte. Davon betroffen seien nicht nur einfache, sondern auch qualifiziertere Tätigkeiten. Entscheidend ist der Anteil an wiederkehrenden Abläufen und weniger das intellektuelle Anspruchsniveau.

Die Prognoseunterschiede haben insbesondere auch damit zu tun, ob Berufe oder Tätigkeiten betrachtet werden, neu entstehende Aufgabenbereiche ausreichend berücksichtigt und die wirtschaftliche Sinnhaftigkeit von Digitalisierung ins Kalkül gezogen wurden.

Einfache Routinetätigkeiten am stärksten bedroht

Worin sich die Studien einig sind: Einfache Routinetätigkeiten sind am stärksten bedroht. Das muss aber nicht zwangsläufig zum Arbeitsplatzverlust aller Geringqualifizierten führen. Der Einsatz von Datenbrillen oder Tablets in der industriellen Produktion könnte beim Erlernen von Tätigkeiten helfen und es wird nach wie vor schwer automatisierbare Produktionsschritte geben oder solche bei denen sich eine Automatisation nicht lohnt. Weniger vorhersehbar ist die Zukunft der „mittleren“ Facharbeit. Das Spektrum reicht von der Dequalifizierung bis zum Upgrading.[9]

Personaleinsparungen gehen mit neuen Personalbedarfen einher

Nach Aussage der befragten Unternehmen haben bzw. hatten die unter dem Titel „Industrie 4.0“ von ihnen beschriebenen Entwicklungsschritte Auswirkungen auf die Anzahl der Beschäftigten, wobei durchgängig davon berichtet wurde, dass Kündigungen verhindert werden konnten, weil die frei werdenden Ressourcen andernorts benötigt wurden. Diese Aussagen müssen jedoch insofern kontextualisiert werden, als sich alle befragten Unternehmen in Wachstumsphasen befanden.

[7] Vgl. Lorenz, Markus et al. (2015), Seite 6ff.
[8] Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 63
[9] Vgl. Hans Böckler Stiftung (2015), Seite 4f.

Jene Unternehmen, die die Personaleinsparungen quantifizierten, sprachen von Einsparungen im Ausmaß von rund 20% der Beschäftigten. Gleichauf werden jedoch steigende Personalbedarfe an anderen Stellen beschrieben: So entstehen durch die Vielzahl an neuen, systematisch gesammelten Daten und Informationen neue Möglichkeiten der Planung und Entwicklung mit entsprechendem Personalbedarf. Insbesondere in der Datenanalyse sowie in spezifischen Softwareentwicklungssektoren wird immer wieder zusätzlicher Personalbedarf betont.

Vor diesem Hintergrund wird mehrfach darauf hingewiesen, dass grundsätzlich und kurz- bis mittelfristig vor allem Routinetätigkeiten entweder von Verlagerung in Länder mit günstigerer Lohnkostenstruktur oder aber von Automatisation bedroht sind. Allerdings verliert für Unternehmen, die sehr stark innovations- und entwicklungsorientiert sind, die Frage der Personalkosten in den Interviews an Bedeutung. Hier geht es vor allem darum, innovations- und entwicklungsorientierte MitarbeiterInnen zu rekrutieren und zu binden. Dies wird als herausfordernd beschrieben.

Den sukzessiven Rückgang von Beschäftigungsoptionen im Bereich von Routinetätigkeiten heben auch die befragten ExpertInnen hervor. Es handelt sich dabei um einen längerfristigen Prozess, der allerdings bereits voll im Gange ist. Grenzen des Ersatzes von Routinetätigkeiten durch Maschinen sowie auch Grenzen der Auslagerung derartiger Tätigkeiten in Billiglohnländer sehen die befragten ExpertInnen insbesondere im Bereich der personenbezogenen und persönlichen Dienstleistungen. Gerade diese Bereiche könnten zukünftig stärker als bisher nachgefragt sein und entsprechende Beschäftigungsoptionen für Menschen mit hoher Affinität zu Routinetätigkeiten bieten. In Summe, so wird beim Thema Beschäftigungsentwicklung betont, ist daher eher von einem gleichbleibenden, allerdings inhaltlich anders strukturierten Beschäftigungsvolumen auszugehen.

Interesse an intensivierter Beschäftigung von Frauen

Automatisation und Digitalisierung bedeuten in der Regel abnehmende Bedeutung von physischer Kraft in der Produktion. Das lässt Potenziale für ein Aufweichen der geschlechtsspezifischen horizontalen Segmentierung des Arbeitsmarktes erwarten. Die Befragten erzählen in der Regel von sehr positiven Erfahrungen mit weiblichen Beschäftigten und betonen hohes Interesse an einer intensivierten Rekrutierung von Frauen. Es wird allerdings berichtet, dass sich kaum Frauen für technische Stellen bewerben. Will man, so die mehrheitliche Aussage von befragten UnternehmensvertreterInnen und BetriebsrätInnen, den Frauenanteil in technischen Segmenten erhöhen, braucht es frühzeitige Interventionen (Kindergarten, Schule).

Kompetenzen für Industrie 4.0

Wie sich Tätigkeitsprofile und damit einhergehende Anforderungen genau entwickeln werden, ist von mehreren Faktoren abhängig. Wesentlich wird beispielsweise sein, ob Unternehmen einen sogenannten technikzentrierten Ansatz wählen oder eine ganzheitliche Strategie im Sinne einer ausgewogenen Gesamtlösung in den Dimensionen Mensch, Technik und Organisation verfolgen bzw. einen Mittelweg zwischen diesen beiden Polen beschreiten. Einfluss wird des Weiteren die konkrete Ausgestaltung der Arbeitsorganisation haben. Darüber hinaus wird die Konfiguration von Assistenzsystemen eine Rolle spielen. Auch hat der Mensch bestimmte Fähigkeiten, die nur schwer oder mit unverhältnismäßig hohem Aufwand von einer Maschine übernommen werden können.[10]

Unternehmen wählen beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Markt- und Produktionsanforderungen verschiedene Kombinationen aus Technologieeinsatzvarianten und Organisationsoptionen.[11] Diese Varianz der Kombinationen lässt wenig gesicherte Aussagen über zukünftige Tätigkeitsprofile und Anforderungen zu. Die Anforderungen hängen auch damit zusammen, auf welcher

[10] Vgl. Bauernhansl, Thomas / ten Hompel, Michael / Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.) (2014), Seite 451 ff

[11] Vgl. Windelband, Lars / Dworschak, Bernd (2015), Seite 78

Ausprägungsstufe des „Internets der Dinge“ in der industriellen Produktion ein Unternehmen sich gerade befindet.

Es ist von einem langfristigen und in unterschiedlichen Branchen und Berufsbereichen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit verlaufenden Prozess der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung der industriellen Wertschöpfungsprozesse auszugehen.

Der ehemalige deutsche Arbeitskreis zu Industrie 4.0 kommt zur Einschätzung, dass die Tätigkeitsprofile durch zwei Trends unter starken Veränderungsdruck geraten: Zum einen werden herkömmliche, stark arbeitsteilige Produktionsprozesse in eine veränderte Aufbau- und Ablauforganisation eingebettet sein und mit Entscheidungs-, Koordinierungs-, Kontroll- sowie begleitenden Dienstleistungsfunktionen angereichert werden. Zum anderen ist das Zusammenwirken virtueller und realer Maschinen, Anlagensteuerungen sowie Fertigungsmanagementsysteme zu organisieren und aufeinander abzustimmen. Zusammenfassend: Durch das Zusammenwachsen von IKT, Produktions- und Automatisierungstechnik und Software werden mehr Arbeitsaufgaben in einem technologisch, organisatorisch und sozial sehr breit gefassten Handlungsfeld zu bewältigen sein.[12]

Disposition zur Selbstorganisation wesentlich

Betrachtet man die Aussagen der befragten BetriebsvertreterInnen zu aktuellen und zukünftigen Kompetenzanforderungen an MitarbeiterInnen, so lassen sich diese auf einer sehr allgemeinen und übergeordneten Ebene am besten mit der folgenden Definition von „Kompetenz“ zusammenfassen. Kompetenz beinhaltet demnach (auch) Qualifikation, geht aber darüber hinaus und wird als Disposition zur Selbstorganisation, die ein situations- und kontextadäquates Handeln und Problemlösen ermöglicht, verstanden.[13]

Selbstkompetenzen und fundiertes fachliches Verständnis

Im Vordergrund der von den UnternehmensvertreterInnen beschriebenen Kompetenzanforderungen stehen sogenannte Selbstkompetenzen, Haltungen und Orientierungen. Lernbereitschaft, eigenständiges Lernen und Arbeiten, Veränderungsbereitschaft, Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme, Innovationsorientierung sind in allen Interviews prominent platzierte und beschriebene Anforderungen. Dieser Bereich ist für vereinzelte Betriebe derart bedeutsam, dass unternehmensinterne Kompetenzentwicklungsmodelle erarbeitet wurden, die vor allem auf die Entwicklung von Selbstkompetenzen abheben. Oder es wird betont, dass vor allem Selbstkompetenzen entscheidend für die Personalauswahl sind, weil alles andere geschult werden kann.

Während die eigenständige Weiterentwicklung der eigenen Kompetenzen, Lern- und Veränderungsbereitschaft sowie Innovationsorientierung und Flexibilität durchgängig erwartet werden, ist die Reichweite der erwarteten Entwicklungsinitiative abhängig von der jeweiligen Position im Unternehmen. Mit zunehmender Verantwortung wird – so lassen sich die Beschreibungen interpretieren – auch die Reichweite der gewünschten Verbesserungs- und Veränderungsimpulse breiter.

Die starke Fokussierung auf Selbstkompetenzen darf keineswegs darüber hinwegtäuschen, dass eine Reihe anderer Kompetenzebenen erwartet werden. Parallel zu den angeführten Selbstkompetenzen respektive als Basis für diese wird ein aufgabenspezifisch unterschiedliches, jedoch in der Regel sehr fundiertes fachliches Verständnis vorausgesetzt.

Dieses fachliche Rüstzeug muss einerseits fachspezifisch vertieft und andererseits durchaus breit sein, um komplexe fachspezifische Aufgaben bewältigen und Probleme oder neue Anforderungen schnell analysieren zu können. Die fachliche Breite ist auch erforderlich, weil ein Teil der Personaleinsparungspotenziale in Zusammenhang mit Industrie 4.0 darin liegt, eine Person gleichzeitig für mehrere Maschinen oder Prozessschritte einsetzen zu können.

[12] Vgl. acatech (2013), Seite 59

[13] Vgl. Erpenbeck John, zit. nach Zürcher (2007), Seite 63

Anlernqualifikationen spielen in den Unternehmen, deren VertreterInnen im Rahmen dieser Studie befragt wurden, zumeist eine quantitativ untergeordnete Rolle und sind rückläufig. In den Beschreibungen jener Aufgabenstellungen, die in den Unternehmen noch von MitarbeiterInnen ohne formaler Berufsausbildung ausgeübt werden, fällt auf, dass das Anforderungsniveau auch in diesen Positionen durchaus beträchtlich ist.

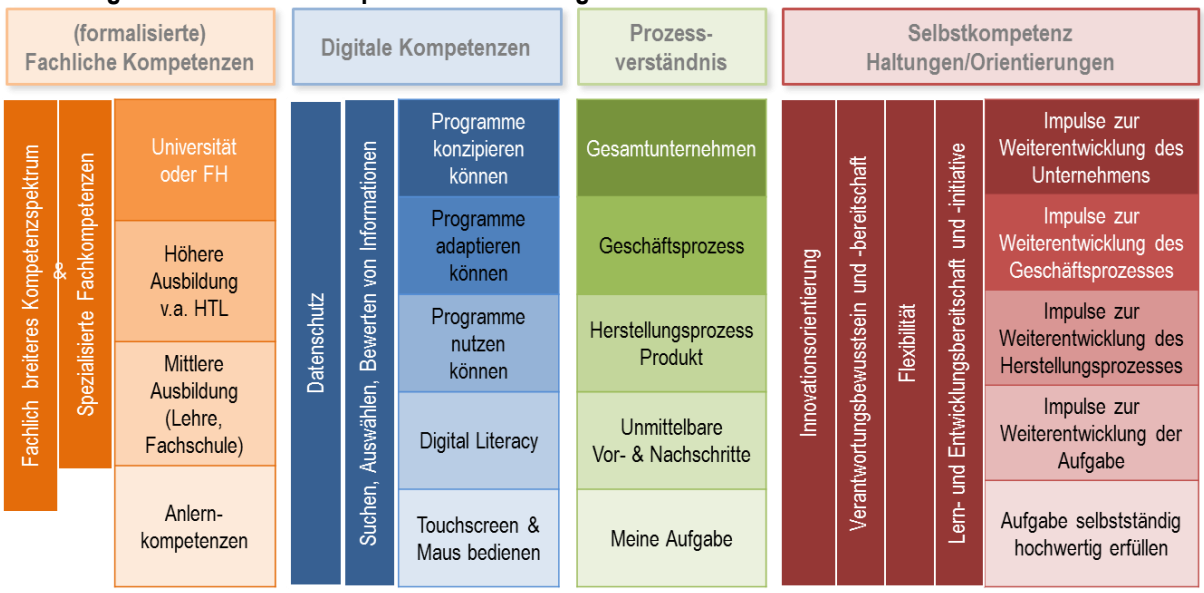
Digitale Kompetenzen unterschiedlicher Niveaus erforderlich

Schließlich sind digitale Kompetenzen erforderlich. Auch diese sind je nach Position und Aufgabengebiet unterschiedlich, umfassen jedoch jedenfalls die Kompetenz, einen Touchscreen und eine Computermaus bedienen zu können. Ebenso wird durchgängig von allen MitarbeiterInnen eine Grundsensibilität im Umgang mit Daten erwartet und die Kompetenz, die für die Aufgabenerfüllung notwendigen Informationen eigenständig recherchieren, bewerten und nutzen zu können. Auf einer obersten Ebene geht es im Bereich der digitalen Kompetenzen darum, Programme konzipieren und umsetzen zu können.

Verständnis für den Gesamtprozess

In einem vernetzten Geschäftsprozess ziehen Eingriffe und Handlungen an unterschiedlichen Stellen Konsequenzen nach sich. Je stärker digitalisiert und je weniger personalintensiv ein Geschäftsprozess nach durchgeführter Digitalisierung ist, desto weniger können Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt und abgefedert werden. Prozessverständnis und das Vorwegnehmen von potenziellen Fehlern sind deshalb eine wesentliche Anforderung. Auch in diesem Kompetenzbereich ist die Reichweite je nach Position unterschiedlich: Mehr oder weniger auslaufend sind in einem volldigitalisierten Geschäftsprozess Arbeitsaufgaben, bei denen es reicht, sich ausschließlich auf die eigene Aufgabe zu konzentrieren.

Abbildung: Erwartete Kompetenzen der befragten Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung

Die Frage der Qualifizierung

Bei allen Unsicherheiten in Bezug auf die konkrete Ausgestaltung von Industrie 4.0 kann davon ausgegangen werden, dass standardisierte Routineaufgaben ebenso wie körperlich schwere Tätigkeiten zunehmend automatisiert werden und davon sind insbesondere geringqualifizierte Personen betroffen. Damit in Zusammenhang steht die Frage der Höherqualifizierung dieser Personen.

Wenn generell mit einer Verschiebung in Richtung höherer und breiterer Kompetenzprofile zu rechnen ist, betrifft das Thema aber auch FacharbeiterInnen.

Kompetenzen gut im Arbeitsprozess erwerbbar

Kompetenzen können besonders gut im Prozess der Arbeit erworben werden. Ein Blick auf die vorher beschriebenen geforderten Kompetenzen macht deutlich, dass vieles nicht so einfach in seminaristischen Aus- und Weiterbildungsprogrammen gelernt werden kann.

Der deutsche Arbeitskreis Industrie 4.0 kommt zur Empfehlung arbeitsplatznaher Weiterbildung.[14] Es gilt, die normalen Arbeitsprozesse lernförderlicher zu gestalten – eine wesentliche Grundlage für Lebensbegleitendes Lernen - und die Lernhaltigkeit der täglichen Arbeit besser zu nutzen.[15] So könnten beispielsweise Produktionsprozesse unter didaktischen Aspekten strukturiert werden.

Andererseits sollten arbeitsnahe und arbeitsintegrierte Lernangebote gestaltet werden, wie z.B. Communities of Practice, KVP-Zirkel[16], Peer-Learning u. ä.

Eine verstärkte Integration von Arbeits- und Lernprozessen verkürzt die Transferstrecke zwischen Lernen und Anwenden, was insbesondere bei sehr kurzfristigen Veränderungen wesentlich ist.[17]

Die Verbindung von Arbeiten und Lernen spricht auch jene Teile der Belegschaft an, die eine eher reservierte Haltung gegenüber Schulungen und Seminaren einnehmen. Vor allem un- und angelernte Personen haben häufig über längere Zeit an keinen formalen Bildungsprozessen teilgenommen und sind mit herkömmlichen Lernsettings wenig vertraut.

Bei der Qualifizierung am oder nahe am Arbeitsplatz können digitale und multimediale Lernmaterialien unterstützen. Es ist immer wieder von intelligenten, industriellen Assistenzsystemen die Rede, die digitale Lerntechnologien direkt an den Arbeitsplatz bringen. Das Spektrum reicht von einfachen Softwareanwendungen bis zu Simulationen, virtuellen Welten oder immersiven[18] Lernumgebungen, die Prozesse der Wirklichkeit realitätsnah abbilden.

Duale tertiäre Ausbildungen werden bedeutender

Interessant ist im Zusammenhang mit dem Thema Qualifizierung noch folgender Aspekt: Deutsche Studien weisen darauf hin, dass der Arbeitsmarkt zunehmend Hybridqualifikationen benötigt, die sowohl theoretisches Wissen als auch die Fähigkeit zu praktischer Umsetzung miteinander verbinden. Damit einher geht die Forderung nach Konzepten des dualen Studiums oder Modellen der Ausbildung auf akademischem Niveau, die additiv oder integrativ Berufspraxis und Qualifikationswege beruflicher Bildung einbeziehen oder die Integration von akademischen Bildungsgängen oder Weiterbildungsangeboten in theoretische anspruchsvolle Ausbildungsberufe[19] wie beispielsweise Berufsakademien bzw. duale Hochschulen in einigen deutschen Bundesländern.

Befragte Unternehmen stellen vor allem innerbetriebliche Angebote bereit

Die befragten UnternehmensvertreterInnen betonen die maßgebliche Rolle der laufenden Weiterentwicklung der Beschäftigten, um die unterschiedlichen beschriebenen Kompetenzbündel zur Verfügung zu haben. Es wird sehr durchgängig von innerbetrieblichen Angeboten berichtet, auch wenn die laufende Weiterentwicklung der Kompetenzen durchaus ebenso im Eigenverantwortungsbereich der MitarbeiterInnen verortet wird. Vereinzelt wird allerdings konstatiert, dass die Bereitstellung von ausreichend Zeit für Weiterbildungszwecke problematisch ist.

[14] Vgl. Acatech (2013), Seite 61
[15] Vgl. Weber, Friederike / Gräfinger, Elisabeth (2007), Seite 21
[16] Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
[17] Vgl. Becker, Manfred (2015), Seite 16f.
[18] Man spricht von einer immersiven, virtuellen Umgebung, wenn es BenutzerInnen ermöglicht wird, direkt mit dieser zu interagieren.
[19] Vereinigung der hessischen Unternehmensverbände e.V (2014), Seite 32ff

Bildungskarenzierungen gibt es in den befragten Betrieben bislang keine oder kaum. Betont wird, dass man im Falle von längeren Weiterbildungsteilnahmen immer eine individuell passende Lösung finde und derartige Entwicklungsprozesse auch aktiv unterstütze. Vielmehr wird nach Möglichkeiten der Verbindung von Arbeit und Bildung gesucht.

Bei den firmeninternen Schulungsangeboten, von denen vor allem berichtet wird, spielen – anders als bei firmenextern absolvierten Weiterbildungsangeboten – Zertifizierungen mit wenigen Ausnahmen keine Rolle. Gerade vor dem Hintergrund, dass – wie die Befragten durchgängig betonen – interne Schulungs- und Einschulungsprozesse an Relevanz und an Intensität gewinnen, scheint das Thema der Zertifizierung erworbener Kompetenzen für Unternehmen und Beschäftigte von zentraler Bedeutung zu sein.

Conclusio, Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen

In der vorliegenden Studie kommt klar zum Ausdruck, dass Unternehmen nur dann für die Veränderungen im Zuge von Industrie 4.0 gut gerüstet sind, wenn sie entsprechend kompetente MitarbeiterInnen haben. Und es zeigt sich deutlich, dass ein breites und relativ hohes Kompetenzprofil gefragt ist, bei dem neben fachlichen Kompetenzen sogenannte überfachliche Kompetenzbereiche einen hohen Stellenwert haben. Das ist insofern herausfordernd, als sich vieles nicht mit klassischen internen und externen Schulungs- und Weiterbildungsprogrammen abdecken lässt.

Aus den Studienergebnissen leiten sich folgende Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen ab:

Analyseraster Lernförderlichkeit: Insbesondere wenn es darum geht, Lernmöglichkeiten für alle ArbeitnehmerInnen zu schaffen, und das wird bei Veränderungen im Zuge von Industrie 4.0 notwendig sein, sollte eine sehr breite Sicht auf betriebliches Lernen um sich greifen und das Bewusstsein geschaffen werden, dass die Unternehmenskultur, die Gestaltung der Arbeitsorganisation und der Arbeitsplätze wesentlich für die Kompetenzentwicklung der MitarbeiterInnen sind. Beispielsweise könnte den Unternehmen ein Analyseraster zur Verfügung gestellt werden, der ihnen dabei hilft, die Lernförderlichkeit ihrer Unternehmenskultur und Führungspraxis sowie das Lernpotenzial der alltäglichen Arbeit zu durchleuchten.

Kompetenzpass 4.0: Betriebliches Lernen stellt sich im Kontext Industrie 4.0 als wesentliche und geeignete Qualifizierungs- bzw. Kompetenzentwicklungsstrategie heraus. Im Sinne eines möglichst effektiven und effizienten Überblicks über vorhandene Kompetenzen, die innerbetrieblich erworben werden, empfiehlt sich eine – idealerweise überbetrieblich strukturierte und damit nachvollziehbare – Zertifizierung dieser erworbenen Kompetenzen. Zertifizierungen spielen bislang jedoch nur eine unbedeutende Rolle, werden jedoch durchaus befürwortet. Die Entwicklung eines „Kompetenzpass 4.0“ könnte diesbezüglich Abhilfe schaffen.

Unternehmen könnte eine Datenbank bereitgestellt werden, in der innerbetriebliche Schulungen bestimmten Kompetenzbereichen zugeordnet werden könnten und durch das Eingeben weiterer Informationen Zertifikate erstellbar sind. Beschäftigte könnten wiederum in dieser Datenbank ihr eigenes Kompetenzprofil erstellen.

Entwicklungslinie Gamification und Augmented Reality im eLearning: Der Aufbau von Digital Literacy, aber auch die Entwicklung technischer Fachkompetenz kann logischerweise sehr gut mit Unterstützung digitaler und multimedialer Lerntools erfolgen.

Gamification (d.h. die Anwendung spieltypischer Elemente wie z.B. Highscores, Fortschrittsbalken, virtuelle Güter oder Auszeichnungen) kann allerdings solche Lerntools besonders attraktiv, vor allem für jüngere UserInnen, gestalten. Auch Technologien der Augmented Reality[20] geben möglicherweise Instrumente in die Hand, über die Lehr- und Lernarrangements realitätsnah und authentisch und somit besonders ansprechend werden. Solche Lerntools ermöglichen es unseres Erachtens auch, bei der Entwicklung von Prozessverständnis zu unterstützen, weil Prozessschritte und deren Zusammenwirken entsprechend abgebildet werden können.

Unseres Erachtens können Förderungen der öffentlichen Hand die Entwicklung derartiger Lerntools, die relativ teuer sind, vorantreiben. Beispielsweise könnten im Rahmen einer eigenen Entwicklungslinie Projekte gefördert werden, in denen Unternehmen oder Unternehmensverbünde mit Weiterbildungsträgern und auf Gamification oder Augmented Reality spezialisierten Softwarehäusern kooperieren.

Frauen in die Technik: frühe und umfassende Interventionen: Trotz verschiedenster Maßnahmen und Initiativen bleibt die Frauenquote bei technischen Berufs(ausbildungen) beharrlich niedrig. Die Berufsentscheidung ist das Resultat vielfältiger, miteinander verzahnter Einflussfaktoren. Dementsprechend sind unterschiedlichste Ansatzpunkte gefragt, die auch strukturelle Veränderungen umfassen müssen. Neben dem breiten Spektrum an Maßnahmen ist deren Frühzeitigkeit wichtig, denn die Entstehung von Geschlechterstereotypen reicht weit in die Kindheit zurück.

Anzusetzen ist aber auch bei der relativ hohen Drop-out Rate von Mädchen in technischen Ausbildungen, bei dem oft nicht gelingenden Übergang in ein technisches Berufsfeld sowie bei dem hohen Ausstieg von Technikerinnen aus einem „rein" technischen Berufsfeld. Darüber hinaus muss die Arbeitssituation von Frauen in technischen Berufen betrachtet werden. Viele Studien zeigen, dass Frauen in technischen Berufen durchaus mit Vorurteilen und Benachteiligungen konfrontiert sind, beispielsweise wird immer wieder ihre Fachkompetenz angezweifelt. Es zeigen sich strukturelle Barrieren, aber auch exkludierende soziale Praktiken.[21]

Es reicht demgemäß nicht aus, wenn sich Unternehmen weiblichen (Lehrstellen)Bewerberinnen gegenüber offen zeigen und/oder diese gezielt ansprechen. Betriebe sind auch gefordert, ihre Unternehmenskultur zu reflektieren und gezielte betriebliche Maßnahmen zu setzen (z.B. im Bereich der Vereinbarkeit von Familie und Beruf).

„Dualisierung" im tertiären Bereich: Duale Ausbildungsmodelle – auch im tertiären Bereich – werden, so wird immer wieder hervorgehoben, den neuen und breiten Anforderungen im Zuge von Industrie 4.0 möglicherweise besser gerecht als rein bildungsinstitutionelle. Duale Studien (und damit sind nicht Studien mit langen Praktikumszeiten oder berufsbegleitende Studien, sondern ausbildungsintegrierende Formen gemeint) gibt es in Österreich allerdings nur sehr wenige. Seitens der Wirtschaft sollten entsprechende duale Modelle forciert und bei deren Konzipierung mitgearbeitet werden.

[20] Unter „Augmented Reality" (AR) oder „Erweiterte Realität" wird ein Konzept verstanden, das in die Projektion der objektiven Außenwelt Computerdaten einblendet. Beispielsweise kann die durch ein Smartphone oder eine spezielle Brille wahrgenommene reale Welt in Echtzeit mit Text, Grafiken, Animationen oder Videos überlagert werden. BenutzerInnen können sowohl durch eine Veränderung des Projektionsausschnittes der externen Realität als auch durch direkte Manipulation der eingeblendeten Objekte mit den dahinter liegenden Computerdaten interagieren.

