
Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft

AEIQU

Thomas Moser – Fachhochschule St. Pölten
Petra Wochner - Fachhochschule St. Pölten
Katalin Szondy - Fachhochschule St. Pölten
Franz Fidler – Fachhochschule St. Pölten
Herwig W. Schneider - Industriewissenschaftliches Institut (IWI)
Roman Dorfmayr - Industriewissenschaftliches Institut (IWI)
Sebastian Schlund – Fraunhofer IAO
Valentina Flores – Accord Group ECE Austria

Wien, Juni 2017

Inhalt

Management Summary	5
1. Einleitung	7
1.1 Wissenschaftliche Relevanz der Studie	7
1.2 Schwerpunkte der Studie	8
1.3 Methodik	9
1.3.1 Der Forschungsstil der Grounded Theory	9
1.3.2 Erhebung empirischer Daten	11
1.3.3 Aufbau der Studie	11
2. Industrie 4.0 relevante Qualifikationen	13
2.1 Literaturrecherche/-analyse	13
2.1.1 Vorgehensweise	13
2.1.2 Ergebnisse der Literaturrecherche	14
2.2 Vor-Screenings, Marktanalyse	17
2.2.1 Vorgehensweise	17
2.2.2 Ergebnisse der Marktanalyse	18
2.3 Zusammenfassung	19
3. Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext der Industrie 4.0	20
3.1 Vorgehensweise	20
3.1.1 Durchführung der Interviews mit betrieblichen ExpertInnen	20
3.1.2 Datenanalyse nach der Grounded Theory	21
3.2 Ergebnisse der Interviews mit den betrieblichen ExpertInnen	21
3.2.1 Definition von Industrie 4.0	21
3.2.2 Entwicklungsstand von Industrie 4.0 in den befragten Unternehmen	22
3.2.3 Durchgeführte Änderungen und Betroffenheit von Industrie 4.0	23
3.2.4 Chancen und Herausforderungen durch Industrie 4.0	24
3.2.5 Anwendungsfälle von Industrie 4.0	25
3.2.6 Veränderung von Arbeitsprofilen durch Industrie 4.0	26
3.2.7 Notwendige Kompetenzen/Qualifikationen durch Industrie 4.0	28
3.3 Zusammenfassung	30
4. Industrie 4.0 Potential nationaler Qualifikationsangebote	31
4.1 Vorgehensweise	31
4.1.1 Basis-Screening	31
4.1.2 Detail-Screening	32
4.2 Ergebnisse der Analyse der Bildungsangebote	33
4.2.1 Universitäten	33
4.2.2 Fachhochschulen	36
4.2.3 Höhere Technische Lehranstalten (HTL)	40
4.2.4 Allgemeinbildende höhere Schulen (AHS)	42
4.2.5 Handelsakademien (HAK)	42
4.2.6 Berufsschulen (Lehre)	43
4.2.7 Wirtschaftsförderungsinstitut (WIFI)	45
4.2.8 Berufsförderungsinstitut (BFI)	47

4.3 Zusammenfassung	49
5. Entwicklungen im nationalen Industrie 4.0 Aus- und Weiterbildungsangebot	51
5.1 Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen bzw. hochschulischen Bereich	51
5.1.1 Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen Bereich	51
5.1.2 Anpassungen/Weiterentwicklungen im tertiären Bildungssektor	51
5.1.3 Überblick geplanter Studienangebote mit Bezug zu Industrie 4.0	60
5.2 Änderungen/Weiterentwicklung von Weiterbildungsangeboten	62
5.2.1 Änderungen/Weiterentwicklung von Weiterbildungsangeboten	62
5.2.2 Programm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“	62
5.2.3 Regionale Weiterbildung	65
5.3 Zusammenfassung	66
6. Internationale Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Österreich	67
6.1 Erwartete Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe im internationalen Kontext	67
6.2 Lernwege und Lernorte	71
6.3 Unterschiede zwischen Großbetrieben und Mittelstand	73
6.4 Zusammenfassung	74
7. Abgeleitete Maßnahmenempfehlungen für den Bildungsbereich	75
7.1 Institutionsübergreifende Maßnahmenempfehlungen für den Bildungsbereich	76
7.2 Maßnahmenempfehlungen für den hochschulischen Bildungsbereich	78
7.3 Maßnahmenempfehlungen für den schulischen Bildungsbereich	78
7.4 Maßnahmenempfehlungen für die berufsbildende Ausbildung	79
7.5 Maßnahmenempfehlungen für den Weiterbildungsbereich	80
8. Conclusio	82
9. Literatur, Quellen	86
9.1 Literaturverzeichnis	86
9.2 Quellen der Literaturrecherche	88
10. Abbildungsverzeichnis	91
10.1 Abbildungsverzeichnis	91
10.2 Tabellenverzeichnis	92
11. Anhang	93
11.1 Datenblätter und Anwendungsfälle (Use Cases) der befragten Unternehmen	93
11.1.1 Use Case ABB AG	93
11.1.2 Use Case AMAG AUSTRIA METALL AG	94
11.1.3 Use Case AVL LIST GMBH	95
11.1.4 Use Case BRP	97
11.1.5 Use Case ELMET Elastomere Produktions- und Dienstleistungs-GmbH	98
11.1.6 Use Case EPLAN Software & Service GmbH	99