[21] Vgl. Schneeweiß Sandra (2016), Seite 41ff. und Seite 56f.

„Digitalisierung“ der Lehrlingsausbildung: Um ein entsprechendes Grundverständnis für digitalisierte Prozesse bei Auszubildenden zu schaffen, ist die verstärkte Nutzung digitaler Werkzeuge in der Lehrlingsausbildung, sowohl in den Berufsschulen als auch im betrieblichen Bereich, empfehlenswert. Voraussetzungen dafür sind eine entsprechende Infrastruktur und Know-how bei den Lehrpersonen. Weiters wäre eine Evaluation und Überarbeitung der Ausbildungsvorschriften und der daraus entwickelten Ausbildungspläne sowie der Lehrpläne der Berufsschulen in Hinblick auf die erforderlichen digitalen Kompetenzen zu diskutieren, wobei – dort wo dies noch nicht der Fall ist - die für alle Lehrlinge erforderlichen digitalen Kompetenzen ebenso in die duale Ausbildung integriert werden sollten wie die diesbezüglich erforderlichen berufsspezifischen Fertigkeiten und Kenntnisse. In Deutschland zeigt eine Studie der Bertelsmann Stiftung, was vermutlich auch für Österreich zutrifft, dass Ausbildungsbetriebe und Berufsschulen die Möglichkeiten der Digitalisierung noch zu wenig nutzen, weil sie nicht entsprechend ausgerüstet sind und es den Lehrkräften an Unterstützung mangelt.[22]

[22] Vgl. http://www.zeit.de/karriere/beruf/2016-07/digitalisierung-ausbildung-chancen-studie-internet (abgerufen am 31.07.2016)

Langfassung

1 Einleitung

Vorliegender Endbericht fasst die Ergebnisse einer vom Wirtschaftsservice Austria aws in Kooperation mit dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie sowie der Arbeiterkammer Wien in Auftrag gegebenen Studie zusammen. Ziel der Studie „Qualifizierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0“ war es, auszuloten, ob und in welchen Bereichen UnternehmensvertreterInnen und ExpertInnen Qualifizierungsbedarfe verorten, wenn sich Unternehmen im Sinne von „Industrie 4.0“ weiterentwickeln.

Konkrete Ziele der Studie waren:

- Erarbeitung eines ersten Überblicks über die mit der Umsetzung von Industrie 4.0 verbundenen Herausforderungen im Bereich der MitarbeiterInnenqualifikation
- Exemplarische Beschreibung gelungener Bewältigungsstrategien und Lösungsansätze
- Auslotung wesentlicher Handlungsbedarfe und Ansatzpunkte
- Entwicklung von Handlungsempfehlungen

Kern der Studie: Interviews mit UnternehmensvertreterInnen und ExpertInnen

Die Laufzeit der Studie betrug etwas mehr als ein halbes Jahr (Dezember 2015 bis Juni 2016). Nach einer umfassenden Analyse vorhandener Fachliteratur zum Thema Industrie 4.0 wurden insgesamt 11 VertreterInnen (GeschäftsführerInnen und Personalverantwortliche) mittlerer und größerer Unternehmen, 7 BetriebsrätInnen und 8 ExpertInnen im Rahmen von leitfadengestützten Face-to Face-Interviews und Workshops befragt und die Gespräche themenzentriert ausgewertet. Folgende Unternehmen wurden in die Erhebung einbezogen:

- BENEDICT, 1220 Wien, Produktion von Niederspannungs-Schaltgeräten, weltweiter Vertrieb.
- Delacon Biotechnik, 4221 Steyregg, Produktion von phytogenen Futtermittelzusatzstoffen, weltweiter Vertrieb.
- Duomet, 3341 Ybbsitz, Metallbe- und –verarbeitung, Maßschneiderung hochwertiger Technologiekomponenten.
- Fronius, 4643 Pettenbach, Technologien und Lösungen zur Kontrolle und Steuerung von Energie für Batterieladesysteme, Schweißtechnik und Solarelektronik.
- HOS Technik Vertrieb, 9431 St. Stefan, Entwicklung und Fertigung von (hitzebeständigen) Hochleistungskunststoffen.
- Loxone Electronics, 4154 Kollerschlag, Smart Home-Intelligent Home Automation.
- Kunststoffmetalltechnik KMT, 3812 Großsiegharts.
- Nemak, 4030 Linz, Produktion von Zylinderköpfen, Zylinderkurbelgehäusen und Fahrwerksteilen aus Aluminiumguss.
- Resch, 8421 Wolfsberg im Schwarzautal, Präzisionsdreh- und –frästeile im Bereich Prototypenbau.
- Ulrich und Horn Securikett, 2355 Wiener Neudorf, Entwicklung und Produktion fälschungs- und manipulationssichererer Spezialetiketten.
- Internorm Bauelemente, 4152 Sarleinsbach, Produktion von Fenster- und Türeinheiten.

Die Unternehmen wurden durch den Auftraggeber AWS ausgewählt und waren zum Zeitpunkt der Auswahl mit Projekten im Kontext „Industrie 4.0“ beschäftigt. Die BetriebsrätInnenauswahl erfolgte in Abstimmung mit der AK Wien. Diese waren in folgenden Unternehmen tätig: Cofely, Wien Energie – Fernwärme, Siemens, Opel, Borealis und AVL.

Als weitere ExpertInnen wurden VertreterInnen folgender Organisationen interviewt:

- Wirtschaftsforschungsinstitut
- Arbeitsmarktservice Österreich
- Austrian Cooperative Research, ACR
- Fraunhofer Institut Wien
- Technische Universität Wien,
- Syngroup Management Consulting

Befragungsergebnisse im Lichte der Literatur

Für den vorliegenden Bericht wurden die einschlägige Fachliteratur sowie Tagungsdokumentationen zu dem Thema entlang der für diese Untersuchung relevanten Fragestellungen ausgewertet. Um die von den Befragten getroffenen Aussagen hinsichtlich ihrer Bedeutung und Reichweite einordnen zu können, werden die Befragungsergebnisse jeweils im Anschluss an die Ergebnisse der Literaturrecherche präsentiert. Vor diesem Hintergrund werden die jeweiligen Aussagen abschließend hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Reichweite eingeordnet.

2 Industrie 4.0: Konzept, Charakteristika und Entwicklungsprozess

Unter dem Stichwort Industrie 4.0 wird seit einiger Zeit die Vernetzung der virtuellen Computerwelt mit der physischen Welt der industriellen Produktion diskutiert.

Deutscher Begriff Industrie 4.0 nimmt Bezug auf die vierte industrielle Revolution

Der Begriff wurde von Henning Kagermann, Präsident der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften - kreiert und soll Bezug auf die vierte industrielle Revolution[23] nehmen. Die deutsche Bundesregierung hat Industrie 4.0 zum deutschen Zukunftsprojekt erklärt. Das Konzept Industrie 4.0 ist Teil des Aktionsplanes der deutschen Bundesregierung zur Hightech-Strategie 2020 - eine Reaktion auf die wachsende Wirtschaftsdynamik.[24]

Im angelsächsischen oder internationalen Raum werden für diese Entwicklungen im Produktionsbereich Begriffe wie Advanced Manufacturing, Smart Production oder Industrial Internet verwendet.[25]

In Österreich hat die breite und intensive Auseinandersetzung mit Industrie 4.0 erst später eingesetzt. Mittlerweile gibt es dazu aber eine Reihe von Initiativen wie den Verein „Industrie 4.0 Österreich – die Plattform für intelligente Produktion“, der 2015 gegründet wurde und wichtige gesellschaftliche, politische, wirtschaftliche und wissenschaftliche AkteurInnen integriert.

Zentrales Merkmal von Industrie 4.0: cyberphysische Systeme

Bei Industrie 4.0 handelt sich um einen Sammelbegriff mit einer großen Bandbreite und verschiedenen Ausprägungen. Bislang gibt es keine einheitliche und abgrenzungsscharfe Definition. Die deutsche Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft definiert Industrie 4.0 beispielsweise folgendermaßen:

„Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von Cyber-Physical Systems[26] in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste[27] in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation.“[28]

[23] Ende des 18. Jahrhunderts wurde mit Einführung von Wasser- und Dampfkraft der Umbruch von der Agrar- zur Industriegesellschaft eingeleitet. Die zweite industrielle Revolution wird zeitlich dem Beginn des 20. Jahrhunderts zugeordnet und läutete das Zeitalter der Hochindustrialisierung ein. Die Elektrifizierung der Produktion führte zu einem Ausbau der Massenproduktion. Die dritte industrielle Revolution ist zeitlich den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zugeordnet und wird auch als die digitale Revolution bezeichnet. Mit der Einführung von Elektronik und Informationstechnologie wurde eine weitere Automatisierung der Produktion möglich. Die vierte Stufe der industriellen Revolution kann als eine Weiterführung oder als eine konsequente Umsetzung der Ideen und Technologien aus der dritten Industrierevolution verstanden werden. Es geht um die interaktive Vernetzung analoger Produktion mit der digitalen Welt (Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 9 ff.)

[24] Vgl. Haberfellner, Regina (2015), Seite 31

[25] Vgl. Igelsböck, Judith et al. (2016), Seite 24

[26] Verschmelzung der physikalischen mit der virtuellen Welt. Es entsteht eine Vernetzung zwischen Mensch, Maschine, Produkt, Objekt und IKT-System. Als Objekt werden Werkzeuge, Behälter und andere Hilfsmittel bezeichnet, die über Barcodes, Sensoren und Aktoren von passiven zu aktiven Einsatzmitteln in der Produktion mutieren. Maschinen können neben dem/der Bediener/in (Mensch) und anderen Maschinen auch mit den Objekten und Produkten kommunizieren, so dass permanent Informationsströme, beispielsweise über Auftragsstand, Material- oder Wartungsbedarf, vorhanden sind.

[27] Zusammenwachsen von Internet mit dem Gegenstand oder der Dienstleistung. Der Computer ist integraler Bestandteil. Via Barcodes, Radiofrequenz-Identifikation (RFID), Sensoren oder Aktoren werden Produkte mit Zusatzinformationen verknüpft. Beispiel: Paketverfolgung im Internet.

[28] Forschungsunion & acatech (2013), zitiert in Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 12

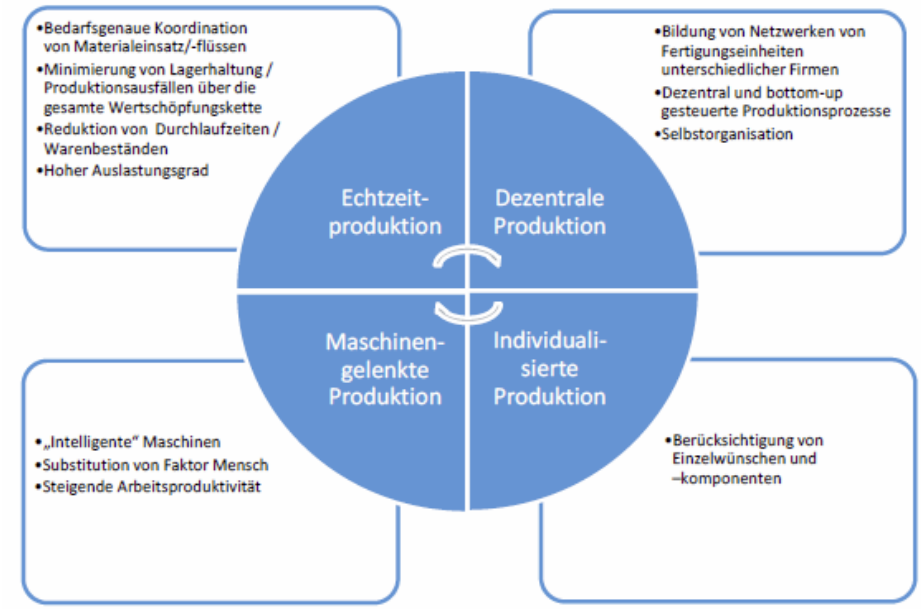
Das zentrale Merkmal von Industrie 4.0 sind cyberphysische Systeme, die insbesondere auch die Maschine-Maschine-Kommunikation ermöglichen. Dem Konzept von Industrie 4.0 zu Folge sollen in Zukunft Produktionssysteme in der Lage sein, sich weitgehend autonom zu steuern und zu optimieren.[29]

So können beispielsweise Anlagen und Geräte durch die Vernetzung auch aus der Ferne angesprochen und gesteuert, mit Hilfe von Daten-Brillen notwendige Informationen für die Erledigung unbekannter Arbeitsschritte situationsbezogen bereitgestellt, mit hochsensiblen Sensoren und Aktoren eine neuartige Zusammenarbeit von Mensch und Maschine ermöglicht und die Fülle an entstehenden Daten zur Steuerung und Kontrolle von Arbeitsabläufen genutzt werden.[30]

Kerncharakteristika von Industrie 4.0

Die Kerncharakteristika von Industrie 4.0 sind Echtzeitproduktion, dezentrale Produktion, maschinengelenkte Produktion und individualisierte Produktion, wie folgende Grafik verdeutlicht:[31]

Abbildung 1: Charakteristika des Begriffes Industrie 4.0



Quelle: Wolter, Marc Ingo (2015), Seite 14

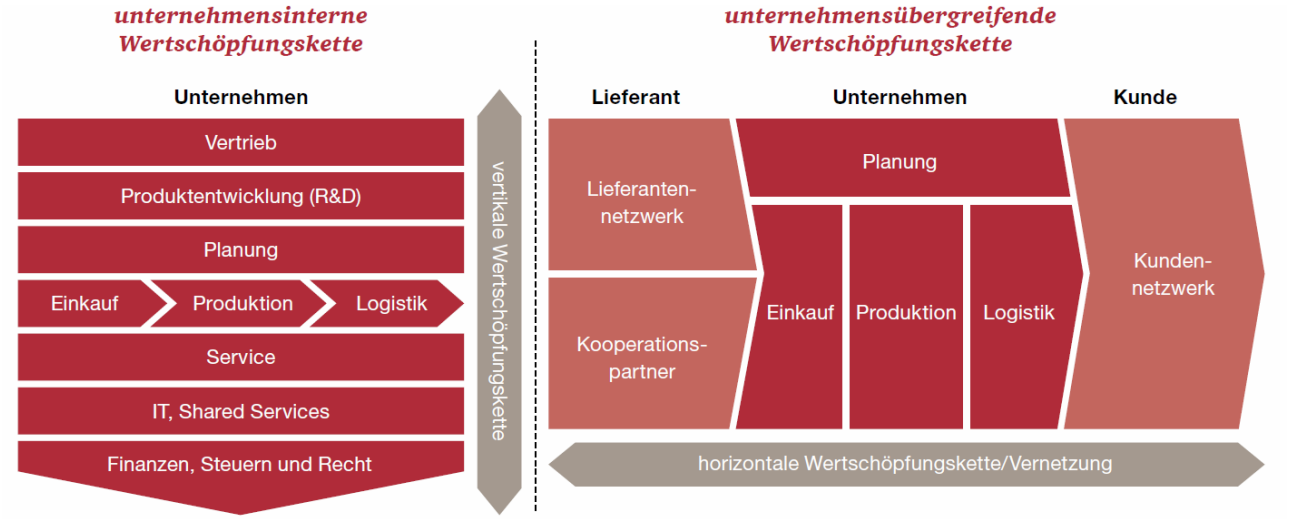
Nach der Mechanisierung, der Elektrifizierung und der Digitalisierung der Industrie soll nun also der nächste Entwicklungsschritt der industriellen Produktion kommen: vernetzte, dezentrale, echtzeitfähige und selbstoptimierende Produktions- und Logistiksysteme, die Maßanfertigungen zu akzeptablen Kosten ermöglichen.

[29] Vgl. Hirsch Kreinsen, Hartmut (2014), Seite 1
[30] Vgl. Möller, Joachim (2015), zit. in: Dengler, Katharina / Matthes, Britta (2015), Seite 6
[31] Vgl. Wolter, Marc Ingo (2015), Seite 14

Vertikale und horizontale Integration

Bei Industrie 4.0 geht es insbesondere um eine intelligente Steuerung und Planung der Produktion innerhalb eines Unternehmens (vertikale Integration) und über die Firmengrenzen hinweg (horizontale Integration). Dafür ist entscheidend, dass Informationen in Echtzeit verarbeitet werden können, alle Prozesse entlang der Wertschöpfungskette miteinander vernetzt sind, sich in gegenseitigem Austausch befinden und selbstorganisiert handeln können.[32]

Abbildung 2: Unternehmensinterne und –übergreifende Wertschöpfungsketten



Quelle: PwC (2015), Seite 18

Das Ziel von Industrie 4.0 ist die „intelligente Fabrik“ (Smart Factory), die sich durch Wandlungsfähigkeit (KundInnenaufträge können beispielsweise aufgrund kurzer Planvorlaufzeiten kurzfristig erledigt oder verschoben werden), Ressourceneffizienz (durch die KundInnen- und Bedarfsorientierung wird nur jene Ware hergestellt, die auch tatsächlich bestellt wurde), ergonomische Gestaltung sowie die Integration von KundInnen und GeschäftspartnerInnen in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse auszeichnet.

Eher evolutionäre statt revolutionäre Entwicklung

Industrie 4.0 schließt an weitreichende organisatorische und technologische Entwicklungen der letzten Jahrzehnte im Produktionsbereich an, deshalb wird auch häufig von einem evolutionären und nicht revolutionären Prozess gesprochen. Entwicklungen in der Elektronik und der IT ermöglichten es bereits in den 1980er Jahren unter dem Konzept des Computer Integrated Manufacturing (CIM), (Teil-)Bereiche der in der Produktion eingesetzten Maschinen und IT-Systeme zu vernetzen. Industrie 4.0 führt die Entwicklung fortwährender Integration und Vernetzung zwischen Maschinen und IT-Systemen weiter und hat auch die Möglichkeit im Auge, IT-Dienste unter Nutzung des Internets betriebsübergreifenden Anwendergruppen in einer gemeinsamen Umgebung anzubieten (vgl. Industrial Data Space) oder sie externen Dritten zu übertragen (Cloud Computing).[33]

[32] Vgl. Wolter et al. (2015), Seite 13
[33] Vgl. Holtgrewe, Ursula et al. (2016), Seite 6ff.

Automatisierte Abläufe gehören bereits jetzt zum Produktionsalltag. In den meisten Produktionssystemen gibt es schon IT-Systeme und auch Roboter haben bereits menschliche Arbeitskraft ersetzt. In der Zukunft geht es vor allem um andere Verbindungen der Systeme untereinander und mit ihrer Umgebung und darum, dass diese Systeme „intelligenter" werden, damit sie kommunizieren und miteinander interagieren können.

Es wird von einem längerfristigen Prozess ausgegangen, der bis rund 2025/2030 dauern wird. Unter anderem auch deshalb, weil für wesentliche Teile der für Industrie 4.0 notwendigen Technologien noch erhebliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich sind. Die Einführung von Industrie 4.0 wird schrittweise immer dort erfolgen, wo sich mit vertretbarem Aufwand und den vorhandenen technologischen Möglichkeiten wirtschaftliche Potenziale heben lassen.

Industrie 4.0: Hoffnung für europäische Industrie

Mit Industrie 4.0 wird die Hoffnung auf eine Zukunft der europäischen Industrie verbunden und somit die Sicherung von Arbeitsplätzen. Ein starker industrieller Kern wird vielfach als Grundlage für Wirtschaftswachstum und Wohlstand angesehen.[34]

Durch die neuen Technologien könnten Kostenvorteile entstehen, die es ermöglichen, auch in Hochlohnländern wieder wettbewerbsfähig zu produzieren. Vor allem exportorientierte Industriezweige müssten sich hier rüsten, weil die Globalisierung die Vergleichbarkeit von Leistungen verbessert, den Wettbewerbsdruck erhöht und Produkt- und Prozessinnovationen somit entscheidend sind.[35]

Es gibt die Hypothese, dass mittlere Unternehmen und der industrielle Mittelstand[36] aufgrund der mit ihrer Größe einhergehenden Flexibilität prinzipiell dazu prädestiniert sind, die Ideen von Industrie 4.0 umzusetzen. Die Vorreiter sind bislang aber vor allem Großunternehmen, mittlere Unternehmen und der industrielle Mittelstand befinden sich eher noch in einer Beobachterrolle. Für kleinere Unternehmen bietet Industrie 4.0 – so die Ansicht vieler ExpertInnen – vor allem aufgrund des technologischen Investitionsaufwandes nur geringes wirtschaftliches Potenzial.[37]

Eine strategische Notwendigkeit für KMU, die beispielsweise als Zulieferer in einer Geschäftsbeziehung zu Betrieben stehen, die ihre Produktion auf Industrie 4.0-Standard heben, wird sein, entsprechende effiziente Schnittstellen in der Wertschöpfungskette zu schaffen und Industrie 4.0-„andockfähig" zu werden.[38]

Österreich werden im Europavergleich gute Ausgangsbedingungen konstatiert, so der „Industry 4.0 Readiness Index" der Unternehmensberatung Roland Berger. Neben Deutschland und Schweden wird Österreich[39] als Frontrunner bezeichnet. Damit werden Länder benannt, die eine große industrielle Basis haben sowie moderne und zukunftsweisende wirtschaftliche Rahmenbedingungen und Technologien aufweisen.[40]

[34] Vgl. Spath, Dieter (2013), Seite 15
[35] Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 10
[36] Als industrieller Mittelstand werden in einer deutschen Studie Unternehmen zwischen 250 und 2.500 Beschäftigten ohne Konzernstruktur bezeichnet.
[37] Vgl. Bischoff, Jürgen (2015), Seite 13 und Seite 145
[38] Vgl. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2015), Seite 6f.
[39] Auch Irland fällt unter die Frontrunner, wird allerdings als ein Spezialfall bezeichnet, weil es von der Pharmaindustrie geprägt ist und einen großen IT Dienstleistungsbereich aufweist.
[40] Vgl. Roland Berger Strategic Consultants (2014), Seite 16f.

2.1 „Industrie 4.0“ aus Sicht der Befragten

Wie die bisherigen Darstellungen nahelegen, kann nicht davon ausgegangen werden, dass es ein einigermaßen durchgängiges Verständnis von Industrie 4.0 gibt. Aus diesem Grund stellten wir unseren InterviewpartnerInnen eingangs die Frage, was sie mit diesem Begriff verbinden. Wie zu erwarten war, streuen die Aussagen, wobei die unterschiedlichen Aspekte, die im zuvor präsentierten Zitat von acatech[41] angesprochen werden, zwar unterschiedlich prononciert, jedoch inhaltlich gut abgedeckt werden. Oder mit den Worten eines befragten Managementvertreters: *„Meine Definition ist die intelligente Vernetzung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen, welche eine hohe Selbststeuerung zum Ziel haben.“ (10)*[42]

Weiterentwicklung der Automatisation um Vernetzung

Vor dem Hintergrund relativ breit streuender Antworten kristallisiert sich ein Verständnis heraus, das von den meisten – insbesondere von Management- wie BelegschaftsvertreterInnen klassischer Produktionsbetriebe – getragen wird: Industrie 4.0 ist die Weiterentwicklung der betrieblichen Produktionsprozesse, die seit Jahrzehnten zunehmend automatisiert wurden, um den Aspekt der Vernetzung. Dabei wird sowohl auf vertikale als auch auf horizontale Vernetzung Bezug genommen.

Vertikale Vernetzung steht im Vordergrund

Von vertikaler Vernetzung erwarten die befragten ManagementvertreterInnen vor allem eine bessere und effizientere Steuerbarkeit der Maschinenauslastung und die Möglichkeit, noch besser auf kurzfristige Kundenwünsche reagieren zu können *(„teilweise werden die Bestellungen noch verändert, wenn die Produktion schon läuft“) (5)*. Auch die Möglichkeit, an zentraler Stelle die gesamten – vergleichsweise anforderungsreichen – Programmierarbeiten realisieren zu können und damit unmittelbar an den Maschinen Personen einsetzen zu können, die das zentral erstellte „Programm“ umsetzen und den Produktionsprozess überwachen, wird genannt. Letzteres wird vereinzelt auch von BelegschaftsvertreterInnen beschrieben – in diesen Fällen jedoch deutlich weniger positiv konnotiert als von VertreterInnen des Managements. Schließlich wird mit vertikaler Vernetzung ein durchgängig dokumentierter Produktionsprozess verbunden, der, bedingt durch die gewonnenen Daten, eine Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten und damit ein gezieltes Ausloten von weiteren effizienzsteigernden Maßnahmen zulässt.

Wieweit die einzelnen Unternehmen selbst diese Vernetzung vornehmen wollen, hängt von einer Reihe von Parametern ab:

- Vernetzung – horizontal und/oder vertikal – ist mit hohen Investitionskosten verbunden, darüber hinaus müssen einerseits die im Einsatz befindlichen Maschinen bestimmten technischen Anforderungen genügen und andererseits die Prozessschritte definiert und schließlich programmiert werden. Berücksichtigt man diese Grundanforderungen, so erklärt sich auch, dass viele ManagementvertreterInnen in Zusammenhang mit horizontaler und vertikaler Integration zuallererst die Frage der Amortisation der dafür notwendigen Investitionen aufwerfen. Insbesondere in jenen Bereichen, in denen voll funktionsfähige, aber im Hinblick auf eine mögliche Vernetzung nicht adäquate Maschinen im Einsatz sind, stellen sich – so ein/e befragte/r ExpertIn – viele diesbezüglich weiterführende Fragestellungen nicht. Zudem - so wird von mehreren befragten VertreterInnen von Management wie Belegschaft berichtet - liefern viele der in der Produktion befindlichen (teuren) Maschinen bei weitem nicht jene differenzierten Rückmeldungen bei Problemen, von denen in der Theorie die Rede ist. Konkret erfordern bspw. Fehlerbehebungen der Fehlermeldungen der meisten Maschinen nach wie vor ein hohes Maß

[41] „Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von Cyber-Physical Systems in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation.“ (Vgl. Seite 17 dieses Berichts)

[42] Die Nummer hinter den Zitaten bezieht sich auf die Interviewnummer.

an menschlicher Kompetenz. Um auszuloten, in welchen konkreten Bereichen welche Investitionen welchen zu erwartenden Erträgen gegenüberstehen, werden in der Regel umfassende unternehmensspezifische Analysen durchgeführt, auf deren Grundlage entschieden wird, ob und wo investiert wird.

- Andererseits hängt das Ausmaß der von den Befragten genannten vertikalen Vernetzung davon ab, welcher Grad der Vernetzung im Unternehmen zum Befragungszeitpunkt bereits realisiert ist. So finden sich unter den befragten Betrieben solche, die ganz am Anfang stehen und sich aktuell in einem Vorprojekt damit beschäftigen, welche Möglichkeiten der (vertikalen und horizontalen) Vernetzung für das Unternehmen mit welchen Potenzialen und Aufwendungen verbunden sind. Daneben finden sich Unternehmen im Sample, deren vertikale Vernetzung zumindest teilweise, bei manchen sogar vollständig realisiert ist. So wird beispielsweise auf die von ISO geforderte Nachverfolgbarkeit der Produktion verwiesen, die eine umfassende Digitalisierung des Produktionsprozesses erforderlich gemacht hat. Teilweise ist auch die horizontale Vernetzung der Unternehmen bereits sehr weit fortgeschritten. Für letztere Unternehmen stehen logischerweise völlig andere Themen im Vordergrund als für erstere.
- Schließlich hängen Ausmaß und vor allem Art der geplanten oder sinnvollen Vernetzung zentral vom Betriebsgegenstand ab – so wird etwa von einem Biotechnik–Unternehmen betont, eine völlig andere Ausgangslage zu haben als etwa die Autohersteller: „*Für uns zentral ist der Informationsfluss und das Reporting im Unternehmen. … Durch Internationalisierung war der bisherige IT-Standard im Unternehmen (Insellösungen, die nicht miteinander kommunizieren, Anm. d. A.) nicht mehr möglich. Für uns ist Industrie 4.0 eine IT-Landschaft, die integriert ist und mit wenigen Schnittstellen einen kompletten Informations- und Wertefluss haben. Dadurch kann ich das Unternehmen auch gut steuern.“(3)* Das Herstellen einer durchgängigen IT-Landschaft ist, so ein/e befragte/r ExpertIn, neben der bereits beschriebenen Tatsache, dass in den Unternehmen teilweise „alte“ (vorwiegend mechanische) Maschinen, die voll funktionsfähig, aber nicht vernetzbar sind, im Einsatz sind, eine weit verbreitete Herausforderung, wenn es um Fragen der Digitalisierung und Vernetzung geht.

Losgröße 1 nach Ansicht der Unternehmen in näherer Zukunft schwer realisierbar

Während im Diskurs zu Industrie 4.0 sehr oft die Rede davon ist, dass dadurch individuell maßgeschneiderte Produkte zum Preis eines Serienproduktes herstellbar sind, Stichwort „Losgröße 1“, wird diese Einschätzung von den befragten VertreterInnen von Unternehmen (Management wie Belegschaftsvertretung) großteils nicht geteilt. Es wird argumentiert, dass Losgröße 1 aufgrund des hohen Umrüstaufwandes bei bestehenden Maschinen auch in Zukunft, zumindest in der Endfertigung, Handarbeit bleiben wird. Auch das Umrüsten erfolgt aktuell zumindest unter Einsatz menschlicher Arbeitskraft. Ein vollautomatisiertes Umrüsten der notwendigen Werkzeuge und Maschinen ist, ausgehend von den hier befragten Unternehmen, zwar für die (fernere) Zukunft, aber nicht für die aktuelle Produktion ein Thema.

Horizontale Vernetzung teilweise bereits realisiert, teilweise als riskant eingestuft

Geht es um Fragen der horizontalen Vernetzung, so sehen die befragten ManagementvertreterInnen darin die Möglichkeit, KundInnen noch schneller und punktgenauer beliefern zu können. So könnten KundInnen beispielsweise direkten Zugriff auf die bestehende Auslastung einzelner Maschinen haben und dadurch besser abschätzen, ob ein bestimmter Liefertermin für ein bestimmtes Produkt möglich ist. Voraussetzung dafür ist, dass die KundInnen genau wissen, auf welcher Maschine ein neues Produkt produziert wird. Derartig tiefe Einblicke in die Produktion zu geben ist jedoch nicht für alle befragten UnternehmensvertreterInnen vorstellbar – dies, weil sie mit hoher Transparenz auch maximale Kopierbarkeit und damit mögliche Wettbewerbsnachteile verbinden.

Neue Geschäftsmodelle werden thematisiert

Andere Unternehmen wiederum – vor allem jene, die sich bereits seit langer Zeit mit dem Thema Vernetzung und Digitalisierung beschäftigen sowie jene, die neben dem herkömmlichen Produktionszweig einen online-Unternehmenszweig aufgesetzt haben – sind bereits in hohem Ausmaß vertikal und horizontal vernetzt. Diese UnternehmensvertreterInnen sprechen im Interview vor allem über das Thema „Neue Geschäftsmodelle": *„Der erweitere Begriff ist die allgemeine Digitalisierung des Wirtschaftslebens und die Transformation bestehender Geschäftsmodelle in die digitale Welt. D. h.: Ich muss das bestehende Geschäftsmodell fit machen für die digitale Welt. Da stehen viele Branchen vor der Wahl, wie sie damit umgehen, dass Digitalisierung die Transparenz unwahrscheinlich erhöht. Bspw. haben Druckereien große Probleme, ihr Geschäftsmodell für die digitale Welt anzupassen, da stellen sich bspw. Fragen, etwa wie man einen Fälschungsschutz internetsicher macht. …Begonnen haben wir als Spezialdruckerei – vielleicht sind wir in 10 Jahren ein IT-Haus mit einer angeschlossenen Druckerei."(6)*

3-D-Druck – ein interessantes Feld für Kleinstserien und Ersatzteile

Vereinzelt wird auch das Thema 3-D-Druck angesprochen: Insbesondere um Maß-Fertigungen oder auch Ersatzteile herstellen zu können, wird das Thema 3-D-Druck von ExpertInnen wie auch von einem befragten Managementvertreter genannt. Diese Technologie steht bislang für die Mehrzahl der befragten Betriebe zwar nicht im Vordergrund, ist aber für jene Produktionsbetriebe, die sich bereits seit längerem mit Industrie 4.0 auseinandersetzen, ein Thema. Betont wird jedoch, dass die Nutzung dieser Technologie bei aktuellem Entwicklungsstand noch sehr anforderungsreich ist. Ein anderes Unternehmen berichtet davon, bereits einen 3-D-Drucker in Betrieb zu haben, mit dem vor allem Prototypen und kleinere Werkzeuge produziert werden können. Mit dieser Technologie wird vom befragten Unternehmensvertreter sehr viel Potenzial verbunden.

Industrie 4.0-Entwicklungsprozess bedeutet hohen betrieblichen Aufwand

Fasst man die unterschiedlichen Aussagen zum Verständnis vom Begriff „Industrie 4.0" zusammen, so handelt es sich um Veranschaulichungen des von einem Referenten anlässlich eines Industrie 4.0-Symposiums in Linz präsentierten Hinweises: *„Industrie 4.0 gibt es nicht von der Stange, das kann man sich nicht irgendwo kaufen"*.[43]Vielmehr, so wurde in Linz betont und in den Interviews anschaulich beschrieben, bedeuten betriebliche Schritte in Richtung Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Kommunikation in der Implementationsphase hohen betrieblichen Aufwand. In diesen Entwicklungsprozessen, die von den Betrieben interessanterweise durchgängig als 2-Jahresprojekte beschrieben werden, gilt es, die Prozesse unter Einbindung der betroffenen Organisationseinheiten genau zu analysieren, diese gemeinsam unter Nutzung der neuen Technologie neu zu designen und programmierbar zu machen. Auf diesem Wege entstehen betriebliche und damit sehr individuelle Lösungen.

Evolution und nicht Revolution

Wiewohl immer wieder von der vierten industriellen Revolution die Rede ist, wird von den im Rahmen dieser Studie befragten Management- und vor allem BelegschaftsvertreterInnen aber auch ExpertInnen immer wieder darauf hingewiesen, dass es sich bei Industrie 4.0 keineswegs um eine Revolution, sondern um einen evolutionären Prozess handelt. Bedingt durch einen bereits bestehenden hohen Grad an Vernetzung in der Großindustrie, die für viele der im Rahmen dieser Studie befragten Klein- und Mittelbetriebe der HauptkundInnenkreis ist, können Unternehmen nicht daran vorbei, ihre Produktionslinien und Geschäftsprozesse zu digitalisieren und sich zu vernetzen. Nur so können sie die zeitlichen wie organisatorischen Anforderungen und Standards ihrer KundInnen

[43] Vgl. Prof. Dr.-Ing. Michael F. Zäh: „Industrie 4.0 – Was steckt tatsächlich dahinter? Vortrag beim Symposium INDUSTRIE 4.0 in Linz, 7. und 8. Oktober 2015, Folie 46

einhalten. Die konkrete Form der Nutzung der neuen Möglichkeiten ist jedoch in den jeweiligen Unternehmen zu entwickeln. Was Industrie 4.0 letztlich ist, entscheidet also jedes Unternehmen unter Abwägung der von den relevanten Umwelten an das Unternehmen herangetragenen Anforderungen sowie der technisch, organisatorisch und finanziell gegebenen Rahmenbedingungen für sich selbst.

Industrie 4.0 als logische Weiterentwicklung, die schon länger im Gange ist

Auch die befragten ExpertInnen und BetriebsrätInnen verbinden mit Industrie 4.0 vor allem eine Weiterentwicklung von seit längerem gegebenen Entwicklungslinien. So spielt aus deren Sicht nicht nur Automatisation, sondern auch Vernetzung bereits seit vielen Jahren eine bedeutende Rolle in Produktions- wie aber auch in Dienstleistungsunternehmen. Ergänzt werden diese beiden Entwicklungslinien durch Outsourcing/Zukauf von Leistungen und Globalisierung. Die bereits deutlich erkenn- sowie erwartbaren beschäftigungsbezogenen Auswirkungen sind für diese Befragten letztlich Ergebnis all dieser Veränderungen und können nur schwer isoliert einer Entwicklungsschiene zugeordnet werden. In Summe – dies betonen alle – führt das zu geringerem und verändertem Personaleinsatz. Allerdings, so wird von ExpertInnen ins Treffen geführt, gehen diese Veränderungen auch mit Beschäftigungsoptionen in neuen Tätigkeitsbereichen einher.

Höheres Veränderungstempo durch Echtzeitinformation

In den Beschreibungen der UnternehmensvertreterInnen wird allerdings deutlich, dass die zunehmende Vernetzung jedenfalls mit höherem Veränderungstempo einhergeht – ein Umstand, der möglicherweise das revolutionäre Potenzial der neuen Möglichkeiten, die mit dem Internet Protocol Version 6 (IPv6) einhergehen, am besten verdeutlicht. Die Zunahme der Geschwindigkeit und die Beobachtung *„Kunden warten nicht mehr" (1)* dürften auch zentrale Triebfedern dafür sein, dass es für Unternehmen sehr schwer bis unmöglich sein wird, sich diesen Entwicklungen längerfristig zu entziehen. Denn durch vernetzte Systeme können, so wird berichtet, Bestellungen auch bei laufender Produktion abgeändert und dadurch Verschrottungskosten reduziert werden. Die verstärkte Nutzung von „just in sequence"-Produktion und -Lieferung und die mit einer Zunahme individualisierter Produkte notwendigerweise einhergehende Einschränkung von Großserienproduktionen erfordern Systeme, in denen diese Bestellungen zeitnah abgegeben, verändert und auch beantwortet werden können.

Umgekehrt erlauben vernetzte Kunden-Lieferanten-Beziehungen auch einen wesentlich kürzeren Planungs- und Entscheidungshorizont, der von KundInnen auch stark genutzt wird: *„Wir gingen bis vor kurzem davon aus, dass wir im April und Mai nicht ganz ausgelastet sein werden – aber jetzt ist alles anders, jetzt sind unsere Auftragsbücher für diese beiden Monate voll." (4)* berichtet ein Befragter beim Interview Anfang April.

Mit Industrie 4.0 werden auch Marketingaspekte verbunden

Neben diesen sehr nachvollziehbaren Beschreibungen von umfassenderen – technologisch getriebenen – Veränderungsprozessen betonen einzelne Befragte immer wieder auch Marketingaspekte, die mit dem Begriff Industrie 4.0 verbunden werden. So handelt es sich aus Sicht eines Befragten um eine Kampagne, um den Produktionsstandort Europa zu mobilisieren – eine Beschreibung, die den Ursprüngen des Begriffs durchaus auch nahekommt.

Nicht nur Industrie, insbesondere auch Dienstleitung und Administration gefordert

Darüber hinaus ist ein weiterer Punkt hervorzuheben, der in einem Experteninterview im Fokus stand: Die für „Industrie 4.0" maßgeblichen technologischen Möglichkeiten betreffen bei weitem nicht nur die Industrie, auch Gewerbe und Dienstleistung sind massiv gefordert, sich mit den neuen Rahmenbedingungen aktiv auseinanderzusetzen. *„Die Friseurin ums Eck, die nicht im Internet ist, wird zukünftig ein Problem haben, weil die Kunden sie nicht finden werden – wer kümmert sich um*

diese Bereiche unserer Wirtschaft? Die Konzentration auf den Begriff Industrie 4.0 und die in diesem Kontext gebundenen Mittel finde ich diesbezüglich nicht förderlich." (E1) Auch andere im Rahmen dieser Studie befragte ExpertInnen betonen, dass Digitalisierung und damit in engem Zusammenhang stehend Globalisierung alle Lebens- und Arbeitsbereiche betrifft. Insbesondere im Dienstleistungsbereich, so wird von diesen hervorgehoben, sind bereits aktuell in manchen Segmenten – etwa Banken und Handel – sehr weitreichende Veränderungen zu beobachten und zukünftig weitere zu erwarten.

Der gesamte Administrationsbereich, so wird oft weiterführend erläutert, verändert sich durch Digitalisierung und Globalisierung massiv. Die Auswirkungen der mit Digitalisierung und Globalisierung in Zusammenhang stehenden Veränderungen auf unterschiedlichste Wirtschaftssegmente stehe durch die starke Fokussierung auf Industrie 4.0 vor allem in Deutschland, aber auch in Österreich zu stark am Rande der öffentlichen Aufmerksamkeit, trotz der vielen Publikationen, die die Auswirkungen von Digitalisierung auf unterschiedliche Dienstleistungsbereiche und unser gesamtes Leben beschreiben.

3 Gestaltungsmöglichkeiten von Industrie 4.0

Versteht man neue Produktionssysteme als sozio-technische Systeme, d. h. bedenkt man, dass technische Innovationen in organisatorische und diese wiederum in soziale Prozesse eingebunden sind, dann eröffnen sich unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten und -spielräume von Industrie 4.0 und es geht nicht nur um Anpassungsnotwendigkeiten.[44]

Natürlich wird diese Gestaltung von Unternehmen nicht vollkommen frei wählbar sein. So werden beispielsweise bisher angewandte Automatisierungstechniken, die bestehende IT-Vernetzung, Ansprüche von KundInnen und die Vorgangsweise der Konkurrenz in Betracht gezogen werden müssen. Nicht zu vergessen: Der Stand der Technik.

Zu bedenken ist auch, dass es nicht die Technologien alleine sind, die Auswirkungen auf organisatorische Veränderungen haben, neue Managementkonzepte wirken mindestens ebenso.[45]

Unterschiedliche Szenarien des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine

Es sind zwei konträre Entwicklungspfade in Bezug auf das Zusammenwirken von Mensch und Maschine in Diskussion:

- Das Spezialisierungsszenario oder auch „Werkzeugszenario“: Die neue Technologie wird vor allem als Möglichkeit zur Unterstützung von Beschäftigten bewertet. Sie dient als Grundlage von Entscheidungen, denn die vernetzten Objekte liefern die dafür notwendigen Informationen. Die digitale Technik wird quasi als Werkzeug genutzt. Schwerpunkt der Tätigkeiten von ProduktionsarbeiterInnen ist die Steuerung, Überwachung und Regulierung komplexer Anlagen. Der Mensch bleibt die führende Entscheidungsinstanz.
- Das „Automatisierungsszenario“: Auch hier bereitet die Technologie die Information in Echtzeit auf und verteilt diese. Die Kontroll- und Steuerungsaufgaben werden in diesem Szenario jedoch vorwiegend technisch durch sich selbst steuernde, dezentrale Produktionsressourcen gelöst. Die digitale Technik entscheidet, steuert, lenkt und kontrolliert. Die MitarbeiterInnen erledigen vorrangig ausführende Tätigkeiten.[46]

Vereinzelt findet man auch ein drittes Szenario, das sogenannte Hybridszenario, bei dem der Dualismus zwischen Mensch und Technik zugunsten neuer Interaktions- und Kooperationsformen bei Steuerungs- und Kontrollaufgaben aufgebrochen wird. Die Art und Qualität der Anforderungen wird letztlich von den konkreten Zuschnitten der Arbeitsorganisation abhängen.[47]

Vor allem die Zukunft der Facharbeit hängt sehr stark davon ab, wie man die Mensch-Maschine-Interaktion zukünftig gestalten möchte. Wenn die Technik als Assistenzsystem eingesetzt wird, dann sind die Kompetenzen der Fachkräfte nach wie vor gefragt. Dann stehen FacharbeiterInnen allerdings auch höheren Komplexitäts-, Abstraktions- und Problemlösungsanforderungen gegenüber und benötigen das Potenzial zu selbstgesteuertem Handeln sowie kommunikative und prozessspezifische Kompetenzen und müssen mit IT-EntwicklerInnen kooperieren.[48] Beim Automatisierungsszenario verliert die Facharbeit demgegenüber an Bedeutung.

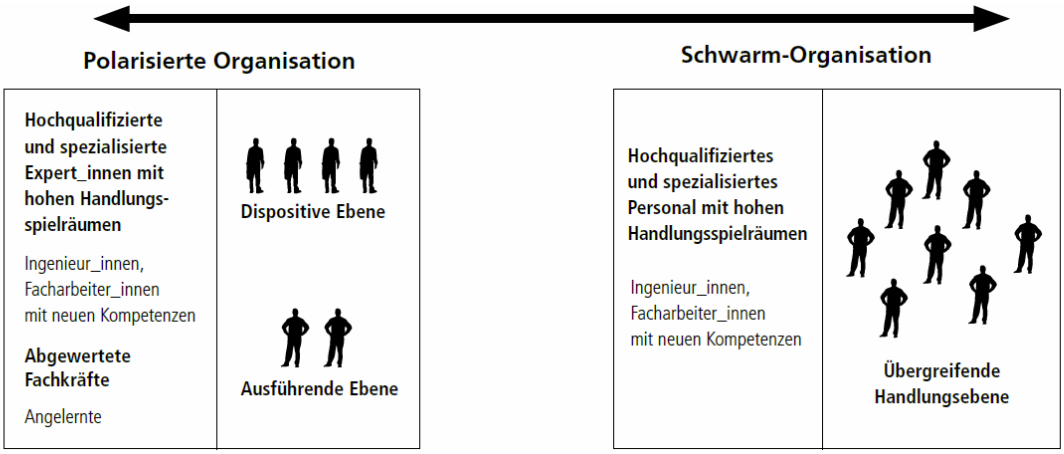
[44] Vgl. AK Wien (2016), Seite 14ff.
[45] Vgl. Igelsböck, Judith et al. (2016), Seite 28f.
[46] Vgl. Holtgrewe, Ursula (2016), Seite 24 und Igelsböck, Judith et al. (2016), Seite 33f.
[47] Vgl. Ahrens, Daniela / Spöttl, Georg (2015), Seite 191
[48] Vgl. Windelband, Lars (2014), Seite 157f.

Unterschiedliche organisatorische Gestaltungsoptionen

Betrachtet man die Gestaltungsmöglichkeiten eher von der organisatorischen Seite, so werden auch hier zwei gegensätzliche Modelle in den Raum gestellt:

- Einerseits die sogenannte „polarisierte Organisation“, die gekennzeichnet ist durch ein hierarchisches Modell der Arbeitsteilung. Es gibt deutliche Unterschiede zwischen Hoch- und Niedrigqualifizierten bzw. der anordnenden und ausführenden Ebene und die mittleren Qualifikationen werden tendenziell verdrängt. In einer solchen Organisation gibt es vermutlich eine geringere Anzahl einfacher Tätigkeiten mit wenig Handlungsspielraum. Arbeitskräfte in diesem Bereich übernehmen laufende, standardisierte Überwachungs- und Kontrollaufgaben. Dem gegenüber steht eine ausgeweitete oder auch neu entstehende Gruppe hoch qualifizierter ExpertInnen und SpezialistInnen, deren Qualifikationsniveau deutlich über jenem bisheriger FacharbeiterInnen liegt. Diesen Arbeitskräften obliegen nicht nur dispositive Aufgaben, etwa bei der Störungsbewältigung, sondern auch Aufgaben des Produktionsmanagements.
- Andererseits die sogenannte „Schwarm-Organisation“ als egalitäres Modell, bei dem es keine definierten Aufgaben für einzelne gibt, sondern die Beschäftigten als Arbeitskollektiv selbstorganisiert, hoch flexibel und situationsbestimmt handeln. Die Schwarm-Organisation bedeutet eine Aufwertung vieler Qualifikationsebenen, die vernetzten Beschäftigten agieren gleichberechtigt und stimmen sich durch informelle soziale Prozesse ab. Einfache und niedrig qualifizierte Tätigkeiten sind in einer solchen Organisation nicht anzutreffen, weil sie weitestgehend durch die Automatisierung substituiert wurden.[49]

Abbildung 3: Polarisierte Organisation versus Schwarm-Organisation



Quelle: Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014), Seite 4

Drei Qualifizierung-2025-Szenarien

In einer aktuellen Studie zu Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau werden die Beschreibungen befragter Unternehmen zu drei Mustern verdichtet, die als Qualifizierung-2025-Szenarien bezeichnet werden, wobei sich das Szenario „Growing Gap“ weitgehend mit dem vorab unter polarisierter Organisation beschriebenem Muster deckt und das Szenario „General Upgrade“ mit jenem der Schwarmorganisation.

[49] Vgl. Herr, Benjamin (2016), Seite 9f, Igelsböck, Judith et al. (2016), Seite 28f. und Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014), Seite 3f

Die drei Qualifizierung-2025-Szenarien sind:

- Growing Gap: Qualifikatorische Anreicherungen für eine kleine FacharbeiterInnenelite sowie für den akademischen Bereich. Sinkendes Qualifikationsniveau für stärker operativ geprägte Anforderungskontexte im Facharbeitssegment, die künftig eine verkürzte Grundqualifikation oder lediglich ein Anlernen direkt am Arbeitsplatz voraussetzen.
- General Upgrade: Übergreifende Anhebung der gesamten Qualifikationsstruktur mit erweiterten Anforderungsprofilen auf allen Qualifikationsstufen.
- Central Link: Deutliche Aufwertungen für spezielle Beschäftigungsgruppen, die typischerweise eine vermittelnde Rolle zwischen vertikal und/oder horizontal gegliederten Hierarchieebenen bzw. Funktionsbereichen haben und meist auf beruflichen Fort- und Weiterbildungsformaten (TechnikerInnen, MeisterInnen) aufsetzen.[50]

Personaleinsatzstrategien spielen eine Rolle bei der Gestaltung

Die Gestaltung der Arbeitsorganisation und somit des Qualifikationsgehaltes hängt auch mit der Personaleinsatzstrategie eines Unternehmens zusammen: Unternehmen, die Lohnkosten sparen wollen, werden Aufgaben dann nicht anreichern, wenn das zu Höhergruppierungen führt oder man sich auf Randbelegschaften aus LeiharbeiterInnen verlassen will. Wer interne Flexibilität und Kompetenz auf breiterer Basis aufbauen und erhalten möchte, wird die Arbeit ganzheitlicher und lernförderlicher gestalten und den Beschäftigten entsprechende Handlungsspielräume einräumen.[51]

Chance für Humanisierung von Arbeit oder höhere Belastungen

Es gibt noch weitere Themen und Thesen, die die aktuelle Diskussion um die Gestaltung von Industrie 4.0 prägen. Industrie 4.0 wird einerseits als Chance für eine Humanisierung von Arbeit gesehen. Man verspricht sich beispielsweise Arbeitssysteme, die dem Menschen besser angepasst sind. Intelligente Assistenzsysteme sollen den Beschäftigten neue Spielräume eröffnen und die Bedürfnisse unterschiedlicher Beschäftigtengruppen (z.B. Ältere) entsprechend aufgreifen.[52] Andererseits wird vor einer Intensivierung der Arbeit gewarnt und vor neu entstehenden, vor allem psychischen Belastungen.[53]

Thema Flexibilität verdeutlicht Vor- und Nachteile

Sehr prominent in diesem öffentlichen Diskurs ist das Thema Flexibilität. Bei einer Befragung von oberösterreichischen produzierenden Betrieben wurde die Flexibilisierung beispielsweise als eines der wichtigsten und auch herausforderndsten Themen genannt. Es wird um Modelle gerungen, die den Bedürfnissen der ArbeitnehmerInnen entsprechen und gleichzeitig die Produktionsanforderungen bestmöglich erfüllen.[54]

Es besteht Konsens darüber, dass Industrie 4.0 ihren Beschäftigten eher mehr Flexibilität abverlangt. Die einen betonen allerdings die Vorteile aufgrund höherer Zeitsouveränität und mehr Work-Life Balance bzw. Vereinbarkeit von Beruf und Familie, wenn z.B. neue Formen der Selbstorganisation in der Produktionsarbeit eröffnet werden und/oder Arbeit ortsungebundener wird. Die anderen sprechen davon, dass die Auflösung fester Raum-Zeit-Beziehungen die Gefahr der Entgrenzung von Erwerbsarbeit und Privatleben birgt. Personen mit Familienverantwortung bräuchten zwar einerseits flexible Arbeitszeiten, diese Flexibilität ist aber viel stärker auf stabile und verlässliche Zeitstrukturen angewiesen.

[50] Vgl. Pfeiffer, Sabine (2016), Seite 82
[51] Vgl. Holtgrewe, Ursula (2016), Seite 25
[52] Vgl. Haberfellner, Regina (2015), Seite 34
[53] Vgl. ebenda
[54] Vgl. Igelsböck, Judith (2016), Seite 51

In Bezug auf die vertikale Flexibilität, d. h. dass MitarbeiterInnen viele verschiedene Aufgaben durchführen müssen, wird oft ein positives Bild angereicherter Arbeitstätigkeiten gezeichnet. Erweiterte Verantwortlichkeiten für weiter ausgreifende oder beschleunigte Prozesse können aber auch Stress und Ängste auslösen.[55]

Dass es weder nur Schwarz noch nur Weiß gibt und es davon abhängt, wie eine Technologie implementiert und genutzt wird, zeigt auch ein Blick auf die Belastungen und die Ressourcen, die mit der vermehrten Nutzung von IKT einhergehen. IKT erleichtert beispielsweise die Kommunikation über ferne Distanzen, gleichzeitig kann damit Informationsflut und laufende Arbeitsunterbrechung verbunden sein. Sie spart, konsumiert aber auch Zeit. Sie trägt zu einer leichteren Verfügbarkeit von Daten und Informationen und zur Transparenz bei. Aufgrund größerer Dokumentations- und Kontrollaufgaben kommt es aber auch zu einer Arbeitsintensivierung.[56]

Mischformen und Zwischenlösungen sind wahrscheinlich

Darüber, welche Wege die Unternehmen im Zuge von Industrie 4.0 öfter beschreiten, kann aktuell keine Aussage getroffen werden. Unternehmen stellen nach wie vor noch eher konzeptionelle Überlegungen zu Industrie 4.0 an und können weitaus weniger über bereits erfolgte Umsetzungsschritte berichten.[57]

Vermutlich werden sich auf Dauer vor allem Mischformen oder Zwischenlösungen einspielen. So muss ein Unternehmen etwa ein entsprechendes Potenzial in seiner Belegschaft aufweisen, um beispielsweise eine wirkliche Schwarm-Organisation aufbauen zu können.