11.1.7 Use Case EVOLARIS NEXT LEVEL GMBH	100
11.1.8 Use Case FILL GMBH	101
11.1.9 Use Case FRONIUS INTERNATIONAL GMBH	103
11.1.10 Use Case KEBA AG	104
11.1.11 Use Case KUKA ROBOTER CEE GMBH	105
11.1.12 Use Case logi.cals GmbH	106
11.1.13 Use Case 2 logi.cals GmbH	107
11.2 Kopie der Stellenausschreibungen	108
11.2.1 Kopie der Stellenausschreibungen Bachelor	108
11.2.2 Kopie Stellenangebote Master	114
11.3 Kopie des Leitfadens der qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen	117
11.4 Kopie des Fragebogens der quantitativen Befragungen von betrieblichen ExpertInnen	119
11.5 Unterlagen der Fokusgruppe mit ExpertInnen aus dem Bildungsbereich	122
11.5.1 Agenda der Fokusgruppe	122
11.5.2 Liste der TeilnehmerInnen der Fokusgruppe	123

Management Summary

Die viel diskutierte „vierte industrielle Revolution“, Industrie 4.0, beschreibt Entwicklungen zu einer stark vernetzten Welt unter Einsatz von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien. Das resultiert in neuen und andersartigen Anforderungen an den Menschen und sein Arbeitsvermögen. Für eine erfolgreiche unternehmensinterne Implementierung von Industrie 4.0 spielen somit Qualifikationen und damit Aus- und Weiterbildung eine zentrale Rolle. Die Entwicklung, Umsetzung und Kontrolle datengetriebener Prozesse und Geschäftsmodelle unter Einbeziehung von Informations-, Kommunikations- und digitalen Technologien verlangt nach neuen bzw. sich wandelnden Lehr- und Lernmodellen, Kompetenzen und/oder Berufsfeldern. Damit stehen die vorliegenden Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Stufen (berufliche Aus- und Weiterbildung, schulische Ausbildung, akademische Aus- und Weiterbildung) auf dem Prüfstand. Es ist daher unumgänglich, sich vorausschauend mit der Bandbreite an möglichen Auswirkungen, Chancen und Risiken, sowie sich abzeichnender Herausforderungen im Bildungsbereich auseinanderzusetzen, um Umsetzungspotentiale zu erkennen und daraus mögliche Gestaltungsoptionen für die weitere Entwicklung von Qualifizierungsangeboten für die Industrie 4.0 abzuleiten.

In Österreich gibt es bisher nur wenige Studien, die sich mit der Auswirkung von Industrie 4.0 auf die Qualifikationsanforderungen an MitarbeiterInnen auseinandersetzen. Dennoch lassen sich sowohl aus einer Literaturanalyse als auch aus einer Marktanalyse des österreichischen Industriesektors erste Annahmen hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen ableiten: Wesentliche Aufgaben zur Vorbereitung auf Veränderungen in den Unternehmen sind die Heranführung an neue Rahmenbedingungen, das Aufzeigen von Vorteilen der Industrie 4.0, iterative Lernansätze auch über bestehende organisatorische Unternehmensebenen hinweg, sowie das Wecken von Begeisterung und Motivation der Beschäftigten für dieses Thema. Zusätzlich ist es notwendig, Mitarbeitern neu gewonnene Verantwortungen sowie die laufende Auseinandersetzung mit Innovation und Technologie zu vermitteln. Auf Basis der Literatur scheinen unter anderem Medienkompetenz bzw. der Umgang mit digitalen Technologien, interdisziplinäre Fachkenntnisse sowie IT-Kenntnisse zukünftig essentiell.