Partizipation und Mitbestimmung von Anfang an

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Wandel, der mit Industrie 4.0 in Bezug auf Veränderungen der Arbeitsorganisation und damit der Anforderungen an MitarbeiterInnen und die Umgestaltung der Belegschaftsstruktur einhergeht, nicht vorgegeben, sondern gestaltbar ist. Von entscheidender Bedeutung dafür, die Chancen von Industrie 4.0 zu nutzen und die Nachteile hintanzustellen – so der Appell von ExpertInnen – sind die Partizipation und Mitbestimmung der Beschäftigten von Anfang an.[58]

[55] Vgl. Holtgrewe, Ursula (2016), Seite 40
[56] Vgl. Kubicek, Bettina (2016), Seite 15f.
[57] Vgl. Igelsböck, Judith (2016), Seite 33
[58] Vgl. Herr, Benjamin (2016), Seite 9f. und Hans Böckler Stiftung (2015), Seite 5

3.1 Gestaltungsvarianten aus Sicht der Befragten

Auf die unterschiedlichen organisatorischen Möglichkeiten und deren Bedeutung für das Ausmaß der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Qualifikationsanforderungen gehen auch die befragten ExpertInnen in den Interviews ein.

Es wurde dabei die zuvor geäußerte Vermutung bekräftigt, dass organisatorische Mischformen vorherrschend sein werden. Sind bei eher jungen Unternehmen, die von Anfang an stark auf Vernetzung und Digitalisierung und von vornherein auf hohes Ausbildungsniveau und hohe Eigenständigkeit der MitarbeiterInnen setzten, eher Trends in Richtung Schwarm-Organisation zu erkennen, so lassen die Beschreibungen der meisten anderen Betriebe darauf schließen, dass es sich um Mischformen handelt. Mischformen bieten die Möglichkeit, je nach Aufgabengebiet der jeweiligen Unternehmenseinheit die passenden Strukturen zu etablieren.

Partizipation in der Entwicklungsphase

Bedingt durch die Tatsache, dass Entwicklungsschritte, die unter dem Stichwort „Industrie 4.0“ subsumierbar sind, eine umfassende Analyse der bestehenden Produktionsprozesse voraussetzen und grundsätzlich einen innerbetrieblichen Optimierungsprozess darstellen, finden in diesem Kontext nicht selten auch Adaptionen bestehender Arbeitsprozesse statt. Um alle Optimierungspotenziale aufgreifen, aber auch, um ein umfassend funktionsfähiges System etablieren zu können, berichten alle befragten UnternehmensvertreterInnen auf Management- wie Betriebsratsseite davon, dass VertreterInnen aller am jeweiligen Prozess beteiligten Organisationseinheiten in die Entwicklungsarbeiten einbezogen werden müssen respektive in den beschriebenen Prozessen auch wurden.

4 Entwicklungstand, Chancen und Herausforderungen im Kontext von Industrie 4.0

Im deutschsprachigen Raum gibt es einige Studien darüber, wie Unternehmen das Thema Industrie 4.0 einschätzen, auf welchem Stand sie sind und worin die größten Chancen und Herausforderungen gesehen werden.

Digitale Technologien spielen größere Rolle für Großunternehmen und den Dienstleistungsbereich

Eine repräsentative Befragung von Ernest & Young von 3.000 deutschen Unternehmen mit 30 bis 2.000 MitarbeiterInnen[59] im Dezember 2015 zeigt, dass bei 63% der größeren Unternehmen (über 100 Mio. Umsatz) digitale Technologien für ihr Geschäftsmodell eine große Rolle spielen. Bei den Unternehmen mit weniger als 30 Mio. Umsatz sind es hingegen nur 43%. Vor allem die KundInnenbeziehungen finden ganz oder teilweise auf digitalem Weg statt (39%), mobile Endgeräte werden genutzt (33%). Stärker automatisierte Produktion wird nur von 18% genannt. Es sind auch die größeren Firmen, die vor allem angeben, dass die Bedeutung digitaler Technologien in den kommenden 5 Jahren weiter steigen wird (46%), bei den kleineren sind es nur 29%, die das konstatieren. Am bedeutsamsten sind die digitalen Technologien für die Dienstleister (für 30% spielen sie eine sehr große Rolle), in Industrie/verarbeitendes Gewerbe ist das hingegen nur bei 16% der Fall. Und es ist vor allem auch der Dienstleistungsbereich (46%) und der Handel (36%), die erwarten, dass die Bedeutung digitaler Technologien für ihr Geschäftsmodell in den kommenden Jahren deutlich steigen wird. Bei Industrie/verarbeitendes Gewerbe erwarten das nur 28%.[60]

Digitalisierung beeinflusst jetzt schon Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Eine andere deutsche Umfrage aus dem Jahr 2014 bei 1.849 Unternehmen zeigt auf, dass die Digitalisierung jetzt schon die Geschäfts- und Arbeitsprozesse der Mehrheit der Unternehmen (94% bei allen, 95% bei den Industrieunternehmen) beeinflusst. Der Stand der Unternehmensentwicklung in Bezug auf die Digitalisierung wird in den Branchen unterschiedlich eingeschätzt. Die Industrie bewegt sich mit 26%, die der Meinung sind, voll oder nahezu voll entwickelt zu sein, leicht unter dem Durchschnitt. Ein Unterschied zeigt sich auch nach der Größe der Unternehmen. Großunternehmen schätzen sich selbst als besser aufgestellt ein als mittelständische Betriebe.

Unternehmen beschäftigen Fragen zu Datensicherheit, rechtliche Themen und MitarbeiterInnenkompetenz

Am meisten beschäftigt die Unternehmen die Frage, wie sie in einer digitalen Welt die Anforderungen an die IT-Sicherheit bewältigen können, Datensicherheitsfragen werden dementsprechend als große Hürde (59%) wahrgenommen. Ein weiterer Hemmschuh sind rechtliche Unsicherheiten, es gibt neben urheberrechtlichen oder wettbewerbsrechtlichen Fragen insbesondere Fragen zum Datenschutz (50%). An dritter Stelle folgt – gleichauf mit der Hürde Investitionskosten - die Frage nach kompetenten MitarbeiterInnen. 39% der Unternehmen orten unzureichende Kompetenzen bei ihren aktuell Beschäftigten.[61]

[59] 33% der Unternehmen entstammen dem Dienstleistungsbereich, 32% der Industrie, 19% dem Handel und 16% dem Bereich Bau/Energie.
[60] Vgl. Ernest & Young (2016), Folie 2 ff.
[61] Vgl. DIHK (2015), Seite 5ff.

Optimismus in Bezug auf Umsatz und Beschäftigtenzahlen

Insgesamt gehen 34% der befragten Unternehmen von positiven Entwicklungen beim Umsatz aus. Betrachtet man die Einschätzung der Industriebetriebe (27% aller befragten Unternehmen) in Bezug auf ihre Geschäftschancen in Zusammenhang mit dem digitalen Wandel, so sehen 50% der industriellen Großunternehmen[62] Umsatzsteigerungen, wohingegen es bei den mittelständischen Unternehmen[63] nur 27% sind. Positiv werden auch die Beschäftigtenzahlen eingeschätzt. 23% rechnen mit mehr MitarbeiterInnen, 15% mit einer Reduktion des Beschäftigtenstandes. Bei den Industrieunternehmen sind es 25%, die von einer Erhöhung und 19%, die von einer Reduzierung der MitarbeiterInnenanzahl ausgehen.[64]

Qualifizierungsbedarf bei IT-Sicherheit und IT-Systemen sowie Prozess-Know-how und Gestaltung

74% der Großunternehmen in der Industrie gegenüber 58% der Mittelständler sehen einen Qualifizierungsbedarf ihrer MitarbeiterInnen. Qualifizierungsbedarf wird vor allem im Bereich IT-Sicherheit konstatiert (61% insgesamt und 70% der Industriebetriebe), gefolgt vom Umgang mit spezifischen IT-Systemen (60% insgesamt und 65% in der Industrie). An dritter Stelle steht Prozess-Know-how und -gestaltung. Es folgt der Datenschutz (rund die Hälfte aller Unternehmen).[65]

In einer anderen Befragung[66] aus dem Jahr 2015 unter 500 Unternehmen in Deutschland, Österreich und der Schweiz werden die größten Chancen der Digitalisierung in der Verbesserung der KundInnenkenntnis und -beziehung (47%) gesehen, der flexibleren Reaktion auf KundInnenwünsche, der Individualisierung von Produkten (40%) und der Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen (40%). Die größten Risken sind nach Ansicht der Unternehmen die Datensicherheit (46%) und die Investitionskosten (41%).

Aus- und Weiterbildung als wesentlich bewertet

Die größten Stolpersteine sind laut den befragten Unternehmen das Fehlen von Fachkräften (47%), Finanzierungslücken (35%) und Weiterbildungslücken (32%). Eine große Zahl von Unternehmen priorisiert deshalb die Aus- und Weiterbildung und die Rekrutierung von Fachkräften als Kernaufgaben einer digitalen Agenda.[67]

Auch in einer anderen Befragung von deutschen, österreichischen und schweizerischen Unternehmen aus dem Jahr 2015[68], die die Implikationen der Digitalen Transformation deutlich stärker hinterfragen, wird, um das Unternehmen fit für die Digitale Transformation zu machen, an erster Stelle (48,9%) die Notwendigkeit einer Aus- und Weiterbildungsoffensive gesehen.[69]

Investitionen geplant, die zu Effizienzsteigerung und Kostenreduktion führen sollen

Eine in Österreich durchgeführte Befragung von 100 sowohl Groß- als auch klein- und mittelständischen Unternehmen aus fünf Branchen (Informations- und Kommunikationsindustrie, Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronik, Maschinen und Anlagenbau, Prozessindustrie) im Rahmen einer PwC-Studie zeigt, dass diese Unternehmen in den nächsten fünf Jahren durchschnittlich 3,8% ihres Jahresumsatzes in Industrie 4.0 Lösungen investieren werden. Sie versprechen sich dadurch eine Effizienzsteigerung von im Schnitt 20% und eine Kostenreduktion von im Schnitt 13,5%, beispielsweise durch erhöhte Transparenz im Bereich der Planung der Auslastung von

[62] Über 1.000 MitarbeiterInnen
[63] Unter 500 MitarbeiterInnen
[64] Vgl. DIHK (2015), Seite 12f
[65] Vgl. ebenda, Seite 16 ff
[66] Vgl. Computer Sciences Corporation (2015), Seite 6 f.
[67] Vgl. ebenda, Seite 6 f.
[68] Es handelt sich um eine Befragung von 45 Unternehmen.
[69] Vgl. Velten, Carlo et al. (2015), Seite 23

Maschinen und Anlagen, die Rationalisierung von Arbeitsfeldern oder die Reduktion der Ausschussquote und Ausfallzeiten. Darüber hinaus bietet Industrie 4.0 auch die Möglichkeit, die Anforderungen der KundInnen in puncto Rückverfolgbarkeit zu erfüllen. Unternehmen aus dem Bereich Elektrotechnik und Elektronik und aus dem Maschinen- und Anlagenbau werden mit im Schnitt 4,5% und 4,3% ihres Jahresumsatzes mehr als der Durchschnitt investieren. Die Elektrotechnik- und Elektronikindustrie setzt die Schwerpunkte bei den Investitionen auf die Optimierung von Planungsprozessen, Automatisierung und eingebettete Systeme in der Produktion sowie den Einsatz von Echtzeitdaten von Zustandsinformationen und vernetzten Sensoren im Servicebereich. Der Maschinen- und Anlagenbau konzentriert seine Investitionen insbesondere auf Produkte und Dienstleistungen für eine flexible, echtzeitnahe Produktionsplanung und -steuerung sowie auf die Automatisierung und integrierte Fertigungssteuerung.[70]

Im Durchschnitt stufen 25% der Befragten den aktuellen Digitalisierungsgrad ihrer Wertschöpfungskette bereits als (sehr) hoch ein. Bei Unternehmen mit unter 100 Mio. Jahresumsatz sind es im Schnitt 23%, bei solchen zwischen 100 bis unter 500 Mio. 40%, bei den Unternehmen zwischen 500 bis unter 1 Mrd. Umsatz 25% und bei jenen mit mehr als 1 Mrd. Umsatz 16%. Dabei hält die Digitalisierung sowohl in der unternehmensinternen als auch der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungskette Einzug. In 5 Jahren wird erwartet, dass durchschnittlich 86% der unternehmensinternen und 87% der unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen. Entsprechend steigen soll auch der Anteil der Unternehmen, die einen hohen Digitalisierungsgrad ihres Produktportfolios im Branchenvergleich aufweisen, von 36% zum Befragungszeitpunkt auf 80% in 5 Jahren. Vor allem die Automobilindustrie ortet hier Aufholbedarf (von 14% auf 100%).[71]

Durch Industrie 4.0 Lösungen und digitalisierte Produkte werden deutliche Umsatzsteigerungen erwartet, die im Schnitt kumuliert über 5 Jahre bei 13% liegen. Die größten Herausforderungen stellen für ein Drittel der Befragten die hohen Investitionen und die häufig noch unklare Wirtschaftlichkeitsrechnung dar sowie fehlende Standards und Normen für die Industrie 4.0-Anwendungen. Ein Viertel der Befragten gibt hier auch die unzureichende Qualifikation der MitarbeiterInnen an. Es folgen Fragen in Bezug auf die Verwendung externer Daten und die Datensicherheit.[72]

[70] Vgl. PwC (2015), Seite 14f. und Seite 19ff.
[71] Vgl. ebenda, Seite 16 ff. und 25f.
[72] Vgl. ebenda, Seite 16ff., Seite 25f. und Seite 34f.

4.1 Stand der Umsetzung von „Industrie 4.0“ in den befragten Unternehmen

Um den Stand der Umsetzung der Unternehmen in Hinblick auf Industrie 4.0 zu konkretisieren, wurden die UnternehmensvertreterInnen nach einer Endausbaustufe von Industrie 4.0 im eigenen Unternehmen gefragt. Anschließend wurden sie gebeten, einzuschätzen, in welchem Ausmaß sie diese Endausbaustufe bereits erreicht haben respektive seit wann sie sich mit Fragen, die unter dem Begriff „Industrie 4.0“ verstanden werden (können), beschäftigen.

Auch die Antworten auf diese Frage in unserer Studie zeigen eine hohe Bandbreite: So stehen auf der einen Seite (jüngere) Unternehmen, die betonen, sich seit ihrer Gründung mit dieser Thematik zu beschäftigen neben - meist größeren - Unternehmen, die beschreiben, vor zumindest 10 Jahren mit der diesbezüglichen Diskussion gestartet zu haben. Am anderen Ende der Skala befinden sich Betriebe, bei denen aktuell erst unternehmensspezifische Feasibility-Studies durchgeführt werden.

In einem evolutionären Prozess gibt es keine Endausbaustufe

Es wird immer wieder betont, dass man diese Frage in dieser Form nicht stellen könne. Industrie 4.0 bildet eine nächste Entwicklungsstufe eines laufenden Prozesses der Weiterentwicklung von Unternehmen ab. Ein Ende dieser Entwicklungen sei nicht absehbar und es könne auch nicht konkret beschrieben werden, wohin diese Entwicklungen letztlich führen. Während die einen davon berichten, dass man sich in chinesischen Produktionsunternehmen ein recht genaues Bild davon machen könne, wie weit der Prozess der vertikalen und horizontalen Integration gangbar ist, betonen andere, dass es eigentlich gar nicht um eine Endausbaustufe geht bzw. dass diese zum jetzigen Zeitpunkt noch sehr schwer konkretisierbar ist, weil man sich mit vielen diesbezüglichen Fragen erst auseinandersetzen müsse: *„In Jahrzehnten liegend, das können wir uns nicht leisten, soviel Geld würden wir auch von der Bank nicht kriegen“ (9)*

Folgende Zitate beleuchten die Unterschiedlichkeit der Antworten auf die Frage nach der Endausbaustufe von Industrie 4.0:

- *„Eine 100%-Erreichung ist aktuell schwer vorstellbar. Für uns hat das Thema derzeit aber so große strategische Bedeutung, dass wir durch das technologische Paradigma 4.0. eine deutlich stärkere Ausrichtung des Unternehmens in Richtung Softwareunternehmen mit starken digitalen Schnittstellen zum Kunden ausrichten. Wir wollen „nicht nur“ Produzent sein, sondern viel stärker noch gegenseitige Kundenbeziehungen über digitale Kanäle bespielen. Dahinter verbergen sich auch wichtige Geschäftsmodelle im Bereich Wartung und Effizienzsteigerung von Produkten bis hin zum Energiemanagement.“ (2)*
- *„Nein, Endausbau kann ich nicht sagen, einen Weg sehen wir, eine Produktion haben wir neu bewertet, bauen die Produktion gerade aus und es ist so, dass wir die Kapazität verdoppeln, und das ist es aber auch. D. h. wir werden dann andere Produktionsmöglichkeiten suchen. Aber wir sind hier sehr anspruchsvoll, wir können nicht einfach auslagern. IT-Dienstleistungen werden wir in 5 bis 10 Jahren vielleicht mehr haben als Produktion, das kann sein.“ (6)*
- *„Dazu gehört absolut, auch in Hinblick auf unsere ISO Zertifizierung, dass der gesamte Produktionsprozess abgebildet wird. Nicht nur für intern, sondern auch für extern, damit eine Rückverfolgbarkeit gegeben ist, des kompletten Produktionsprozesses und ohne Computerunterstützung, d. h. unsere komplette Anlage digitalisiert aufgenommen wird, würde das nicht gehen. Wir sind gerade dabei, in dem Projekt mit der aws, möglichst viel zu automatisieren, Rezepturen zu hinterlegen, damit die Anlage auf Knopfdruck eigenständig einen kompletten Produktionszyklus herunterläuft. Mitarbeiter haben dann nur mehr eine überwachende Funktion des Zyklus. Die ISO-Norm verlangt eine Wareneingangsprüfung, eine komplette Dokumentation des Produktionsverlaufs, eine Warenausgangsprüfung unserer eigenen Produkte, aber auch von Rohstoffen, die wir zukaufen. Für uns praktisch wird es wahrscheinlich nie eine*

Endausbaustufe geben, weil wir sehr viel auf Kundenanforderungen hin entwickeln und produzieren.“ (7)

- *„Unsere Produkte sind schon sehr weit und haben die Information, die sie benötigen. Der nächste Schritt wäre, dass die Transportgebinde miteinander kommunizieren. Wir haben zwar eine durchautomatisierte Lagerhaltung, die in alle Richtungen kommuniziert. Es fährt aber noch keine vollautomatisierte Lagerbox in unserer Produktion herum.“ (10)*
- *„Wo wir nicht hinwollen, dass wir den gesamten Produktionsprozess auf 4.0 umstellen, und dann passiert etwas, dass das System abstürzt. Und wir haben dann keine Leute, die den Produktionsprozess von der Pike auf verstehen und wir können nichts mehr produzieren. Das ist das Worst-Case-Szenario und das wollen wir auf keinen Fall.“ (7)*

5 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Beschäftigung

Die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigungszahlen werden unterschiedlich prognostiziert. Die einen gehen davon aus, dass die zunehmende Digitalisierung keine bis wenige Auswirkungen hat. Andere sprechen von einer Stabilisierung oder sogar einem Revival der Industriebeschäftigung und der Schaffung neuer Jobs im Produktionsumfeld. Eine Studie der Boston Consulting Group kommt zu dem Schluss, dass in Deutschland infolge der Digitalisierung bis 2025 bis zu 350.000 neue Arbeitsplätze im industriellen Bereich mehr entstehen als wegfallen werden. Einem Jobverlust von rund 610.000 Jobs stehen rund 960.000 Jobs gegenüber.[73]

Das deutsche Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung kommt in seinen Szenario-Rechnungen zu einem Verlust von 490.000 Arbeitsplätzen in Deutschland bis 2025 und zum Entstehen von 430.000 neuen Arbeitsplätzen durch die Umsetzung von Industrie 4.0.[74]

Positive Prognosen, aber auch „düstere" Zukunftsszenarien

Aufgeschreckt hat insbesondere die sogenannte Oxford-Studie von Frey und Osborne, die als erster Versuch gilt, Aussagen über die Beschäftigungseffekte zu treffen. Diese Studie prognostiziert, dass 47% aller Jobs in den USA in den kommenden 10 bis 20 Jahren von intelligenten Robotern oder Software ersetzt werden. Betroffen sind vor allem Beschäftigte mittleren Qualifikationsniveaus (v.a. Bankwesen, Logistik, Verwaltung). Hochqualifizierte Berufe werden eher aufgewertet, niedrigqualifizierte Berufe sind laut dieser Studie schwerer automatisierbar.

Frey und Osborne haben 3 Indikatoren identifiziert, bei denen davon auszugehen ist, dass Tätigkeiten, die von diesen gekennzeichnet sind, in naher Zukunft nicht von (computergesteuerten) Maschinen ersetzt werden können:

- Wahrnehmung und Feinmotorik (z.B. koordiniertes Bewegen von einzelnen Fingern, um kleine Dinge zu fertigen)
- Kreative Intelligenz (z.B. Kunst, kreative Problemlösung)
- Soziale Intelligenz (z.B. verhandeln, überzeugen).[75]

Die Ergebnisse der Oxford-Studie wurden durch Umkodierung auf internationale Berufscodes auf andere Länder übertragen. In einer dieser Studien, die auf Deutschland Bezug nimmt, wurde die Klassifikation der Berufe (KldB) herangezogen. Hier wird das höchste Gefährdungspotenzial durch die Robotisierung nicht im Bereich der Industrie geortet, sondern bei Büro- und Sekretariatskräften im weiteren Sinne (z.B. auch Auskunft- und Kundeninformation), bei Hilfs- und Anlerntätigkeiten, bei Post und Zustelldiensten sowie in der Lagerwirtschaft[76], bei VerkaufsstandlerInnen und MarktverkäuferInnen sowie KassiererInnen, Hilfskräften in der Reinigung und Gastronomieservicekräften (inkl. Systemgastronomie). Im industriellen Bereich wird vor allem mit einem Gefährdungspotenzial bei Maschinen- und AnlagenführerInnen, Maschinen- und GerätezusammensetzerInnen sowie bei nicht spezialisierten Berufen im Maschinenbau und der Betriebstechnik gerechnet. Von der „Reindustrialisierung" werden laut Studie viele Arbeitsplätze in ihrer jetzigen Form gefährdet sein, der technische Fortschritt wird aber Raum bieten für die Entstehung neuer Aufgaben und Tätigkeiten. Es wird auch nicht von einem abrupten Arbeitsplatzverlust ausgegangen, sondern einem schleichenden Übergang.[77]

[73] Vgl. Lorenz, Markus et al. (2015), Seite 6ff.
[74] Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 63
[75] Vgl. Frey, Carl Benedict / Osborne, Michael A. (2013), Seite 24ff und Seite 38
[76] Hier gibt es eine Schnittmenge zur Industrie
[77] Vgl. INGDiBa (2015), Seite 2ff.

Diese Übertragung der Oxford-Studie wird aufgrund der Unterschiede zwischen den Bildungssystemen und den Arbeitsmärkten sowie der Auswahl der Interviewten allerdings als nicht unproblematisch betrachtet. Auch wird generelle Kritik an der Aussagekraft der Oxford-Studie geübt, weil sie Berufe und nicht Tätigkeiten fokussiert, nicht berücksichtigt, ob der Ersatz der menschlichen Arbeitskraft durch eine Maschine überhaupt wirtschaftlich sinnvoll ist und auch keine neu entstehenden Berufe einkalkuliert. Darüber hinaus wird die Auswahl der interviewten ExpertInnen kritisch gesehen.[78]

Routinetätigkeiten am einfachsten substituierbar

In einer Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) wird aus diesem Grund davon ausgegangen, dass nicht ganze Berufe durch den Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden, sondern nur Tätigkeiten. Es wird von Substituierungspotenzialen gesprochen, also dem Anteil an Aufgaben, der aktuell (und nicht zukünftig) durch Computer erledigt werden könnte. Die Aufgaben, sprich Tasks, werden dazu in fünf Typen eingeteilt:

- Analytische Nicht-Routine-Tasks
- Interaktive Nicht-Routine-Tasks
- Kognitive Routine-Tasks
- Manuelle Routine-Tasks
- Manuelle Nicht-Routine-Tasks

Sowohl kognitive (z.B. Buchungen) als auch manuelle Routine-Tasks (z.B. Sortierung) sind durch den Computer ersetzbar. Demgegenüber werden analytische und interaktive Nicht-Routine-Tasks (z.B. Management oder Beratung) durch den Einsatz von Computern nur unterstützt. Dasselbe gilt für manuelle Nicht-Routine-Tasks, die aktuell, wie beispielsweise das Führen eines Fahrzeuges, nur teilautonom sind. Es gibt aber durchaus Bemühungen, einen selbstfahrenden LKW zu entwickeln.

Insgesamt wird berechnet, dass rund 15 Prozent aller sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Deutschland von einem hohen Substituierungspotenzial (über 70%) betroffen sind.

Die Ergebnisse zeigen ein fast gleich hohes Substituierungspotenzial für Hilfs- wie für Fachkrafttätigkeiten (rund 45%). Dies deshalb, weil sich Tätigkeiten von qualifizierten Fachkräften oft besser in programmierbare Algorithmen zerlegen lassen und somit von Computern ersetzt werden können als die (oftmals manuellen) Nicht-Routine Tätigkeiten von Hilfskräften. Anders sieht es bei den SpezialistInnen (knapp über 30% Substituierungspotenzial) und den ExpertInnen (ca. 19% Substituierungspotenzial) aus.[79]

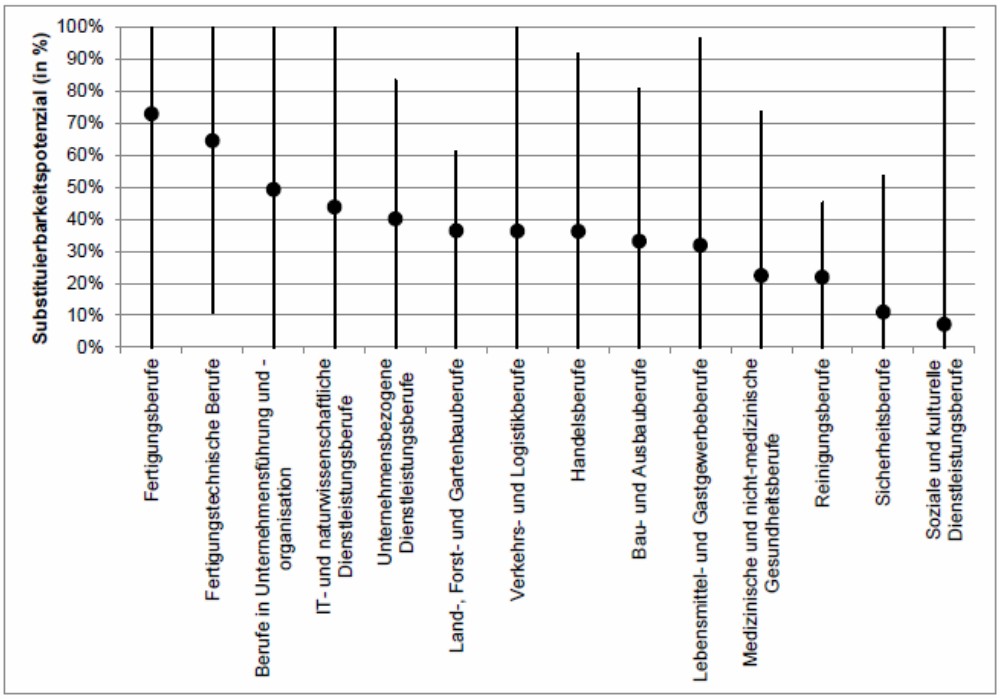
Differenziert nach Berufssegmenten ergibt sich das höchste gewichtete Substituierungspotenzial mit mehr als 70% bei den „Fertigungsberufen“ und das geringste bei den „sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen“. Die folgende Grafik zeigt, dass die größten Potenziale der Nutzung von Computertechnologien insbesondere in der Industrieproduktion liegen. Berufe, die vorwiegend direkte Dienstleistungen am Menschen erbringen, bleiben in ihrem Kern unberührt (z.B. ÄrztInnen, LehrerInnen, SozialarbeiterInnen). Darüber hinaus wird deutlich, dass es in fast allen Berufssegmenten Einzelberufe gibt, bei denen keine Tätigkeit von Computern ersetzt werden kann (die Bandbreite wird durch die Linie repräsentiert).[80]

[78] Vgl. ZEW (2015), Seite 18ff.

[79] Vgl. Dengler, Katharina / Matthes, Britta (2015), Seite 8 ff., Seite 12f. und Seite 21

[80] Vgl. Dengler, Katharina / Matthes, Britta (2015), Seite 14 f. Interessant ist der Unterschied zur vorherigen Studie, die von Frey und Osborne ausgeht. Dies hat vermutlich damit zu tun, ob der Bezugspunkt die aktuelle Ersetzbarkeit durch den Computer oder die zukünftige ist. Bei den Reinigungsberufen wird es beispielsweise erst in Zukunft wirklich gründlich reinigende staubsaugende Computer geben.

Abbildung 4: Substituierungspotenziale nach Berufssegmenten

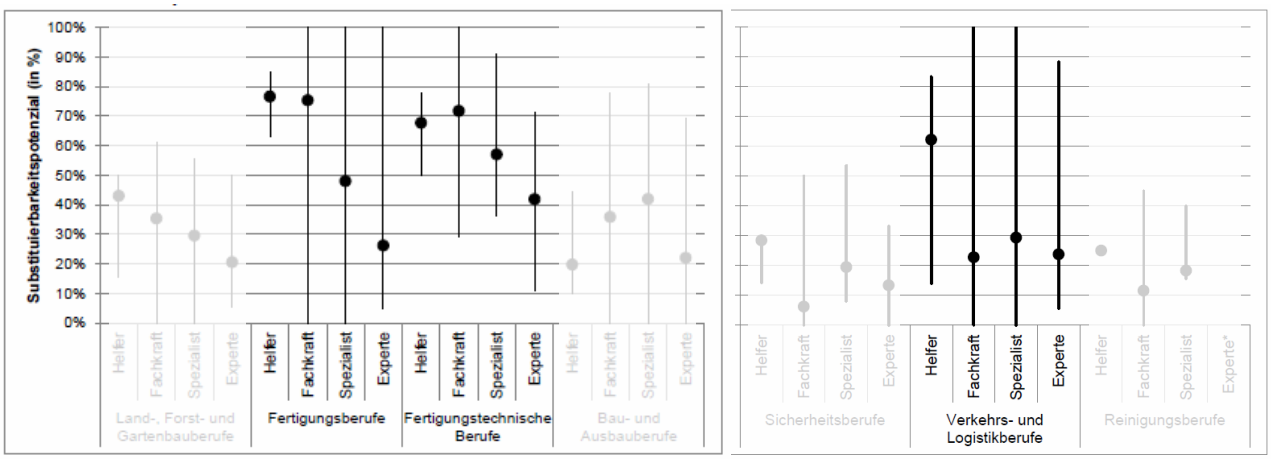


Quelle: Dengler Katharina/Matthes Britta (2015), Seite 14

Je höher das Anforderungsniveau, desto niedriger das Substitutionspotenzial

Wird nach Anforderungsniveau differenziert, dann zeigt sich: je höher das Anforderungsniveau im Berufssegment, desto niedriger das Substitutionspotenzial. Für Fertigungsberufe und Fertigungstechnische Berufe sowie Verkehrs- und Logistikberufe (dieses Segment wurde in der Grafik mitaufgenommen, weil viele Industriebetriebe auch über einen Lagerbereich verfügen), ergibt sich folgendes Bild:

Abbildung 5: Substituierungspotenzial ausgewählter Produktionsberufe nach Anforderungsniveau



Quelle: Dengler Katharina/Matthes Britta (2015), Seite 16 und Seite 20, eigene Bearbeitung

HelferInnen in Fertigungs- und Fertigungstechnischen Berufen weisen also nicht zwangsläufig ein höheres Substituierungspotenzial auf als Fachkräfte. Dies ist abhängig vom Anteil an Routinetätigkeiten. Anders bei Verkehrs- und Logistikberufen, bei denen die HelferInnen ein sehr hohes Risiko aufweisen.[81]

Wandel zugunsten hoch qualifizierter Angestelltenberufe

Das bedeutet insgesamt einen Wandel der Berufsstruktur zugunsten von hoch qualifizierten Angestelltenberufen. Es gibt eine ausgeprägte Tendenz in Richtung analytischer und interaktiver Nichtroutinetätigkeiten. Im Bereich der mittel- und geringqualifizierten Berufe führt der technische und organisatorische Fortschritt nach dieser Studie zu unterschiedlichen Beschäftigungsentwicklungen, je nachdem, ob Routine- oder Nichtroutinetätigkeiten überwiegen (sei es manuell oder kognitiv).[82]

Diese Routinisierungsthese, auf der die zitierte IAB-Studie basiert, blendet allerdings nichttechnische Ursachen sozialen Wandels weitgehend aus. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass sich der Einsatz der Technik lohnen muss.

Einfache Routinetätigkeiten am stärksten bedroht

Worin sich die Studien, die auf der Routinisierungsthese beruhen, mit anderen Studien einig sind: Einfache Routinetätigkeiten sind am stärksten bedroht. Das muss aber nicht zwangsläufig zum Arbeitsplatzverlust aller Geringqualifizierten führen. Es gibt Einschätzungen, wonach der Einsatz von Datenbrillen oder Tablets in der industriellen Produktion beim Erlernen von Tätigkeiten helfen könnte, so dass auch weniger gut ausgebildete Menschen qualifizierte Arbeit verrichten können. Auch werden einfache (meist körperliche) Arbeiten aufgrund der Entwicklung von Industrie 4.0 nicht vollkommen verschwinden. Es wird nach wie vor schwer automatisierbare Produktionsschritte geben oder solche bei denen sich eine Automatisation nicht lohnt.

Zukunft der „mittleren“ Facharbeit ist noch offen

Weniger vorhersehbar ist, wie bereits beim Kapitel über die Gestaltungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 deutlich wird, die Zukunft der „mittleren“ Facharbeit. Das Spektrum reicht von der Dequalifizierung von FacharbeiterInnen bis zum Upgrading.[83] In qualitativen Studien des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), bei denen Unternehmen befragt wurden, wird beispielsweise nicht unbedingt von einem Rückgang der Nachfrage im mittleren Fachkräftebereich ausgegangen. In der Entwicklungsphase neuer Prozesse und Produkte wird es zwar angesichts höherer Anforderungen kurzfristig zu einer erhöhten Nachfrage nach AkademikerInnen kommen, in der Umsetzung kann sich das aber wieder einpendeln.[84]

[81] Vgl. Dengler, Katharina / Matthes, Britta (2015), Seite 16 und Seite 20
[82] Vgl. AK Wien (2016), Seite 7ff.
[83] Vgl. Hans Böckler Stiftung (2015), Seite 4f.
[84] Vgl. Wolter, Marc Ingo et al. (2015), Seite 15

5.1 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Anzahl an Beschäftigten aus Sicht der Befragten

Die in dieser Studie befragten UnternehmensvertreterInnen und ExpertInnen wurden nicht nur nach veränderten Qualifikations- und Kompetenzanforderungen an MitarbeiterInnen durch die Umstellung auf „Industrie 4.0" gefragt, sondern auch nach den Auswirkungen dieser Änderungsprozesse auf die Anzahl der in der Produktion tätigen Menschen.

Nach Aussage der VertreterInnen des Managements haben bzw. hatten die unter dem Titel „Industrie 4.0" von ihnen beschriebenen Entwicklungsschritte Auswirkungen auf die Anzahl der Beschäftigten, wobei durchgängig davon berichtet wurde, dass Kündigungen verhindert werden konnten, weil die frei werdenden Ressourcen andernorts benötigt wurden. Diese Aussagen müssen jedoch insofern kontextualisiert werden, als sich alle befragten Unternehmen in Wachstumsphasen befanden. Befragte, die der Gruppe der Belegschaftsvertretung zuzuordnen sind, differenzieren grundsätzlich weniger zwischen innerbetrieblichen Veränderungsprozessen, die dem Thema „Industrie 4.0" zuzuordnen sind und solchen, die beispielsweise im Zusammenhang mit verstärkter Automatisation oder auch Auslagerung von Teilen der Produktion ins Ausland zusammenhängen als VertreterInnen des Managements. Aus deren Beobachtung gingen und gehen alle genannten Entwicklungen mit eher negativen Auswirkungen auf die Anzahl der beschäftigten Personen einher. Diese negativen Auswirkungen müssen sich nicht unbedingt in Kündigungen ausdrücken. Das Nichtnachbesetzen von Stellen, die Ausweitung des Aufgabenspektrums (*„Was früher 3 erledigt haben, macht heute 1" (*14) und das Nichtausweiten des Personalstandes bei steigenden Aufgaben werden beschrieben.

Wenn Einsparungen quantifiziert werden, dann liegen sie bei rund 20%

Jene Unternehmen, die die Personaleinsparungen quantifizierten, sprachen von Einsparungen im Ausmaß von rund 20% der Beschäftigten. Diese Aussagen entsprechen den Ergebnissen der bereits zitierten österreichischen PwC Studie, in der davon gesprochen wird, dass mit Industrie 4.0 Effizienzsteigerungen im Ausmaß von rund 20% verbunden werden.[85] Gleichauf mit den reduzierten Personalbedarfen aufgrund Automatisation und Vernetzung werden jedoch steigende Personalbedarfe an anderen Stellen beschrieben: So entstehen durch die Vielzahl an neuen, systematisch gesammelten Daten und Informationen neue Möglichkeiten der Planung und Entwicklung mit entsprechendem Personalbedarf. Insbesondere in der Datenanalyse sowie in spezifischen Softwareentwicklungssektoren wird immer wieder zusätzlicher Personalbedarf betont.

„Alle Tätigkeiten, für die es ein Pflichtenheft braucht, sind grundsätzlich gefährdet."

Grundsätzlich – und dies lässt sich in allen Interviews beobachten – geht es bei allen im Kontext von Industrie 4.0 realisierten Veränderungen um Innovationen, die zu höherer Effizienz beitragen. Die höhere Effizienz bezieht sich auf termingetreue Lieferung, präzisere Qualität und/oder geringeren Ausschuss (durch Abänderung der Produktion im laufenden Betrieb, aber auch durch *„Ausschaltung der Fehlerquelle Mensch").* Zudem stehen für viele – vor allem produzierende – Unternehmen Personalkosten im Zentrum der Aufmerksamkeit, insbesondere auch im Vergleich mit so genannten Billiglohnländern. Vor diesem Hintergrund wird mehrfach darauf hingewiesen, dass grundsätzlich und kurz- bis mittelfristig vor allem Routinetätigkeiten *(„alle Tätigkeiten, für die es ein Pflichtenheft gibt, bei denen man also im Vorhinein genau sagen muss, was zu tun ist" (1))* entweder von Verlagerung in Länder mit günstigerer Lohnkostenstruktur oder aber von Automatisation bedroht sind.

[85] PwC (2015), Seite 14f

Allerdings verliert für Unternehmen, die sehr stark innovations- und entwicklungsorientiert sind, die Frage der Personalkosten in den Interviews an Bedeutung. Hier geht es vor allem darum, innovations- und entwicklungsorientierte MitarbeiterInnen zu rekrutieren und zu binden. Dies wird teilweise als ebenso herausfordernd beschrieben wie das Bereitstellen von ausreichenden zeitlichen Ressourcen für interne Schulungen. Letzteres wird von ManagementvertreterInnen wie von BelegschaftsvertreterInnen genannt. Gerade diese Firmen sind es auch, die in den Interviews das Thema „Führung 4.0“ aufwerfen und betonen, dass Führungskräfte vor allem darauf achten müssen, alle MitarbeiterInnen dabei zu unterstützen, den Anforderungen in Richtung eigenverantwortliche Aufgabenerfüllung mit Blick auf den gesamten Geschäftsprozess genügen zu können.

Verlagerung von Beschäftigung

Den sukzessiven Rückgang von Beschäftigungsoptionen im Bereich von Routinetätigkeiten heben auch die befragten ExpertInnen hervor. Es handelt sich dabei um einen längerfristigen Prozess, der allerdings bereits voll im Gange ist. Grenzen des Ersatzes von Routinetätigkeiten durch Maschinen sowie auch Grenzen der Auslagerung derartiger Tätigkeiten in Billiglohnländer sehen die befragten ExpertInnen insbesondere im Bereich der personenbezogenen und persönlichen Dienstleistungen. Gerade diese Bereiche könnten zukünftig stärker als bisher nachgefragt sein und entsprechende Beschäftigungsoptionen für Menschen mit hoher Affinität zu Routinetätigkeiten bieten. In Summe, so wird beim Thema Beschäftigungsentwicklung betont, ist daher eher von einem gleichbleibenden, allerdings inhaltlich anders strukturierten Beschäftigungsvolumen auszugehen.

5.2 Beschäftigungspotenziale für Frauen

Automatisation und Digitalisierung bedeuten in der Regel abnehmende Bedeutung von physischer Kraft in der Produktion – ein Umstand, der Potenziale – unabhängig von den zuvor beschriebenen Dynamiken – für ein Aufweichen der geschlechtsspezifischen horizontalen Segmentierung des Arbeitsmarktes erwarten lässt. Gegen diese Aufweichung spricht aus Sicht der befragten UnternehmensvertreterInnen sowie der ExpertInnen und BetriebsrätInnen nichts, ganz im Gegenteil, die Befragten erzählen in der Regel von sehr positiven Erfahrungen mit weiblichen Beschäftigten und betonen hohes Interesse an einer intensivierten Rekrutierung von Frauen. Dieses Interesse lässt sich allerdings, so wird berichtet, nur schwer realisieren, weil sich kaum Frauen für technische Stellen bewerben. Will man, so die durchgängige Aussage, den Frauenanteil in technischen Segmenten erhöhen, müssten bereits im Kindergarten und in der Schule Mädchen ganz gezielt für Technik interessiert werden. Eine frühzeitige Intervention empfiehlt sich nicht nur aufgrund des mehrfach beschriebenen Fachkräftemangels. Dass gerade der administrative Bereich von digital bedingten Veränderungsprozessen massiv betroffen ist, sei ein weiterer Grund für diese zukunftsorientierte Strategie, so die Einschätzung.

6 Kompetenzen für Industrie 4.0

Es wird grundsätzlich davon ausgegangen, dass Automatisation und Vernetzung weder technisch noch organisatorisch in absehbarer Zeit so „glatt" funktionieren, dass es keiner menschlichen Arbeit und Umsicht bedarf, um die technischen Systeme in Gang zu halten.[86]

Der Mensch hat bestimmte Fähigkeiten, die nur schwer oder mit unverhältnismäßig hohem Aufwand von einer Maschine übernommen werden können, wie beispielweise im sensomotorischen Bereich oder bei Entscheidungen unter Unsicherheit. Auch sind Menschen mit ihrer Assoziationsfähigkeit und dem Vermögen, sich rasch auf neue Situationen einzustellen, noch den künstlichen Intelligenzlösungen überlegen.[87]

Die menschliche Arbeit bleibt also weiterhin ein Schlüsselfaktor für die Produktivität, so eine Studie des Fraunhofer Instituts.[88] Allerdings wandelt sich die Rolle des Menschen im Zuge von Industrie 4.0 und damit gehen Veränderungen in den Tätigkeitsprofilen einher. Grundlegend neue Berufsbilder werden weniger wahrgenommen.[89]

Veränderung der Tätigkeitsprofile ist von vielen Faktoren abhängig

Wie sich Tätigkeitsprofile und damit einhergehende Anforderungen genau entwickeln werden, ist, wie bereits ausgeführt, von mehreren Faktoren abhängig. Wesentlich wird beispielsweise sein, ob Unternehmen einen sogenannten technikzentrierten Ansatz wählen oder eine ganzheitliche Strategie im Sinne einer ausgewogenen Gesamtlösung in den Dimensionen Mensch, Technik und Organisation verfolgen bzw. einen Mittelweg zwischen diesen beiden Polen beschreiten. Einfluss wird des Weiteren die konkrete Ausgestaltung der Arbeitsorganisation haben. Darüber hinaus wird die Konfiguration von Assistenzsystemen eine Rolle spielen.

Unternehmen wählen beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Markt- und Produktionsanforderungen verschiedene Kombinationen aus Technologieeinsatzvarianten und Organisationsoptionen.[90] Diese Varianz der Kombinationen lässt wenig gesicherte Aussagen über zukünftige Tätigkeitsprofile und Anforderungen zu.

Die Anforderungen hängen auch damit zusammen, auf welcher Ausprägungsstufe des „Internets der Dinge" in der industriellen Produktion ein Unternehmen sich gerade befindet. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind die meisten Unternehmen auf der Stufe 1 angesiedelt. Für die Stufe 3 sind noch zahlreiche Entwicklungsarbeiten notwendig, wie die folgende Grafik zeigt:[91]

[86] Vgl. Holtgrewe, Ursula et al. (2016), Seite 28
[87] Vgl. Bauernhansl, Thomas / ten Hompel, Michael / Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.) (2014), Seite 451 ff
[88] Vgl. Spath, Dieter (Hrsg) (2013), Seite 46
[89] Vgl. Woler et al. (2015), Seite 14f.
[90] Vgl. Windelband, Lars/Dworschak, Bernd (2015), Seite 78
[91] Vgl. FreQueNz (2011), Seite 4

Abbildung 6: Ausprägungsstufen des „Internets der Dinge“ in der industriellen Produktion

Merkmal \ Ausprägungsstufe	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Vernetzung	**Punkt-zu-Punkt-Verbindungen:** Informationsaustauch über bilaterale Verbindung zweier Objekte, z. B. über Auslesen/ Beschreiben eines RFID-Tags.	**Feste Netzwerkstrukturen:** Datenübertragung von Endknoten zu einer zentralen Steuerungseinheit.	**Selbstorganisierende ad-hoc-Vernetzung:** Netzwerkknoten werden durch Netzwerk selbst hinzugefügt/ entfernt.
Autonomie	**Keine Autonomie:** Passive Informationsaufnahme und -speicherung.	**Teilautonomie:** Objekte können Informationen verarbeiten und geben diese bei bestimmten Ereignissen weiter.	**Vollautonomie:** Entscheidungsfähigkeit von Objekten aufgrund umfassender Logik, Sensorik und Aktorik, was Kommunikation mit anderen Objekten einschließt.

Quelle: FreQueNz (2011), Seite 4

Es ist von einem langfristigen und in unterschiedlichen Branchen und Berufsbereichen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit verlaufenden Prozess der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung der industriellen Wertschöpfungsprozesse auszugehen.

Der deutsche Arbeitskreis zu Industrie 4.0 kommt zur Einschätzung, dass die Tätigkeitsprofile durch zwei Trends unter starken Veränderungsdruck geraten: Zum einen werden herkömmliche, stark arbeitsteilige Produktionsprozesse in eine veränderte Aufbau- und Ablauforganisation eingebettet sein und mit Entscheidungs-, Koordinierungs-, Kontroll- sowie begleitenden Dienstleistungsfunktionen angereichert werden. Zum anderen ist das Zusammenwirken virtueller und realer Maschinen, Anlagensteuerungen sowie Fertigungsmanagementsysteme zu organisieren und aufeinander abzustimmen. Zusammenfassend: Durch das Zusammenwachsen von IKT, Produktions- und Automatisierungstechnik und Software werden mehr Arbeitsaufgaben in einem technologisch, organisatorisch und sozial sehr breit gefassten Handlungsfeld zu bewältigen sein.[92]

Kompetenzbegriff entspricht Anforderungen der neuen Arbeitswelt

Die Veränderung der Tätigkeitsprofile wirft natürlich die Frage der Qualifikationsanforderungen auf. Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 sollte in unseren Augen besser von Kompetenzen gesprochen werden.

Am Arbeitsmarkt sind heutzutage mehr als je zuvor und in Zukunft verstärkt Qualifikationen und Kompetenzen unauflöslich miteinander verbunden. Unter Qualifikationen werden zumeist die Kenntnisse und Fertigkeiten verstanden, die für die Ausführung einer bestimmten Tätigkeit notwendig sind. Kompetenzen hingegen beziehen sich nicht nur auf bestimmte Anforderungssituationen, sondern ermöglichen es, in unbestimmten, neuen und unstrukturierten Situationen handlungsfähig zu sein.

Für beide Begriffe gibt es unterschiedliche Definitionen. Im deutschen Sprachraum wird unter Qualifikation vor allem etwas verstanden, was in einer Ausbildung oder Weiterbildung erlangt wurde.

Kompetenzen beinhalten (auch) Qualifikationen, gehen aber darüber hinaus und werden nach John Erpenbeck als „Selbstorganisationsdispositionen, also als Anlagen, Bereitschaften, Fähigkeiten, selbst organisiert und kreativ zu handeln und mit unscharfen oder fehlenden Zielvorstellungen

[92] Vgl. acatech (2013), Seite 59

und Unbestimmtheit umzugehen“ verstanden. Eine Disposition wird als „Gesamtheit der bis zu einem bestimmten Zeitpunkt entwickelten inneren Voraussetzungen zur psychischen Regulation einer Tätigkeit“ verstanden.[93]

Eine weitere der zahlreichen Definitionen zu Kompetenz besagt: „Kompetenz bezieht sich auf die Fähigkeit, in Situationen unter Berücksichtigung der personalen Handlungsvoraussetzungen und der äußeren Handlungsbedingungen Ziele zu erreichen und Pläne zu realisieren.“[94]

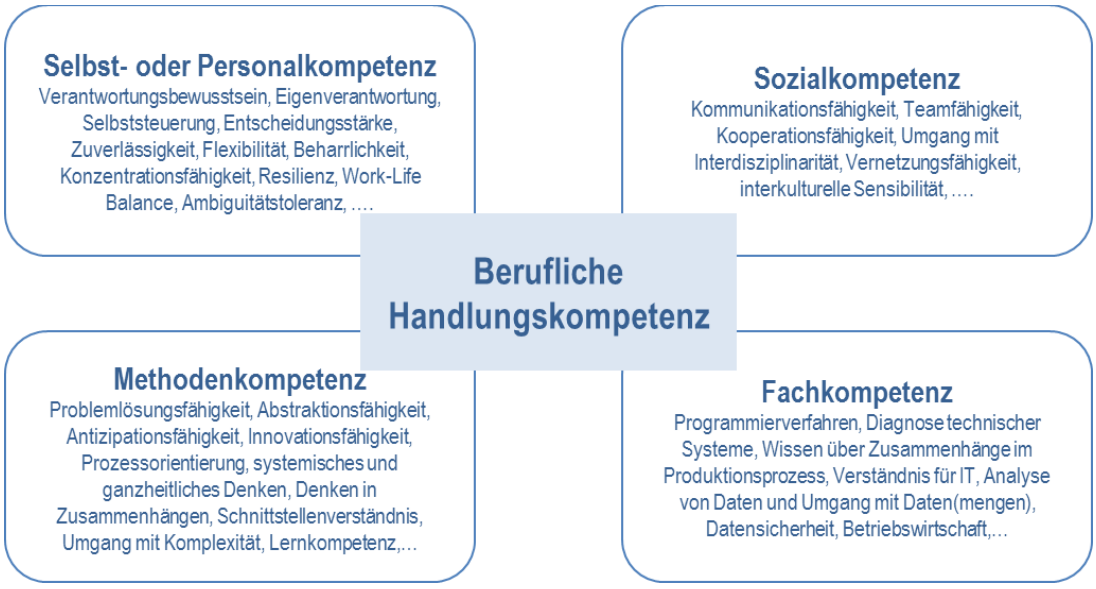
Die Fähigkeit zu selbstgesteuertem und selbstorganisiertem Handeln spielt in neuen Formen der Betriebs- und Arbeitsorganisation eine immer wichtigere Rolle. Es gibt immer weniger konkrete Vorgaben, wie etwas genau auszuführen ist, die genaue Planung wird den Arbeitskräften selbst überlassen. Menschen sind gefordert, sich in offenen und unüberschaubaren, komplexen und dynamischen Situationen zurecht zu finden.