Die Studie „Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft“. AEIQU, bedient sich zudem qualitativer Interviews mit betrieblichen ExpertInnen. Der Großteil dieser ExpertInnen versteht unter Industrie 4.0 die Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion sowie die Digitalisierung von Unternehmensabläufen oder -prozessen. Die Intensität der Betroffenheit verschiedener Unternehmensbereiche wurde in den qualitativen Interviews unterschiedlich wahrgenommen, da die bisherigen Implementierungsansätze von Industrie 4.0 auch unterschiedlich gestaltet wurden. Insgesamt gaben aber 75 Prozent aller Befragten (sowohl jene der qualitativen als auch jene der quantitativen Erhebungen) an, von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen zu sein, lediglich 4 Prozent sahen sich überhaupt nicht davon betroffen. Notwendige Kompetenzen in der Produktion der Zukunft bzw. durch Industrie 4.0 identifizieren die betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen wie auch in den quantitativen Erhebungen sowohl bei den fachlichen als auch bei den überfachlichen Kompetenzen: Kenntnisse im IT-Bereich, der Mechatronik und der Umgang mit digitalen Technologien sehen die betrieblichen ExpertInnen als zukünftig notwendige fachliche Kompetenzen. Bei den überfachlichen Kompetenzen sind den betrieblichen ExpertInnen zufolge Kenntnisse im Projekt- und Prozessmanagement, Interdisziplinarität (wobei hier Kompetenzen über mehrere Fachbereiche hinweg gemeint sind) sowie Kommunikations- und Teamfähigkeit nötig.

Das Screening der österreichischen Aus- und Weiterbildungslandschaft hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Lehrgänge macht charakteristische Unterschiede zwischen den einzelnen Bildungseinrichtungen sichtbar. Wenig überraschend weisen bspw. naturwissenschaftliche-technische Bildungseinrichtungen einen höheren Industrie 4.0 Bezug auf als ihre geisteswissenschaftlichen Pendanten. Deutlich erkennbar sind auch Unterschiede in der zeitlichen Dynamik, in welcher einzelne Bildungseinrichtungen ihr Lehrangebot aufgrund veränderter Rahmenbedingungen anpassen. Aus der entstandenen Bildungslandkarte ergibt sich eine „sichelartige“ Verteilung der nationalen Aus- und Weiterbildungsangebote, wobei die Alpen eine Schneise bilden. Agglomerationen von Bildungsangeboten mit Industrie 4.0 Bezug finden sich vor allem entlang der Linie der Süd- und der Westautobahn. Der Raum in und um Wien, St. Pölten, Linz sowie Graz und Villach-Klagenfurt bilden dabei die Hauptzentren, die von „Subzentren“ rund um Salzburg, Innsbruck, Dornbirn-Bregenz aber auch Wiener Neustadt, Leoben, Hagenberg etc. ergänzt werden.

Auf der Ebene der höheren berufsbildenden Lehranstalten wie der HTL werden Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen im Bereich Industrie 4.0 derzeit in den Wahlpflichtfächern bzw. -modulen sowie in der Fachpraxis und in Abschlussarbeiten umgesetzt. Zu erwähnen ist hier auch, dass Anpassun-