Fachliche und überfachliche Kompetenzen gefragt

Arbeitskräfte sind deshalb nicht nur in ihrer Fachkompetenz gefragt. Personale Kompetenzen wie beispielsweise Verantwortung, Selbststeuerung, Organisationsfähigkeit, Initiative und Leistungsbereitschaft oder Methodenkompetenz wie Problemlösungsfähigkeit, Kreativitätstechniken oder systematische Gestaltung sind gefragt. Da Arbeit in vernetzten Umgebungen stattfindet und einen höheren Interaktionsgrad haben wird, braucht es darüber hinaus soziale Kompetenz wie Kommunikations- und Konfliktfähigkeit sowie die Fähigkeit des Perspektivenwechsels.[95]

Folgende Grafik veranschaulicht, welche Kompetenzen in Zukunft wichtig sein werden bzw. teilweise aktuell schon in der industriellen Produktion zentral sind.[96]

Abbildung 7: Kompetenzanforderungen Industrie 4.0



Quelle: Studnitzka, Hermann (2015), Folie 9 und prospect GmbH, eigene Darstellung

93 Vgl. John Erpenbeck, zit. nach Zürcher (2007), Seite 65
94 Vgl. Hof, Christiane, zit. nach Zürcher (2007), Seite 63
95 Vgl. Böhle, Fritz (o.J), o.S.
96 Bei der Fachkompetenz handelt es sich um berufsspezifische Kenntnisse und Fertigkeiten. Methodenkompetenz ist die Fähigkeit und Fertigkeit, Wissen zu beschaffen und zu verwerten sowie Probleme zu strukturieren und Entscheidungen zielgerichtet zu finden. Diese Kompetenz führt zu zielgerichtetem, strukturiertem und effektivem Vorgehen bei der Bearbeitung von Aufgaben und Problemen. Es geht darüber hinaus um die Entwicklung und Umsetzung von Lernstrategien. Sozialkompetenz umfasst eine Vielzahl von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die für die soziale Interaktion nützlich bzw. notwendig sind. Es geht darum, in sozialen Interaktionssituationen kommunikativ und kooperativ zu handeln. Die Selbst- oder Personalkompetenz ist der kompetente Umgang mit sich selbst und der kompetente Umgang mit Selbstwert.

Empirie zu geforderten Kompetenzen

Tim Weiland hat den Qualifikationsbedarf, der sich im Zuge von Industrie 4.0 ergibt, empirisch erhoben. Dabei unterscheidet er zwischen direkten[97] und indirekten MitarbeiterInnen[98]. Als indirekter Bereich eines Unternehmens werden alle Tätigkeitsbereiche bezeichnet, die unterstützende Leistungen für die Hauptleistung erbringen, wie z.B. Geschäftsleitung, Controlling, Personalwesen.

Tabelle 1: Qualifikationsbedarf bei Einführung von Industrie 4.0

Kompetenzklasse	Anforderungen an direkte Mitarbeiter	Anforderungen an indirekte Mitarbeiter
Fachlich-methodische Kompetenzen	• Grundlegende informationstechnische Kenntnisse • Generelles Verständnis für Maschineninteraktionen • Erhöhtes Präzisionsvermögen hinsichtlich taktiler und sensorischer Fähigkeiten • Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten	• Allgemeine interdisziplinäre Fachkenntnisse • Allgemeine interdisziplinäre Methodenkenntnisse • Weitgehende informationstechnische Kenntnisse • Weitgehende ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse • Weitgehende Kenntnisse in der Automatisierungstechnik • Grundlegende statistische Kenntnisse (Datenanalyse/-interpretation) • Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten
Sozial-kommunikative Kompetenzen	• Kooperationsbereitschaft • Erhöhte Kommunikationsfreude • Partnerschaftliches Denken • Teamfähigkeit • Vertrauenswürdigkeit • Weitgehende Kundenorientierung • Erweiterte Aufgeschlossenheit bzw. Zusammenarbeitsbereitschaft mit Maschinen	• Kooperationsbereitschaft • Erhöhte Kommunikationsfreude • Partnerschaftliches Denken • Teamfähigkeit • Verhandlungsfähigkeit • Vertrauenswürdigkeit • Weitgehende Kundenorientierung
Personale Kompetenzen	• Stetige und kurzfristige Lernbereitschaft • Erhöhte Stressresistenz • Zuverlässigkeit • Eigenverantwortung	• Stetige und kurzfristige Lernbereitschaft • Erhöhte Stressresistenz • Zuverlässigkeit • Eigenverantwortung
Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Kompetenzen	• Erhöhte Flexibilität bzgl. Tätigkeit • Erhöhte Flexibilität bzgl. Arbeitszeit • Kreative Fähigkeiten • Assoziationsfähigkeit • Ganzheitliche Sichtweise • Grundsätzliche Leistungsorientierung • Weitgehende Entscheidungsfreude • Grundsätzliche Mobilität	• Erhöhte Flexibilität bzgl. Tätigkeit • Erhöhte Flexibilität bzgl. Arbeitszeit • Kreative Fähigkeiten • Assoziationsfähigkeit • Ganzheitliche Sichtweise • Grundsätzliche Leistungsorientierung • Weitgehende Leistungsorientierung • Weitgehende Entscheidungsfreude • Grundsätzliche Mobilität
Kognitive Kompetenzen	• Erhöhte Reaktionsfähigkeiten	• Erhöhte Reaktionsfähigkeiten • Schlussfolgerndes Denken • Weitgehendes technisches Verständnis

Quelle: Weiland, T. (2013), Seite 72. zit. in: Ahrens, Daniela / Spöttl, Georg (2015): Seite 199

[97] Unter direkten MitarbeiterInnen werden in der Produktion Tätige verstanden.

[98] Vgl. Ahrens, Daniela / Spöttl, Georg (2015), Seite 198f.

Fachliche Anforderungen und Querkompetenzen

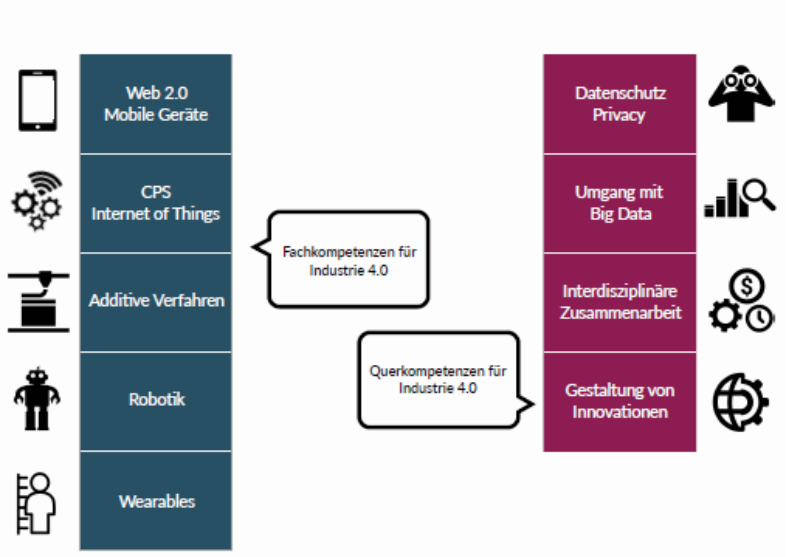
In der bereits erwähnten deutschen Studie im Maschinen- und Anlagenbau von Pfeiffer Sabine et al. wird in Bezug auf die im Zuge von Industrie 4.0 geforderten Kompetenzen zwischen fachlichen Anforderungen und Querkompetenzen unterschieden, wobei die Zuordnung nicht den in der Bildungsdebatte üblichen Differenzierungen folgt. Es wird in dieser Studie allerdings betont, dass die Aussagen der Unternehmen, welche Kompetenzen an welcher Stelle zu erwarten sind, häufig vage bleiben. Die neuen fachlichen Anforderungen liegen insbesondere in folgenden Bereichen:

- Web 2 0 / Mobile Geräte: Umgang mit neue Webtools, Apps, Smartphones oder Tablets usw.
- Cyber-Physical-Systems/Internet of Things: z.B. Übersetzung der mechanischen, stofflichen Sphäre in die IT-Sprache und umgekehrt
- Additive Verfahren: beispielsweise Bedienkompetenzen für den 3D-Druck
- Wearables und Augmentation[99]: der Einsatz von Datenbrillen oder dem smarten Handschuh wird als nicht so wesentlich für die Branche eingeschätzt und wenn, dann zieht dieser nach Ansicht der Unternehmen eher eine fachliche Dequalifizierung nach sich.

Die Querkompetenzen zur Bewältigung von Komplexität und Innovation sind:

- Datenschutz/Privacy: sicherheitsbewusster Umgang mit Daten
- Umgang mit Big Data: z.B. korrekte Erfassung und sinnvolle Aufbereitung großer Datenmengen, sinnvolle fachspezifische Interpretation von Daten
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit: Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen und Hierarchieebenen durch wechselseitiges Verständnis über Prozessketten hinweg bis hin zu interdisziplinären Berufsbildern.
- Gestaltung von Innovation: Haltung, sich auf etwas wirklich Neues einzulassen, Innovationen mittreiben und mitgestalten, Innovationsimpulse aus anderen Bereichen und Feldern aufnehmen.[100]

Abbildung 8: Industrie 4.0: Benötigte Qualifikationen und Kompetenzen



Quelle: Pfeiffer Sabine (2016), Folie 6

[99] Tragbare Computersysteme und Systeme zur Datenverbesserung
[100] Vgl. Pfeiffer, Sabine et al. (2016), Seite 94ff.

Vor allem Maschinenbedienung, -betreibung und -instandhaltung

Eine sehr genaue Analyse zu drei Tätigkeitsbereichen der industriellen Produktion wurde im Rahmen der deutschen Initiative Früherkennung von Qualifikationserfordernissen (FreQuenz) durchgeführt.

Es wird bei der Analyse von Frequenz[101], auf die sich die folgenden Absätze beziehen, davon ausgegangen, dass durch das „Internet der Dinge" Fachkräfte der mittleren Qualifikationsebene zukünftig vor allem als Maschinenbediener/in, -betreiber/in und -instandhalter/in tätig sind. Sie werden weniger im Rahmen von Produktionstätigkeiten im eigentlichen Sinne als vielmehr im Rahmen von „technischen Diensten" wie Vorbereitungs-, Entstörungs- und Kontrollaufgaben zum Einsatz kommen. Eine Fachkraft wird vor allem bei einem durch eine Maschine signalisierten Bedarfsfall eingesetzt. Aufgaben der händischen Maschinenumrüstung werden weitgehend entfallen, genauso Tätigkeiten der routinemäßigen Überwachung der betreuten Maschinen per Augenschein und Interpretation von Zustandsbeschreibungen am Monitor.

Bei MaschinenbedienerInnen führt das zu einer Verminderung ihrer Aufgabenvielfalt und die dadurch gewonnene Zeit ermöglicht die Betreuung einer größeren Anzahl von Maschinen.

Für die Maschinensteuerung bedeutet es, anstatt etwaige Störungsanzeigen eigenständig interpretieren zu müssen, die maschinell angezeigten Anweisungen umzusetzen, die von den Maschinen gelieferten Daten auszuwerten und darauf aufbauend eine angemessene Handlungsentscheidung zu treffen. Es verschieben sich die Aufgaben von der Sicherstellung der Einhaltung von Qualitätsanforderungen während des Prozesses des Maschinenbedienens hin zu einer Vorabüberprüfung bei der Anlieferung des einzusetzenden Materials. Es werden neue Aufgaben der Softwarewartung und Einspielung der (Prüf-)Software anfallen und darüber hinaus quantitativ mehr Maschinen gleichzeitig einzurichten und zu steuern sein.

Bei der Instandhaltung werden sich Aufgaben der regelmäßigen Maschinenwartung hin zu einer bedarfsorientierten Wartung verschieben. Dabei ist von einer zunehmenden Komplexität der Wartungsarbeiten auszugehen, weil sich aufgrund des Einsatzes neuer Funktechnologien oder des verstärkten Zusammenwirkens von elektromechanischen und Netzwerkproblemen die potenziellen Störungsquellen deutlich vermehren. Gleichermaßen werden sich die Wartung von Sensoren/Netzwerken sowie Wartungs- und Prüfprogramme ausweiten. Mit dieser zunehmenden Komplexität und Störanfälligkeit ergeben sich komplexere Aufgaben in Hinblick auf die Erstellung von Kosten-Nutzen Analysen.

Das alles hat Auswirkungen auf die fachlichen als auch überfachlichen Qualifikationen der genannten Fachkräfte:

- Es werden vertiefte Kenntnisse der Mechanik und Elektronik in Kombination gefragt sein, um bei Störungsfällen die erforderlichen Reaktionen vornehmen zu können. Außerdem braucht es verstärkte Programmier- bzw. Parametrierfähigkeiten für spezielle Software bzw. den Umgang mit dieser.
- Basiskenntnisse im Bereich der Netzwerk-/Funktechnologie sowie der Übertragungstechnik (z.B. RFID) werden zur Erkennung etwaiger Störungen/Störungsquellen notwendig sein.
- Kenntnisse in der Verfahrenstechnik sind wichtig, um ein vollständiges Erliegen ganzer aufeinander abgestimmter Produktionsprozesse vermeiden zu können. Kenntnisse über Produktionsabläufe bzw. Wertschöpfungsketten sind darüber hinaus förderlich.

[101] Vgl. FreQuenNz (2011), Seite 5ff

- Vertiefte Kenntnisse in Bezug auf Werkstoffkunde sind hilfreich, um bei der Zunahme des Einsatzes „sich selbst meldender" Werkstoffe rechtzeitig für einen angemessenen Umgang mit diesen gerüstet zu sein.

Stärker geforderte überfachliche Qualifikationen werden der Umgang mit abstrakten Informationen, das selbstständige Beschaffen von erforderlichen Informationen und die selbstständige Organisation von Problemlösungsprozessen sein. Darüber hinaus geht es darum, abstrakte Probleme über Entfernungen hinweg verständlich kommunizieren zu können und dabei zunehmend auf englischsprachige Anleitungen und Anweisungen zurückgreifen zu können. Abteilungsintern und –übergreifend im Team arbeiten zu können, ist wesentlich. Notwendig ist darüber hinaus, mit Stress sowie mit Überforderungen umgehen zu können, angesichts der steigenden Komplexität und Unsicherheiten bezogen auf nichtbeobachtbare Prozessabläufe.[102]

Digitale Kompetenz als Schlagwort

Im Zusammenhang mit dem Thema Arbeitswelt 4.0 fällt häufig der Begriff digitale Kompetenz. Jan van Dijk[103] unterscheidet hier inhaltsbezogene und medienbezogene Kompetenzen. Medienbezogene Kompetenzen bilden die Basis. Zu ihnen gehören operationale Kompetenzen für die Bedienung eines digitalen Mediums („Knopfwissen") und formale Kompetenzen, die sich auf die Handhabung formaler Strukturen des Mediums (z.B. Browsen und Navigieren) beziehen. Zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen zählen

- informationsbezogene Kompetenzen (Suchen, Auswählen und Bewerten von Informationen in digitalen Medien),
- kommunikationsbezogene Kompetenzen (Mailen, Kontaktieren, Schaffen von Online-Identitäten, Fähigkeit in den neuen Medien Meinungen zu äußern),
- strategische Kompetenzen (Fähigkeit, das digitale Medium als Mittel zur Erreichung bestimmter persönlicher und beruflicher Ziele einzusetzen) und
- Kompetenzen zur Erstellung von Inhalten (z.B. Beiträge im Internet).

Ein weiterer Teilaspekt von digitaler Kompetenz ist aus unserer Sicht die Fähigkeit, digitale Lernbegleiter und das Internet zielgerichtet für den Wissenserwerb und Wissensaustausch zu nutzen.

Neue Anforderungen an Führungskräfte

Zu bedenken ist auch, dass Industrie 4.0 Veränderungen hinsichtlich der Anforderungen an Führungskräfte mit sich bringt. Ihr Verhalten wird ausschlaggebend sein für eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 im Unternehmen. Führungskräfte müssen beispielsweise durch die vollständige Vernetzung von Wertschöpfungsketten über Firmengrenzen hinaus denken und agieren und gegebenenfalls international verteilte MitarbeiterInnen führen. Sie sind konfrontiert mit einem höheren Grad an Mensch-Maschinen-Interaktion sowohl in Bezug auf ihre MitarbeiterInnen als auch in Bezug auf ihre eigene Arbeit. Sie sollten TreiberInnen digitaler Veränderung und Vorbild beim Einsetzen neuer Technologien sein. Weitere Punkte sind z.B. der Umgang mit mehr Transparenz in Bezug auf individuelle Leistung und Fehlerraten oder der Umgang mit durchlässiger werdenden Organisationsstrukturen.[104]

[102] Vgl. FreQuenNz (2011), Seite 5ff
[103] Vgl. van Dijk, Jan (2012), Seite 121ff.; zit. in: Haberfellner, Regina (2015), Seite 48
[104] Vgl. Staffen, Sabine (2015), Seite 36f.

Führung ist immer mehr aufgabenbezogen und weniger abhängig von ihrer hierarchisch vorgegebenen Rolle. Die Führungskräfte sind zunehmend auf die „Geführten“ angewiesen, denn sie können weniger denn je über das erforderliche Wissen für Entscheidungen verfügen und sind deshalb gefordert, Fragen zu stellen statt Anweisungen zu erteilen.[105] Kooperation und Kommunikation steht im Zentrum neuer Führung.

Komplexitätsbedingt können auch erweiterte und neue Planungsaufgaben auf sie zukommen und Aufgaben des „trouble shooting“ gewinnen an Bedeutung. Es ist auch davon auszugehen, dass auf der Planungs- und Managementebene Aufgaben und Kompetenzen, beispielsweise IT- und Produktionskompetenzen, die früher getrennt waren, jetzt verschwimmen.[106]

[105] Vgl. Schleiter, André (2015), Seite 56
[106] Vgl. Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014), Seite 3

6.1 Kompetenzanforderungen an MitarbeiterInnen aus Sicht der Befragten

„Generell wird das Bildungsniveau unserer Mitarbeiter steigen. Immer wenn ich mit komplexeren Systemen zu tun habe, steigt auch die Anforderung an die Mitarbeiter." (10)

Disposition zur Selbstorganisation wesentlich

Betrachtet man die Aussagen der VertreterInnen des Managements wie der Belegschaft der befragten Betriebe zu aktuellen und zukünftigen Kompetenzanforderungen an MitarbeiterInnen zusammenfassend, so lassen sich diese auf einer sehr allgemeinen und übergeordneten Ebene am besten mit der Definition von „Kompetenz", die in Kapitel 6 dieses Berichts beschrieben wurde, zusammenfassen. Kompetenz beinhaltet demnach (auch) Qualifikation, geht aber darüber hinaus und wird als Disposition zur Selbstorganisation, die ein situations- und kontextadäquates Handeln und Problemlösen ermöglicht, verstanden.[107]

Selbstkompetenzen für Befragte im Vordergrund

Im Vordergrund der von den ManagementvertreterInnen beschriebenen Kompetenzanforderungen stehen sogenannte Selbstkompetenzen, Haltungen und Orientierungen. Lernbereitschaft, eigenständiges Lernen und Arbeiten, Veränderungsbereitschaft, Bereitschaft zur Verantwortungsübernahme, Innovationsorientierung sind in allen Interviews mit UnternehmensvertreterInnen prominent platzierte und beschriebene Anforderungen. Dieser Bereich ist für vereinzelte Betriebe derart bedeutsam, dass unternehmensinterne Kompetenzentwicklungsmodelle erarbeitet wurden, die vor allem auf die Entwicklung von Selbstkompetenzen abheben. Oder es wird betont, dass vor allem Selbstkompetenzen entscheidend für die Personalauswahl sind, weil alles andere geschult werden kann.

Während die eigenständige Weiterentwicklung der eigenen Kompetenzen, Lern- und Veränderungsbereitschaft sowie Innovationsorientierung und Flexibilität durchgängig erwartet werden, ist die Reichweite der erwarteten Weiterentwicklungsimpulse abhängig von der jeweiligen Position im Unternehmen: So wird von angelernten MitarbeiterInnen zumindest erwartet, dass sie ihr Aufgabengebiet selbstständig qualitätsvoll erfüllen. Mitunter werden aber auch bereits an dieser Stelle Impulse für die Weiterentwicklung des Tätigkeitsbereiches gewünscht. Von FacharbeiterInnen und SpezialistInnen werden diese jedenfalls erwartet.

Mit zunehmender Verantwortung wird – so lassen sich die Beschreibungen interpretieren – auch die Reichweite der gewünschten Verbesserungs- und Veränderungsimpulse breiter. So reicht es – zumindest in einem Optimalbild – für eine/n FacharbeiterIn nicht aus, nur das eigene Aufgabengebiet weiterzuentwickeln. Die Erwartung ist zumindest, den Gesamtproduktionsprozess für jenes Produkt, innerhalb dessen das Aufgabengebiet der Person liegt, im Auge zu haben.

Tiefes (technisches) Verständnis des eigenen Tätigkeitsbereichs wird als selbstverständlich vorausgesetzt

Die starke Fokussierung auf Selbstkompetenzen darf keineswegs darüber hinwegtäuschen, dass eine Reihe anderer Kompetenzebenen erwartet werden.

Parallel zu den angeführten Selbstkompetenzen respektive als Basis für diese wird ein aufgabenspezifisch unterschiedliches, jedoch in der Regel sehr fundiertes fachliches Verständnis vorausgesetzt. Dieses fachliche Rüstzeug muss einerseits fachspezifisch vertieft und andererseits durchaus breit sein, um komplexe fachspezifische Aufgaben bewältigen und Probleme oder neue Anforderungen schnell analysieren zu können. Die fachliche Breite ist auch erforderlich, weil ein Teil der Personaleinsparungspotenziale in Zusammenhang mit Industrie 4.0 darin liegt, eine Person gleichzeitig für mehrere Maschinen oder Prozessschritte einsetzen zu können. Dies wird – mit tendenziell

[107] Vgl. John Erpenbeck, zit. nach Zürcher (2007), Seite 63

unterschiedlicher Konnotation – von VertreterInnen des Managements wie der Belegschaft ähnlich skizziert.

Anlernqualifikationen spielen in den Unternehmen, deren VertreterInnen im Rahmen dieser Studie befragt wurden, zumeist eine quantitativ untergeordnete Rolle. Tätigkeiten, die ohne formalen Berufsausbildungsabschluss ausgeübt werden können, sind nach Aussage der Befragten rückläufig. Dies wird einerseits auf veränderte Produktionsumgebungen durch Automatisation und Vernetzung zurückgeführt, aber auch auf Verlagerungen von personalintensiven Produktionsschritten ins Ausland.

In den Beschreibungen jener Aufgabenstellungen, die in den Unternehmen noch von MitarbeiterInnen ohne formalem Berufsausbildungsabschluss ausgeübt werden, fällt auf, dass das Anforderungsniveau auch in diesen Positionen durchaus beträchtlich ist. Zusätzlich zu den bereits genannten überfachlichen Kompetenzen und Haltungen wird vor allem auf Verlässlichkeit hingewiesen. Mittelfristig, so wird vereinzelt ausgeführt, werden auch solche Aufgaben eher von FacharbeiterInnen übernommen werden – ein Prozess, der von einem befragten Betriebsrat für sein Unternehmen bereits als mehr oder weniger abgeschlossen beschrieben wird. In seinem Betrieb werden für Aufgaben, die früher von Personen mit unterschiedlichsten Ausbildungen ausgeübt wurden, mittlerweile ausschließlich einschlägig qualifizierte FacharbeiterInnen rekrutiert.

Digitale Kompetenzen unterschiedlicher Niveaus erforderlich

Schließlich sind digitale Kompetenzen erforderlich. Auch diese sind je nach Position und Aufgabengebiet unterschiedlich, umfassen jedoch jedenfalls die Kompetenz, einen Touchscreen und eine Computermaus bedienen zu können. Ebenso wird durchgängig von allen MitarbeiterInnen eine Grundsensibilität im Umgang mit Daten erwartet und die Kompetenz, die für die Aufgabenerfüllung notwendigen Informationen eigenständig recherchieren, bewerten und nutzen zu können. Auf einer obersten Ebene geht es im Bereich der digitalen Kompetenzen darum, Programme konzipieren und umsetzen zu können.

Verständnis für den Gesamtprozess

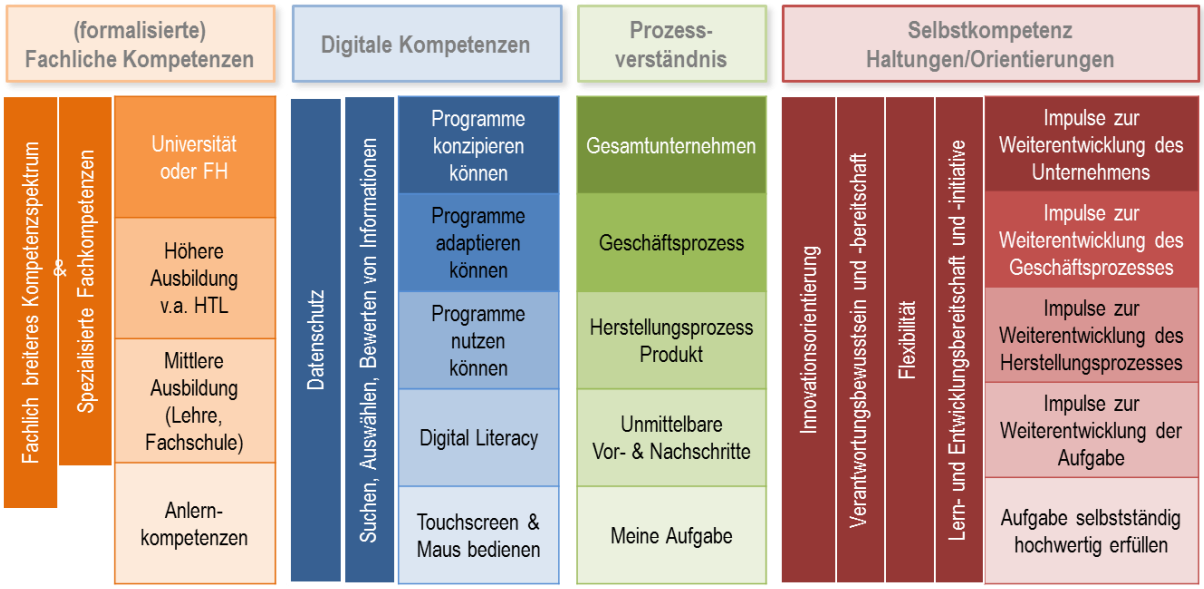
In einem vernetzten Geschäftsprozess ziehen Eingriffe und Handlungen an unterschiedlichen Stellen Konsequenzen nach sich. Je stärker digitalisiert und je weniger personalintensiv ein Geschäftsprozess nach durchgeführter Digitalisierung ist, desto weniger können Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt und abgefedert werden. Prozessverständnis und das Vorwegnehmen von potenziellen Fehlern sind deshalb eine wesentliche Anforderung.

Auch in diesem Kompetenzbereich ist die Reichweite je nach Position unterschiedlich: Wird von angelernten MitarbeiterInnen erwartet, dass sie ihr Aufgabengebiet inklusive der Vor- und Nachbereitungsschritte kennen und in allen Entscheidungen und Aktivitäten berücksichtigen, so dehnt sich diese Orientierung bei höher qualifizierten MitarbeiterInnen bis zum Gesamtunternehmen aus. Mehr oder weniger auslaufend sind in einem volldigitalisierten Geschäftsprozess Arbeitsaufgaben, bei denen es reicht, sich ausschließlich auf die eigene Aufgabe zu konzentrieren. *„Wenn sich ein/e MitarbeiterIn in einem vollautomatisierten Lager vertippt, hat das – nachdem das dann ja niemand mehr kontrolliert – weitreichende Konsequenzen. Wenn die 600 statt 6.000 eingibt, dann bestellt das System automatisch Ware, weil das System so programmiert ist, dass man bei einem Lagerstand von weniger als 1.000 bestellt. Wenn die MitarbeiterIn sich dessen nicht bewusst ist, ist das ein wirkliches Problem.“ (4)*

In diesem Zusammenhang ist vereinzelt von interdisziplinärer Kompetenz die Rede, wobei damit etwas anderes gemeint ist als das, was landläufig darunter verstanden wird. Es geht weniger darum, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten (das wird von jenen, die in den Entwicklungs- und Implementierungsprozess eingebunden sind, speziell in dieser Phase gefordert), sondern um das Mitdenken von anderen Stellen und Prozessen bei der eigenen Arbeit.

Die hohe Bedeutung des Denkens und Handelns mit Blick auf den Gesamtgeschäftsprozess lässt den langjährigen Verbleib in einem Unternehmen unter einem weiteren Blickwinkel betrachten: Diese notwendige Kompetenzebene verlängert die Einschulungszeit zu Beginn und bedeutet im Falle einer Kündigung einen vergleichsweise noch größeren Verlust für das Unternehmen. Für den/die MitarbeiterIn bedeutet es, dass er/sie die im Unternehmen erworbene „Prozesskompetenz" möglicherweise auf dem nächsten Arbeitsplatz in dieser Form nicht nutzen kann.

Abbildung 9: Erwartete Kompetenzen der befragten Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung

Führung 4.0: notwendige Adaptionen im Führungsverständnis

Immer wieder wird in den Interviews auch über notwendige Adaptionen im Verständnis von Führung berichtet: Diese müsse viel stärker als bisher jede/n einzelne/n Mitarbeiter/in dabei unterstützen, das eigene Profil und die eigenen Kompetenzen weiterzuentwickeln und eigenständig Verbesserungsideen zu generieren. Führung bedeutet demnach neben Unterstützung und Leitung der MitarbeiterInnen auch Gestaltung von Kontexten und Rahmenbedingungen, in denen MitarbeiterInnen neue Ideen entwickeln und einbringen können. Schließlich geht es darum, eine lern- und entwicklungsorientierte Fehlerkultur zu etablieren, dies im Sinne der Weiterentwicklung des Unternehmens, aber auch, um MitarbeiterInnen dabei zu helfen, die höhere Verantwortung, die mit digitalisierten Geschäftsprozessen verbunden ist, auch psychisch gut bewältigen zu können.

7 Kompetenzentwicklung und Qualifizierung

Eine der wesentlichsten Fragen im Zusammenhang mit dem Thema Qualifizierung ist unserer Ansicht nach jene der Höherqualifizierung. Bei allen Unsicherheiten in Bezug auf die konkrete Ausgestaltung von Industrie 4.0 kann davon ausgegangen werden, dass standardisierte Routineaufgaben ebenso wie körperlich schwere Tätigkeiten zunehmend automatisiert werden und davon sind insbesondere geringqualifizierte Personen betroffen.

Wenn generell mit einer Verschiebung in Richtung höherer und breiterer Kompetenzprofile zu rechnen ist, betrifft das Thema aber auch FacharbeiterInnen.

Kompetenzen gut im Arbeitsprozess erwerbbar

Kompetenzen können besonders gut im Prozess der Arbeit erworben werden. Ein Blick auf die geforderten Kompetenzen in Kapitel 6 macht deutlich, dass vieles nicht so einfach in seminaristischen Aus- und Weiterbildungsprogrammen gelernt werden kann.

Darüber hinaus ist zu bedenken, dass Erfahrung, wenn es darum geht, unter Zeitdruck mit Unvorhergesehenem umzugehen, wesentlich ist. Es geht nicht nur um Verstand und Logik, sondern auch um Intuition, Bauchgefühl und Emotion und das bildet sich erst im Laufe der Zeit heraus. Dieses sogenannte dynamische Erfahrungswissen spielt in Arbeitsumgebungen mit hoher Digitalisierung und Automatisierung eine zentrale Rolle und ist in komplexen und unübersichtlichen Arbeitssituationen und im Umgang mit Unwägbarkeiten besonders wichtig.[108] Auch dieses Erfahrungswissen lässt sich schwer in Kursen oder Schulungen vermitteln.

Arbeitsplatznahe Qualifizierung ist wesentlich

Der deutsche Arbeitskreis Industrie 4.0 kommt zur Empfehlung arbeitsplatznaher Weiterbildung.[109] Es gilt, die normalen Arbeitsprozesse lernförderlicher zu gestalten – eine wesentliche Grundlage für Lebensbegleitendes Lernen - und die Lernhaltigkeit der täglichen Arbeit besser zu nutzen.[110] So könnten beispielsweise Produktionsprozesse unter didaktischen Aspekten strukturiert werden.

Als wesentliche Elemente der lernförderlichen Gestaltung eines Arbeitsplatzes gelten beispielsweise Selbstständigkeit, Handlungsspielraum, Ganzheitlichkeit, Vielseitigkeit, Kommunikations- und Kooperationsintensität und Mitbestimmung[111] - übrigens Kriterien, die sich sehr stark mit jenen gesundheitsförderlicher Arbeitsplätze decken.

[108] Vgl. Pfeiffer, Sabine / Suphan, Anne (2015), Seite 8 ff

[109] Vgl. Acatech (2013), Seite 61

[110] Vgl. Weber, Friederike / Gräfinger, Elisabeth (2007), Seite 21

[111] Vgl. Baethge, Martin / Baethge-Kinsky, Volker (2004), Seite 82 ff. und Frieling, Ekkehart et al. (2006), Seite 259 ff.

Selbstständigkeit und Handlungsspielraum, wie z. B.: ▪ Die Arbeit kann selbstständig eingeteilt werden ▪ Es besteht die Möglichkeit, selbstständig Entscheidungen zu treffen
Ganzheitlichkeit und Vielseitigkeit, wie z. B.: ▪ Die Arbeit ist interessant und es gibt wechselnde, unterschiedliche Arbeitsaufgaben ▪ Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen führen die Arbeit nicht nur aus, sondern planen, korrigieren und überprüfen auch die Arbeitsergebnisse
Kommunikations- und Kooperationsintensität, wie z. B.: ▪ Die Arbeit erfordert enge Zusammenarbeit und Abstimmung mit anderen ▪ Die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen verfügen über die notwendigen Informationen, die sie für ihre Arbeit brauchen und werden über Veränderungen rechtzeitig informiert
Mitbestimmungsmöglichkeiten, wie z. B.: ▪ Das Team kann bei der Verteilung von Aufgaben mitwirken ▪ Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen werden bei Entscheidungen, die ihre Arbeit betreffen, eingeladen, etwas dazu zu sagen

Andererseits sollten arbeitsnahe und arbeitsintegrierte Lernangebote gestaltet werden, wie z.B. Communities of Practice, KVP-Zirkel[112], Peer-Learning u. ä.

Eine verstärkte Integration von Arbeits- und Lernprozessen verkürzt die Transferstrecke zwischen Lernen und Anwenden, was insbesondere bei sehr kurzfristigen Veränderungen wesentlich ist.[113]

Die Verbindung von Arbeiten und Lernen spricht auch jene Teile der Belegschaft an, die eine eher reservierte Haltung gegenüber Schulungen und Seminaren einnehmen. Vor allem un- und angelernte Personen haben häufig über längere Zeit an keinen formalen Bildungsprozessen teilgenommen und sind mit herkömmlichen Lernsettings wenig vertraut. Widerstände und mangelnde Motivation resultieren zumeist aus der beschriebenen Lernentwöhnung, dazu kommen oft Erfahrungen des Scheiterns auf dem herkömmlichen Bildungsweg. Diese Lernbarrieren können Lernformen, die an den Arbeitsalltag anknüpfen, durchbrechen. Darüber hinaus bietet der Arbeitsplatz eine gewohnte Umgebung.[114]

Unterstützung durch digitale und multimediale Lernmaterialien

Bei der Qualifizierung am oder nahe am Arbeitsplatz können digitale und multimediale Lernmaterialien unterstützen. Es ist immer wieder von intelligenten, industriellen Assistenzsystemen die Rede, die digitale Lerntechnologien direkt an den Arbeitsplatz bringen. Das Spektrum reicht von einfachen Softwareanwendungen, die kontextbasiert notwendige Informationen liefern, bis zu Simulationen, virtuellen Welten oder immersiven[115] Lernumgebungen, die Prozesse der Wirklichkeit realitätsnah abbilden. Dabei wird als wichtig für die Kompetenzentwicklung erachtet, dass die NutzerInnen nicht nur Instruktionen erhalten, sondern durch die Anwendung ebenfalls neues Wissen generieren können. So können auch bildungsferne und lernungewohnte Beschäftigte erreicht und an die Bewältigung komplexerer Tätigkeiten herangeführt und Lernbarrieren überwunden werden.

[112] Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)
[113] Vgl. Becker, Manfred (2015), Seite 16f.
[114] Vgl. Weber, Friederike / Gräfinger, Elisabeth (2007), Seite 9f
[115] Man spricht von einer immersiven, virtuellen Umgebung, wenn es BenutzerInnen ermöglicht wird, direkt mit dieser zu interagieren.

In diesem Zusammenhang gibt es vor allem technische und rechtliche Umsetzungsprobleme zu bedenken, wie beispielsweise die technische Umsetzung kognitiv ergonomisch idealer Lösungen oder die Frage personalisierter NutzerInnen- und Kompetenzprofile. Darüber hinaus sind NutzerInnen-Faktoren, wie z.B. Alter oder Vorerfahrung, zu bedenken, weil es sonst zu Akzeptanzproblemen kommen kann. Eine exemplarische Lernlösung, die allerdings technisch und didaktisch noch nicht ausgereift ist, ist beispielsweise ein Head Mounted Display (HMD)[116] für den mobilen Einsatz im technischen Service. Benötigte Informationen sind jederzeit in Sichtweise, während beide Hände für die Ausführung der Arbeitsaufgabe frei bleiben und es ist auch möglich, eine/n Experten/in mittels interaktiver echtzeitbasierter Kommunikation hinzuzuziehen.[117]

Eine Warnung von ExpertInnen in diesem Zusammenhang: Wenn Kompetenzen für den Betrieb von „Industrie 4.0"-Systemen in kleinteiligen, arbeitsbegleitenden Modulen geschult werden, könnten diese Module so virtuell und standardisiert ausfallen, dass sie den Aufbau praktischen Erfahrungswissens und die Fähigkeit, explorativ zu handeln, eher behindern als ermöglichen.[118]

Pilotfabrik Industrie 4.0

Ein wichtiger Schritt, um ein arbeitsplatznahes Lernen zu ermöglichen, ist beispielsweise die im August 2015 in Wien Aspern eröffnete Pilotfabrik für Industrie 4.0. Diese soll auch als Lernlabor für die Weiterbildung genutzt werden. Studierende und WissenschafterInnen sollen an realen Industriemaschinen und Logistiksystemen neue Entwicklungen testen und Forschungsprojekte umsetzen können. Weitere solche Pilotfabriken sind geplant.[119]

Eher Veränderung der Tätigkeitsbereiche als neue Berufsbilder

Obwohl vielfach konstatiert wird, dass es im Kontext von Industrie 4.0 eher um Veränderungen der Tätigkeitsprofile und weniger um neue Berufsbilder geht, scheinen sich doch neue Berufe zu entwickeln. In Österreich existiert seit dem Jahr 2007 der Lehrberuf Produktionstechnik, um produktionstechnische und logistische Ausbildungsinhalte gemeinsam mit handwerklichen Qualifikationen zu vermitteln. Gemeinsam mit Leitbetrieben mit Vorreiterfunktion bei Industrie 4.0 wurde dieser Lehrberuf 2015 zum Lehrberuf Prozesstechnik weiterentwickelt, mit dem Ziel, die Bereiche Logistik und Prozessintegration zu stärken.[120]

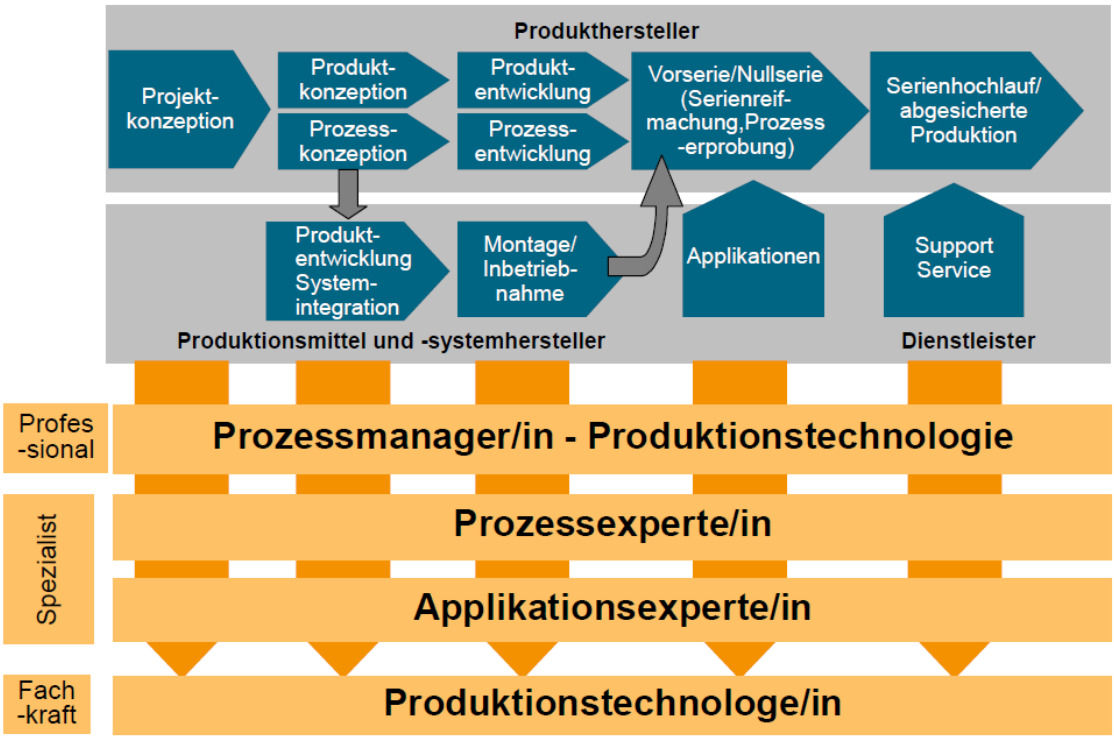
Auch in Deutschland wurde 2008 der dreijährige Ausbildungsberuf „Produktionstechnologe" entwickelt, der alle im Zuge der Digitalisierung wichtigen Kompetenzen vermittelt und Fachkräfte für die „intelligente" Produktion heranbilden soll. Es geht um klassische Fertigungsverfahren und Montagetechniken plus innovative Produktionstechnologien plus digitale Vernetzung.

Dass es sich hierbei um einen eher höherschwelligen Ausbildungsberuf handelt, zeigt die Tatsache, dass zu 60% Auszubildende mit Hochschulreife aufgenommen werden.[121]

Darüber hinaus gibt es entsprechende Weiterbildungsabschlüsse (d.h. Fortbildungsordnungen) wie z.B. zum/r Prozessexperten/in, Applikationsexperten/in oder Prozessmanager/in. Letztere sind beispielsweise befähigt, Produktionsprozesse zu planen, zu gestalten, zu implementieren, zu sichern und zu optimieren sowie Führungsaufgaben zu übernehmen.[122]

[116] Ein HMD ist ein auf dem Kopf getragenes visuelles Ausgabegerät.
[117] Vgl. Senderek, Roman / Geisler, Katrin (2015), Seite 37ff
[118] Vgl. Holtgrewe, Ursula (2016), Seite 34
[119] Die Pilotfabriken sind eine bmvit-Fördermaßnahme im Rahmen des Programms Produktion der Zukunft.
[120] Vgl. WKO Die Industrie (2016), Seite 2
[121] Vgl. https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/
[122] Vgl. www.produktionstechnologe.de

Abbildung 10: Qualifikationsstruktur Produktionstechnologie



Quelle: Müller, Karlheinz (2013), Folie 19

Frage der Hybridqualifikationen

Interessant ist in Zusammenhang mit dem Thema Qualifizierung noch folgender Aspekt: Deutsche Studien weisen darauf hin, dass der Arbeitsmarkt zunehmend Hybridqualifikationen benötigt, die sowohl theoretisches Wissen als auch die Fähigkeit zu praktischer Umsetzung miteinander verbinden. Es handelt sich um Fachkräfte, die sowohl praktische Fertigkeiten und vertiefte Kenntnisse der Produktions- bzw. Arbeitsprozesse erworben haben, als auch über die wissenschaftlich-reflexiven Kompetenzen verfügen, um zu Innovationen beitragen zu können. Die Aufteilung zwischen Steuerung/Entwicklung und Ausführung löst sich zunehmend auf, sogenannte Blue-Collar- und White-Collar-Aufgaben verschmelzen.

Personen mit solchen Qualifikationen erweisen sich laut dieser Studien bei der Anpassung an neue Technologien als besonders flexibel. Das würde eine stärkere Verzahnung bzw. Integration zwischen beruflicher und akademischer Qualifizierung bedeuten.

Die Frage stellt sich, ob in Österreich dieser Forderung durch die höheren berufsbildenden Schulen und die aktuelle Ausgestaltung der FHs entsprochen wird oder ob es darüber hinausgehende bzw. veränderte Bildungsgänge braucht.

Duale tertiäre Ausbildungen werden bedeutender

Damit einher geht die Forderung nach Konzepten des dualen Studiums oder Modellen der Ausbildung auf akademischem Niveau, die additiv oder integrativ Berufspraxis und Qualifikationswege beruflicher Bildung einbeziehen oder die Integration von akademischen Bildungsgängen oder Weiterbildungsangeboten in theoretische anspruchsvolle Ausbildungsberufe [123] wie beispielsweise Berufsakademien bzw. duale Hochschulen in einigen deutschen Bundesländern.

Die bereits mehrmals zitierte deutsche Studie zu Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau zeigt, dass die Unternehmen von einem Bedeutungszuwachs des dualen Studiums ausgehen. Die Verknüpfung des betrieblichen Erfahrungskontextes mit der akademischen Vermittlung abstrakten Wissens könnte zur Überwindung des vielbeklagten Theorie-Praxis Problems beitragen.[124]

7.1 Kompetenzentwicklung in den befragten Unternehmen

Die befragten UnternehmensvertreterInnen betonen die maßgebliche Rolle der laufenden Weiterentwicklung der Beschäftigten, um die unterschiedlichen beschriebenen Kompetenzbündel zur Verfügung zu haben. Es wird sehr durchgängig von innerbetrieblichen Angeboten berichtet, auch wenn die laufende Weiterentwicklung der Kompetenzen durchaus auch stark im Eigenverantwortungsbereich der MitarbeiterInnen verortet wird. Angeboten werden:

- Produktschulungen durch die Herstellerfirmen bei Implementation neuer Maschinen
- Personenbezogene innerbetriebliche Kompetenzentwicklungsmodelle
- Firmeninterne Weiterbildungsprogramme, die teilweise unter anderem auf E-Learning und Blended Learning setzen
- Kongressteilnahmen

Vereinzelt wird wie bereits beschrieben allerdings konstatiert, dass die Bereitstellung von ausreichend Zeit für Weiterbildungszwecke problematisch ist.

Kaum bis keine Bildungskarenzierungen und Zertifizierungen

Bildungskarenzierungen gibt es in den befragten Betrieben bislang keine oder kaum. Betont wird von VertreterInnen des Managements wie der Belegschaft unisono, dass man im Falle von längeren Weiterbildungsteilnahmen immer eine Lösung mit dem/der betroffenen MitarbeiterIn finde und man derartige Entwicklungsprozesse auch aktiv unterstütze. Vielmehr wird nach Möglichkeiten der Verbindung von Arbeit und Bildung gesucht.

Bei den firmeninternen Schulungsangeboten, von denen vor allem berichtet wird, spielen – anders als bei firmenextern absolvierten Weiterbildungsangeboten – Zertifizierungen mit wenigen Ausnahmen keine Rolle. Gerade vor dem Hintergrund, dass – wie die Befragten durchgängig betonen – interne Schulungs- und Einschulungsprozesse an Relevanz und an Intensität gewinnen, scheint das Thema der Zertifizierung erworbener Kompetenzen für Unternehmen und Beschäftigte von zentraler Bedeutung zu sein.

[123] Vereinigung der hessischen Unternehmensverbände e.V (2014), Seite 32ff
[124] Vgl. Pfeiffer, Sabine et al. (2016), Seite 75ff

7.2 Neue Berufsbilder

Im Rahmen der Studie wurden die InterviewpartnerInnen auch nach neuen Berufsbildern gefragt, die bedingt durch Digitalisierungsprozesse zu erwarten sind. Folgende Berufsbilder wurden genannt:

- **3-D-Druck-SpezialistIn**: Mit 3-D-Druck verbinden einige Unternehmen interessante Zukunftsoptionen. Die Bedienung eines 3-D-Druckers ist technisch sehr anforderungsreich und setzt tiefes fachliches und EDV-technisches Know-how voraus.
- **LogistikerIn 4.0:** Im Rahmen einiger Interviews tauchte das Thema „Logistik 4.0" als ein wesentliches Handlungsfeld auf. Einerseits werden in absehbarer Zeit hier größere technische Evolutionen erwartet (Automatisierung, RFID-Systeme[125],…), welche zu möglichem Arbeitskräfteabbau führen könnten. Andererseits wird der gesamte Bereich der Logistik inklusive Schnittstelle in Richtung Zulieferer und KundInnen zu einem immer zentraleren Geschäftsfeld („in time/in sequence"). Die aktuelle Ausbildungs- und Qualifizierungslandschaft scheint auf diese Komplexität nur sehr bedingt zu reagieren. Möglicherweise entsteht hier ein neues Berufs- und Qualifizierungsprofil, das weit über die engere „Lagerhaltung" hinaus weist. Inwieweit hier firmeninterne Qualifizierungsmaßnahmen greifen können, wäre zu prüfen.

[125] Radio-frequency identification: „Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen")bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten und Lebewesen mit Radiowellen (Vgl. Wikipedia).

8 Conclusio, Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen

In der vorliegenden Studie kommt klar zum Ausdruck, dass Unternehmen nur dann für die Veränderungen im Zuge von Industrie 4.0 gut gerüstet sind, wenn sie entsprechend kompetente MitarbeiterInnen haben. Und es zeigt sich deutlich, dass ein breites und relativ hohes Kompetenzprofil gefragt ist, bei dem neben fachlichen Kompetenzen sogenannte überfachliche Kompetenzbereiche einen hohen Stellenwert haben.

Das ist insofern herausfordernd, als sich vieles nicht mit klassischen internen und externen Schulungs- und Weiterbildungsprogrammen abdecken lässt. Daraus leiten sich einige Ansatzpunkte und Handlungsempfehlungen ab.

Andere Vorschläge betreffen das Thema Ausbildung, weil sich gezeigt hat, dass eine fundierte technische Ausbildung einen wesentlichen Grundpfeiler für das breite Anforderungsprofil darstellt. Damit in Zusammenhang steht auch die Frage von Frauen in die Technik.

Analyseraster Lernförderlichkeit

Insbesondere wenn es darum geht, Lernmöglichkeiten für alle ArbeitnehmerInnen zu schaffen, und das wird bei Veränderungen im Zuge von Industrie 4.0 notwendig sein, sollte eine sehr breite Sicht auf betriebliches Lernen um sich greifen und das Bewusstsein geschaffen werden, dass die Unternehmenskultur, die Gestaltung der Arbeitsorganisation und der Arbeitsplätze wesentlich für die Kompetenzentwicklung der MitarbeiterInnen sind.

Beispielsweise könnte den Unternehmen ein Analyseraster zur Verfügung gestellt werden, der ihnen dabei hilft, die Lernförderlichkeit ihrer Unternehmenskultur und Führungspraxis sowie das Lernpotenzial der alltäglichen Arbeit zu durchleuchten. Analysiert werden könnte beispielsweise der Bereich Kultur und Organisation (z.B. Lernverständnis, Entwicklungsmöglichkeiten, Fehlerkultur, Umgang mit neuen Ideen), der Bereich Führung (z.B. Unterstützung selbstständiger Arbeit, Besprechungskultur und arbeitsbezogener Wissensaustausch, Vorbildwirkung) und der Bereich Arbeitsplätze (z.B. Ganzheitlichkeit der Aufgabe, Abwechslung von Routine, Partizipationsmöglichkeiten).

Darauf aufbauend können organisatorische Veränderungen (z.B. job-enrichement) angedacht und gezielt arbeitsnahe Lernformen gestaltet werden. Gezieltes Gestalten deshalb, weil insbesondere KMU, so zeigen einige Studien, zwar gute Ausgangsbedingungen für Lernen im Arbeitsprozess haben, aber dieses Lernen kaum systematisch gefördert wird.[126]

Kompetenzpass 4.0

Ein „Industrie 4.0“-Betrieb hat, ausgehend von Grundkompetenzen, hohen Bedarf an unternehmensspezifischen Kompetenzen, die im Rahmen innerbetrieblich organisierter Aus- und Weiterbildung sowie im Rahmen betrieblicher Praxis erworben werden. Betriebliches Lernen stellt sich also gerade in diesem Kontext als wesentliche und geeignete Qualifizierungs- bzw. Kompetenzentwicklungsstrategie heraus. Im Sinne eines möglichst effektiven und effizienten Überblicks über vorhandene Kompetenzen, die innerbetrieblich erworben werden, empfiehlt sich eine – idealerweise überbetrieblich strukturierte und damit nachvollziehbare – Zertifizierung dieser erworbenen Kompetenzen. Zertifizierungen spielen bislang jedoch nur eine unbedeutende Rolle, werden jedoch durchaus befürwortet. Die Entwicklung eines „Kompetenzpass 4.0“ könnte diesbezüglich Abhilfe schaffen.

[126] Vgl. Weber, Friederike / Gräfinger, Elisabeth (2007), Seite 20ff.

Unternehmen könnte eine Datenbank bereitgestellt werden, in der innerbetriebliche Schulungen bestimmten Kompetenzbereichen zugeordnet werden könnten und durch das Eingeben weiterer Informationen (z.B. Dauer der Schulung, Inhalte) Zertifikate erstellbar sind. Idealerweise sollten diese Zertifikate mit ECTS-Punkten oder - sobald sich hier ein entsprechendes System etabliert hat - mit ECVET Punkten versehen sein.[127]

Beschäftigte könnten wiederum in dieser Datenbank auf Basis der vom Betrieb eingegebenen Schulungen und durch Eingeben weiterer Informationen (z.B. Grundausbildung, Berufserfahrung, außerbetriebliche Weiterbildung) ihr eigenes Kompetenzprofil erstellen.

Konkret könnten die Auftraggeber dieser Studie oder andere öffentliche Stellen eine internetfähige Datenbank entwickeln bzw. entwickeln lassen und Unternehmen sowie Beschäftigten zur Verfügung stellen, die folgenden Anforderungen genügt:

- Unternehmen können nach entsprechender Dokumentation jederzeit die im Unternehmen vorhandenen Kompetenzen überblicken UND Beschäftigte können ihre eigenen theoretisch und praktisch erworbenen Kompetenzen dokumentieren und abrufen.
- Unternehmen können ihre innerbetrieblichen Lernangebote in den Bereichen Fach-, Digital-, Prozess- und Selbstkompetenzen einerseits einer Liste an definierten und häufig gegebenen Kompetenzzuschnitten zuordnen oder eigene Kompetenzbereiche definieren.
- Vorhandene oder neu konzipierte Kompetenzzuschnitte bzw. -bereiche werden mit einem Stundenausmaß (Workload) unterlegt.
- Es soll auch angegeben werden, in welchem zeitlichen Verhältnis der praktische, der seminaristische und der Selbststudiums-Teil zu einander standen.
- Weiters können Unternehmen angeben, welche Beschäftigten an diesem Kompetenzerwerb partizipierten.
- Schließlich können Unternehmen auf dieser Basis Teilnahmezertifikate ausstellen und speichern.
- Kompetenzen und formale Ausbildungen, die die Beschäftigten bei Eintritt in das Unternehmen mitbringen, sollen ebenfalls dokumentierbar sein. So können Unternehmen bei Reorganisationen oder kurzfristigem Personalbedarf auf Knopfdruck einen aussagekräftigen Überblick über die vorhandenen Potenziale haben.
- Legen Unternehmen einen Kompetenzbereich für einen Beschäftigten an, qualifiziert sich dieser Bereich automatisch im individuellen Datenbereich des/der Beschäftigten.
- Beschäftigte können auf dieser Grundlage und unter Angabe weiterer Informationen einen individuellen Lebenslauf anlegen, auf den sie zugreifen und in dem sie auch ihre Zertifikate ablegen können.

Diese Datenbank unterstützt Betriebe wie Beschäftigte dabei, der geforderten Flexibilität und Mobilität besser nachzukommen.

[127] ECTS (European Credit Transfer System) ist ein Verfahren zur Erleichterung des „Transfers“ von Studienleistungen, die in unterschiedlichen Ländern erworben wurden und letztlich als Gesamtausbildung zu einem Abschluss führen und sollen die Ausbildungsmobilität unterstützen. Zu diesem Zweck sollen Ausbildungen in Lerneinheiten („Units“) zerlegt und diese mit bestimmten Werten („Creditpoints“) versehen werden. ECTS-Punkte sind Leistungspunkte, mit denen der Arbeitsaufwand „gemessen“ wird. Für ein erfolgreich absolviertes Modul vergibt eine Universität also entsprechende Punkte. ECVET (European Credit Transfer System for Vocational Training) ist die Übertragung dieses Systems auf den Bereich der beruflichen Bildung.

Entwicklungslinie Gamification und Augmented Reality im eLearning

Der Aufbau von Digital Literacy, aber auch die Entwicklung technischer Fachkompetenz kann logischerweise sehr gut mit Unterstützung digitaler und multimedialer Lerntools erfolgen.

Laut der eLearning-Benchmarking-Studie 2016 nutzen allerdings lediglich 19,1% aller E-Learning anwendenden Unternehmen im deutschsprachigen Raum spielerische Lernmethoden in Blended Learning Szenarien.[128]

Gamification (d.h. die Anwendung spieltypischer Elemente wie z.B. Highscores, Fortschrittsbalken, virtuelle Güter oder Auszeichnungen) kann allerdings solche Lerntools besonders attraktiv, vor allem für jüngere UserInnen, gestalten.

Auch Technologien der Augmented Reality geben möglicherweise Instrumente in die Hand, über die Lehr- und Lernarrangements realitätsnah und authentisch und somit besonders ansprechend werden. Sie ermöglichen auch individuelle Arbeits- oder Lernkontexte der Lernenden oder Umwelten (Orte, Zeiten, Objekte und Subjekte) didaktisch zu berücksichtigen.

Unter „Augmented Reality“ (AR) oder „Erweiterte Realität“ wird ein Konzept verstanden, das in die Projektion der objektiven Außenwelt Computerdaten einblendet. Beispielsweise kann die durch ein Smartphone oder eine spezielle Brille wahrgenommene reale Welt in Echtzeit mit Text, Grafiken, Animationen oder Videos überlagert werden. BenutzerInnen können sowohl durch eine Veränderung des Projektionsausschnittes der externen Realität als auch durch direkte Manipulation der eingeblendeten Objekte mit den dahinter liegenden Computerdaten interagieren. Das didaktische Potenzial dieser Technologien scheint bei weitem noch nicht ausgeschöpft zu sein.[129]

Solche Lerntools ermöglichen es unseres Erachtens auch, bei der Entwicklung von Prozessverständnis zu unterstützen, weil Prozessschritte und deren Zusammenwirken entsprechend abgebildet werden können.

Aufgrund der relativ hohen Investitionskosten, die mit der Entwicklung derartiger Lerntools verbunden sind, bietet sich dieser Ansatz vor allem für den Aufbau von breit einsetzbaren Kompetenzen an, beispielsweise für das Verständnis von Gesamtproduktionsprozessen.

Damit solche Tools für Unternehmen gut nutzbar sind, müssen sie unseres Erachtens aber relativ betriebsspezifisch konzipiert sein. Die Entwicklungskosten sind allerdings so teuer, dass vermutlich nur sehr wenige Betriebe hier investieren werden. Unseres Erachtens können Förderungen der öffentlichen Hand diesen Bereich vorantreiben.

Beispielsweise könnten im Rahmen einer eigenen Entwicklungslinie Projekte gefördert werden, in denen Unternehmen oder Unternehmensverbünde mit Weiterbildungsträgern und auf Gamification oder Augmented Reality spezialisierten Softwarehäusern kooperieren.

Eine derartige Entwicklungsschiene bietet auf mehreren Ebenen Innovationsimpulse:

- für den Produktionssektor im Sinne der Weiterentwicklung in Richtung Industrie 4.0
- für die Beschäftigten im Sinne der laufenden Aktualisierung ihrer Kompetenzen
- für den Weiterbildungs-Sektor im Sinne der stärkeren Integration von digitalen Medien
- für den IT-Sektor im Sinne der innovativen Lernsoftwareentwicklung

[128] Vgl. https://www.im-c.com/de/news/article/gamification-im-blended-learning (abgerufen am 10.08.2016)
[129] Vgl. Herber, Erich (o.J), Seite 2, 3 und 5

Frauen in die Technik: frühe und umfassende Interventionen

Ein wichtiger Punkt ist die Frage der Attraktivität technischer (Berufs-)Ausbildungen für Mädchen und Frauen, denn trotz verschiedenster Maßnahmen und Initiativen bleibt die Frauenquote in diesbezüglichen Ausbildungen beharrlich niedrig. Dies betrifft Lehrausbildungen ebenso wie Universitätsstudien.

Die Berufsentscheidung ist das Resultat vielfältiger, miteinander verzahnter Einflussfaktoren. Dementsprechend sind unterschiedlichste Ansatzpunkte gefragt, die auch strukturelle Veränderungen umfassen müssen. Beispielsweise findet die Berufswahl in Österreich zumeist zu einem Zeitpunkt statt, zu dem sich Mädchen in der Pubertät befinden. Ein eher schlechter Moment, um eine geschlechtsuntypische Berufswahl zu treffen.

Neben dem breiten Spektrum an Maßnahmen ist deren Frühzeitigkeit wichtig, ein Punkt auf den die befragten Unternehmen und ExpertInnen auch explizit hinweisen, denn die Entstehung von Geschlechterstereotypen reicht weit in die Kindheit zurück. Das Interesse für Technik sollte bereits im Kindergarten und in der Volksschule geweckt werden.

Allerdings zeigt sich, dass sich auch nur wenige Mädchen, die sich für technisch begabt halten und gute Mathematikergebnisse erzielen, für eine technische Ausbildung entscheiden. Ein Zeichen dafür, dass das allein nicht ausschlaggebend ist.

Es ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass bei den bisherigen Initiativen zu „Mehr Frauen in die Technik“ vor allem die Ausbildung und damit in Zusammenhang die Berufswahl im Mittelpunkt stand. Anzusetzen ist aber auch bei der relativ hohen Drop-out-Rate von Mädchen in technischen Ausbildungen, bei dem oft nicht gelingenden Übergang in ein technisches Berufsfeld sowie bei dem hohen Ausstieg von Technikerinnen aus einem „rein“ technischen Berufsfeld. Darüber hinaus muss die Arbeitssituation von Frauen in technischen Berufen, die durchaus relevant für Berufswahl, Erfolg und Verbleib in einem technischen Beruf ist, betrachtet werden[130].

Qualifizierte Berufe in der Produktion zählen zu den stark segregierten Männerberufen. Darunter werden solche verstanden, bei denen der Frauenanteil unter zehn Prozent liegt[131]. Wenn eine Frau also in einem solchen Bereich arbeitet, dann hat sie eine AußenseiterInnenposition.[132]

Viele Studien zeigen, dass Frauen in technischen Berufen durchaus mit Vorurteilen und Benachteiligungen konfrontiert sind, beispielsweise wird immer wieder ihre Fachkompetenz angezweifelt. Es zeigen sich strukturelle Barrieren, aber auch exkludierende soziale Praktiken.[133]

Es reicht demgemäß nicht aus, wenn sich Unternehmen weiblichen (Lehrstellen-)Bewerberinnen gegenüber offen zeigen und/oder diese gezielt ansprechen. Betriebe sind auch gefordert, ihre Unternehmenskultur zu reflektieren (beispielsweise wäre eine Kultur der ständigen beruflichen Verfügbarkeit zu hinterfragen) und gezielte betriebliche Maßnahmen zu setzen (wie Teilzeitangebote ohne Verzicht auf eine Karriere, flexible Arbeitszeiten, Unterstützung der Vereinbarkeit, usw.). An dieser Stelle ist uns wichtig hervorzuheben, dass entsprechende Angebote sich an Frauen und Männer richten sollten.

[130] So zeigt sich, dass beispielsweise die Erwartung zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf für die Wahl eines Berufsfeldes eine wichtige Rolle spielt.
[131] Vgl. Leitner, Andrea (2001), Seite 8
[132] Zu beachten ist: wenn es in der Vergangenheit zu einem Abbau der Geschlechtertypisierung eines Berufes kam, also aus einem typischen Männerberuf ein gemischtgeschlechtlicher Beruf (Frauenanteil 30 bis 49,9%) wurde, haben sich berufsinhärente Trennlinien entwickelt, die weibliche und männliche Arbeitsgebiete typisieren, welche auch geschlechtshierarchische Züge tragen (Vgl. Wetterer Angelika (2002), Seite 74)
[133] Vgl. Schneeweiß, Sandra (2016), Seite 41ff. und Seite 56f.

„Dualisierung“ im tertiären Bereich

Duale Ausbildungsmodelle – auch im tertiären Bereich – werden, so wird immer wieder hervorgehoben, den neuen und breiten Anforderungen im Zuge von Industrie 4.0 möglicherweise besser gerecht als rein bildungsinstitutionelle. Duale Studien (und damit sind nicht Studien mit langen Praktikumszeiten oder berufsbegleitende Studien, sondern ausbildungsintegrierende Formen gemeint) gibt es in Österreich allerdings nur sehr wenige. An der FH Joanneum gibt es die Möglichkeit, den Studiengang Produktionstechnik und Organisation in einer dualen Form zu studieren und auf der FH St. Pölten gibt es den dualen Bachelor-Studiengang „Smart Engineering of Production Technologies and Processes".[134] Seitens der Wirtschaft sollten entsprechende duale Modelle forciert und bei deren Konzipierung mitgearbeitet werden.

Dabei ist zu beachten, dass der betriebsbezogene Teil der Ausbildung möglichst breit angelegt sein muss, denn Kompetenzen sind bei einem Arbeitgeberwechsel umso weniger nutzbar, je stärker unternehmensbezogen sie sind.

„Digitalisierung“ der Lehrlingsausbildung

Um eine entsprechendes Grundverständnis für digitalisierte Prozesse bei Auszubildenden zu schaffen, ist die verstärkte Nutzung digitaler Werkzeuge in der Lehrlingsausbildung, sowohl in den Berufsschulen als auch im betrieblichen Bereich, empfehlenswert. Voraussetzungen dafür sind eine entsprechende Infrastruktur und Know-how bei den Lehrpersonen. Weiters wäre eine Evaluation und Überarbeitung der Ausbildungsvorschriften und der daraus entwickelten Ausbildungspläne sowie der Lehrpläne der Berufsschulen in Hinblick auf die erforderlichen digitalen Kompetenzen zu diskutieren, wobei – dort wo dies noch nicht der Fall ist - die für alle Lehrlinge erforderlichen digitalen Kompetenzen ebenso in die duale Ausbildung integriert werden sollten wie die diesbezüglich erforderlichen berufsspezifischen Fertigkeiten und Kenntnisse.

In Deutschland zeigt eine Studie der Bertelsmann Stiftung, was vermutlich auch für Österreich zutrifft, dass Ausbildungsbetriebe und Berufsschulen die Möglichkeiten der Digitalisierung noch zu wenig nutzen. Demnach hat nur jede dritte Berufsschule eine gute WLAN-Versorgung. 40 Prozent der Schulen haben überhaupt kein WLAN. Neben der schlechten Infrastruktur zeigt die Studie auch, dass es Lehrkräften beim Umgang mit neuen Techniken an Unterstützung mangelt und dass nur ein Drittel der Betriebe digitale Lernmethoden für strategisch relevant halten. In den Berufsschulen messen zwei Drittel der RektorInnen digitalen Lernformen eine strategische Bedeutung zu, aber nur 33 Prozent der LehrerInnen an Berufsschulen halten die digitalen Lerntechnologien für eine Option, zu besseren Lernergebnissen zu kommen. Auszubildende und BerufsschülerInnen würden sich dagegen mehr digitale Lernmethoden wünschen.[135]

Handlungsvorschläge der Befragten

Auch die befragten UnternehmensvertreterInnen, BetriebsrätInnen und ExpertInnen brachten in den Gesprächen einige Handlungsvorschläge ein. Erwähnt wurde bereits die frühe Förderung des Zugangs zu Technik bei Mädchen.

Aus Sicht vieler Befragter sollten mehr technische Ausbildungsangebote unterbreitet und für diese gezielt Mädchen und junge Frauen gewonnen werden. Angesichts des drohenden Beschäftigungsrückgangs im un- und angelernten Bereich sei generell sicherzustellen, dass alle Jugendlichen eine fundierte Ausbildung absolvieren. Beim Thema Ausbildung wurde auch darauf hingewiesen, das regionale Angebot an höheren berufsbildenden Schulen zu überdenken, besonders in peripheren

[134] Vgl. http://www.studieren.at/duales-studium und www.fhstp.ac.at

[135] Vgl. http://www.zeit.de/karriere/beruf/2016-07/digitalisierung-ausbildung-chancen-studie-internet (abgerufen am 31.07.2016)

Gebieten brauche es mehr höhere technische Schulen. So gebe es beispielsweise im Waldviertel nur eine HTL, aber mehrere Handelsakademien. Dieser Aussage werden jedoch von anderer Seite gegensätzliche Erfahrungen entgegengehalten.

Handlungsbedarf orten einige InterviewpartnerInnen bei den Rahmenbedingungen für Arbeit. Diese sollten so gestaltet sein, dass sie die zunehmend notwendig werdende Flexibilität zulassen.

Ein weiterer Vorschlag einzelner Befragter ist eine Wertschöpfungsabgabe, um nicht einseitig den Faktor Arbeit bei der Finanzierung der Sozialversicherung zu belasten. Dadurch könnten größere Personaleinsparungen verhindert werden.

9 Literaturverzeichnis

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaft e.V. (Hrsg.): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, April 2013. Download unter: https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf (abgerufen am 1.6.2016)

Ahrens, Daniela / Spöttl, Georg: Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut et al. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, Baden-Baden 2015

AK Wien (Hrsg.): Editorial Automatisierung und Beschäftigung. Makroökonomische Zusammenhänge und politische Gestaltungsspielräume. In: Wirtschaft und Gesellschaft, 42. Jahrgang, Heft 1, Wien 2016

Baethge, Martin / Baethge-Kinsky, Volker: Der ungleiche Kampf um das lebenslange Lernen, edition QUEM, Band 16, Münster/New York/München u. a. 2004

Bauernhansl, Thomas / ten Hompel, Michael / Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden 2014

Becker, Manfred: Auf dem Weg zur Industrie 4.0. In: Personalmagazin 12/2015. Download unter: http://zeitschriften.haufe.de/ePaper/personalmagazin/2015/29A05B93/files/assets/common/downloads/publication.pdf (abgerufen am 19.05.2016)

Bischoff, Jürgen (Hrsg.): Erschließen der Potenziale der Anwendungen von „Industrie 4.0“ im Mittelstand, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Mülheim an der Ruhr, Juni 2015

Böhle, Fritz: Kompetenzentwicklung – eine neue Herausforderung in der Arbeitswelt. Präsentation. Download unter: http://www.isf-muenchen.de/pdf/kompetenzentwicklung041202.ppt (abgerufen am 13.5.2016

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.): Grünbuch Arbeiten 4.0; Berlin, April 2015

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in der Industrie 4.0, Berlin, Mai 2014

Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (Hrsg.): Industrie 4.0 und digitale Produktion. Initiativen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Unternehmen. Strategische Ausrichtung, Wien 2015

Computer Science Corporation (CSC) (Hrsg.): Digitale Agenda 2020, 2015. Download unter: http://www.csc.com/de/insights/134381-csc_studie_digitale_agenda_2020 (abgerufen am 04.05.2016)

Deutscher Industrie- und Handelskammertag DHIK (Hrsg.): Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, Berlin/Brüssel 2015

Ernest & Young (Hrsg.): Mittelstandsbarometer. Digitalisierung im deutschen Mittelstand. Befragung von 3.000 mittelständischen Unternehmen in Deutschland; März 2016; Download unter: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016/$FILE/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016.pdf (abgerufen am 13.5.2016)

FreQueNz (Hrsg.): Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der industriellen Produktion. Zusammenfassung der Studienergebnisse, Summary, 2011. Download unter: http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Summary_indProd_final.pdf (abgerufen am 10.05.2016)

Frey Carl, Benedict / Osborne, Michael A.: The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?, Oxford 2013. Download unter: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/-academic/The_Future_of_Employment.pdf (abgerufen am 13.03.2016)

Frieling, Ekkehart / Bernhard, Heike / Bigalk, Debora / Müller, Rudolf F.: Lernen durch Arbeit. Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz, Münster 2006

Haberfellner, Regina: Zur Digitalisierung der Arbeitswelt. Globale Trends – europäische und österreichische Entwicklungen. AMS report 112, Wien 2015

Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.): Was die Industrie 4.0 den Beschäftigten bringt. In: Böckler Impuls 14/2015, September 2015. Download unter: http://www.boeckler.de/impuls_2015_14_gesamt.pdf (abgerufen am 20.4.2016)

Herber, Erich: Augmented Reality – Auseinandersetzung mit realen Lernwelten. Download unter: http://www.donau-uni.ac.at/imperia/md/content/department/imb/forschung/publikationen/herber_-_augmented_reality.pdf (abgerufen am 10.08.2016)

Herr, Benjamin: Gestaltungsoptionen am Weg zu Industrie 4.0 in Österreich. In: Trendreport 1/2016, Wien 2016

Hirsch-Kreinsen, Hartmut: Welche Auswirkungen hat „Industrie 4.0“ auf die Arbeitswelt. In: WISO direkt. Analysen und Konzepte zur Wirtschafts- und Sozialpolitik, Dezember 2014. Download unter: http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11081.pdf (abgerufen am 1.06.2016)

Holtgrewe, Ursula / Riesenecker-Caba, Thomas / Flecker, Jörg: „Industrie 4.0“ - Eine Arbeitssoziologische Einschätzung, Wien 2016

Igelsböck, Judith / Koprax, Irina / Kuhlmann, Martin / Link, Karin / Zierler, Clemens: Bestandaufnahme Arbeitspolitik in Oberösterreich. Herausforderungen und Perspektiven der Arbeitswelt im Kontext von Industrie 4.0 und veränderten Marktanforderungen, Linz 2016

INGDiBa (Hrsg.): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, Economic Research, 30. April 2015. Download unter: https://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf (abgerufen am 20.5.2016)

Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (Hrsg.): IAB – Kurzbericht 24, Nürnberg 2015

Kubicek, Bettina: Informations- und Kommunikationstechnologien: Fluch oder Segen. In: Trendreport 1/2016, Wien 2016

Leitner, Andrea: Frauenberufe – Männerberufe. Zur Persistenz geschlechtshierarchischer Arbeitsmarktsegregation. IHS, Wien 2001

Lorenz, Markus / Rüßmann, Michael / Strack, Rainer / Lueth, Knuth Lasse / Bolle, Moritz: Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?, September 2015. Download unter: www.bcg.it/documents/file197250.pdf (abgerufen am 10.05.2016)

Müller, Karlheinz: Aus- und Weiterbildungskonzepte für Industrie 4.0. Fachkräfte für die intelligente Produktion; Vortrag bei der VDMA Veranstaltung „Industrie 4.0 – Hype, Evolution oder Revolution?“, Denkenhof, 25. Juli 2013. Download unter: http://www.vdma.org/documents/106090/-1758780/Produktionstechnologie%20VDMA%20INDUSTRIE%204.0%202013%2007%2025.pdf/283d571e-95a9-4acb-8e8e-e35ccb8b82c1 (abgerufen am 20.5.2016)

Pfeiffer, Sabine / Lee, Horan / Zirnig, Christopher / Suphan, Anne: Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Studie im Auftrag der VDMA, Frankfurt am Main, Mai 2016

Pfeiffer, Sabine: Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. Impulsvortrag bei Veranstaltung der Plattform Industrie 4.0 in Kooperation mit der AK Wien „Aus- und Weiterbildung 4.0“ am 22. Juli 2016 in Wien

PwC Österreich GmbH (Hrsg.): Industrie 4.0 – Österreichs Industrie im Wandel, Juni 2015. Download unter: http://www.pwc.at/herausforderung/digitale-transformation/industrie-4-0-studie.html (abgerufen am 14.05.2016)

Schleiter, André: Stärke statt Macht – Führung mit menschlichem Maß. In: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): Proklamation Zukunft der Arbeit, 2. Auflage, Gütersloh Dezember 2015

Schmucker, Rolf: Geschlechtsspezifische Arbeitsintensivierung. Befunde des DGB-Index Gute Arbeit. In: Deutscher Gewerkschaftsbund (Hrsg.): frau geht vor 03/2015 Wie weiblich ist die Arbeit der Zukunft? Chancen und Risken der Digitalisierung von Frauen, Berlin 2015

Schneeweiß, Sandra: Wenn die Norm ein Geschlecht hat. Zur Arbeitssituation von Frauen in technischen Berufen. AMS report 116, Wien 2016

Senderek, Roman / Geisler, Katrin: Assistenzsysteme zur Lernunterstützung in der Industrie 4.0. In: Rathmeyer, Sabine / Pongratz, Hans (Hrsg.): Proceedings of DeLFI Workshops 2015 co-located with 13th e-learning Conference of the German Computer Society (DeLFI 2015), München, September 2015

Spath, Dieter (Hrsg.): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Fraunhofer Verlag, Stuttgart 2013

Staffen, Sarah: Chef(in) 4.0: Die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Führung und Zusammenarbeit in Organisationen werden noch unterschätzt. In: Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): Proklamation Zukunft der Arbeit, 2. Auflage, Gütersloh Dezember 2015

Studnitzka, Hermann - Festo Gesellschaft m.b.H.: Kompetenzen für Industrie 4.0; Beitrag zur Tagung Perspektiva 2015: „Bildung und Arbeit 4.0 – wie wir lernen und arbeiten werden.“, November 2015. Download unter https://www.bfi-ooe.at/bfiweb/sites/default/files/bfi_common/Perspektiva-2015/Industrie-4-0-Kompetenzen.pptx (abgerufen am 19.05.2016)

Roland Berger Strategy Consultants (Hrsg.): Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed, München, März 2014. Download unter: https://www.rolandberger.com/media/pdf/-Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_20140403.pdf (abgerufen am 17.05.2016)

The Boston Consulting Group (Hrsg.): Man and Machine in Industry 4.0. How will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025?, September 2015. Download unter: www.bcg.it/documents/file197250.pdf (abgerufen am 19.05.2016)

Velten, Carlo / Janata, Steve / Hille, Maximilian / Michel, Julia: Digital Leader. Leadership im digitalen Zeitalter. Crisp Research/ Dimension Data Deutschland, Oktober 2015. Download unter https://www.crisp-research.com/report/digital-leader/ (abgerufen am 25.05.2016)

Weber, Friederike / Gräfinger, Elisabeth: Potenziale Lebenslanges Lernen. Ein Praxisbuch für Unternehmen, Wien 2007

Wetterer, Angelika: Arbeitsteilung und Geschlechterkonstruktion.“ Gender at Work“ in theoretischer und historischer Perspektive, Konstanz 2002

Windelband, Lars: Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. In: Journal of Technical Education Band 2, 2014. Download unter http://www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted/-article/view/41/33 (abgerufen am 20.5.2016)

Windelband, Lars / Dworschak, Bernd: Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut et al. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit, Baden-Baden 2015

Zentrum für Europäische und Wirtschaftsforschung GmbH (Hrsg.): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Kurzexpertise Nr. 57 an das Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim April 2015

WKO Die Industrie: Berufsbildung für Industrie 4.0. Industrie-internes Positionspapier, April 2016. Download unter: https://www.wko.at/Content.Node/branchen/t/Positionspapier-der-Industrie-zum-Thema-Bildung-fuer-Industr.pdf (abgerufen am 25.05.2016)

Wolter, Marc Ingo: Industrie 4.0 und die Folgen auf Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen; IAB-Forschungsbericht 8/2015, Nürnberg 2015

Zanker, Claus: Digitale Trends in verschiedenen Dienstleistungsbranchen und deren Auswirkungen auf Arbeit und Qualifikation; Beitrag bei der Tagung „Total digitalisiert? Arbeit und berufliche Bildung im Wandel“, 15. März 2016, Wien

Zürcher, Reinhard: Informelles Lernen und der Erwerb von Kompetenzen. Theoretische, didaktische und politische Aspekte. In: Materialien zur Erwachsenenbildung 27, Wien 2007