gen bzw. Weiterentwicklungen von Ausbildungsschwerpunkten bzw. Fachrichtungen auch in Form von Schulversuchen umgesetzt werden. Im Bereich der tertiären Ausbildungsangebote beschäftigen sich sowohl Universitäten als auch Fachhochschulen mit der Thematik. Eine Differenzierung ergibt sich hier aufgrund des starken Praxis- und Berufsfeldbezugs der österreichischen Fachhochschulen: Während praktische Problemstellungen in den universitären Studienangeboten in Form von Übungen, Laborprojekten, Lehrwerkstätten und Abschlussarbeiten vermittelt werden, ist in den Fachhochschulangeboten neben Projekten/Projektarbeiten ein Berufspraktikum in einem Unternehmen bis hin zu dualen Ausbildungsangeboten vorgesehen. Bezüglich den Änderungen/Anpassungen im Bereich der Weiterbildungsangebote ist auffallend, dass kaum neue Angebote mit dem expliziten Titel „Industrie 4.0“ angeboten werden. Durch die fehlende einheitliche Definition des Begriffs und die unterschiedliche Implementierung in den Unternehmen erscheint das Anbieten einer solchen Ausbildung aber auch nicht zielführend. Neben den Angeboten der Weiterbildungsinstitutionen können hier auch nationale Weiterbildungsmöglichkeiten bzw. Fördermöglichkeiten im Bereich Industrie 4.0 speziell für Unternehmen angeführt werden, zudem werden außerdem verschiedene regionale Weiterbildungsinitiativen im Bereich Industrie 4.0 angeboten.

In Bezug auf die internationalen Migrationspfade im Bereich Industrie 4.0 lässt sich mit Blick auf eine Ableitung prioritärer Zielsetzungen für die Aus- und Weiterbildung in Österreich feststellen, dass sich die aktuellen Mainstream-Entwicklungspfade zur Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfungsketten in den betrachteten Weltregionen fundamental unterscheiden. Beispielsweise existieren in China im Vergleich zu stark industrialisierten Volkswirtschaften noch immer signifikante Nachholbedarfe im Bereich der konventionellen (Industrie-)Automatisierung. In den USA liegt der Fokus primär auf der Entwicklung und Gestaltung digitaler Geschäftsmodelle und bei der datengetriebenen Systemgestaltung. Österreich sieht, wie auch andere europäischen Standorte (wie z.B. Deutschland), aber auch asiatische Länder außerhalb Chinas (wie z.B. Japan oder Korea) Bedarf im Bereich der anwendungsnahen Prozessverbesserungen. Für die erwarteten Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe wird eine durchgängig stärkere Orientierung an IT-Inhalten genannt. Gleichzeitig wird jedoch von den Mitarbeitern ein ganzheitliches, stärker ausgeprägtes Prozessverständnis gewünscht. Auffällig hierbei ist die starke Erwartungshaltung auf überbetriebliche eLearning-Angebote sowohl für fachliche Anforderungen als auch für Querkompetenzen. Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass sich bei ähnlichen erwarteten Qualifizierungsanforderungen die Prioritätensetzung zwischen Großunternehmen und Mittelstand vor allem dahingehend unterscheidet, dass in größeren Unternehmen bereits stärker einzelne, speziellere Kompetenzen und Fähigkeiten priorisiert werden, während in mittelständischen Unternehmen momentan ein breites Anforderungsprofil der zukünftigen Beschäftigten erwartet wird.

Basierend auf den qualitativen und quantitativen Erhebungen der vorliegenden Studie wurden die folgenden vier übergeordneten Kategorien für Empfehlungen für Maßnahmen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen nationalen Wissenstransfers zwischen Industrie und Aus- und Weiterbildungslandschaft abgeleitet: Die *Förderung von Interdisziplinarität* ist essentiell um den stetig steigenden Vernetzungsgrad in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft zu adressieren. MitarbeiterInnen müssen verstärkt interdisziplinär denken und agieren. Dementsprechend braucht es bereits in der Aus- und Weiterbildung eine intensivere Vernetzung von Fachdisziplinen und die gezielte Förderung von überfachlichen Kompetenzen. Über allem steht dabei die Vermittlung eines IT-Grundverständnisses in sämtlichen Fachdisziplinen. Aufgrund schneller werdender Innovationszyklen und der ständigen Implementierung immer neuerer Technologien in den Produktionsprozess braucht es eine kontinuierliche Weiterentwicklung der erlernten Qualifikationen („*Life-Long-Learning*“). Die abnehmende Halbwertszeit des Wissens macht ein lebenslanges Lernen unumgänglich und verlangt von den Bildungsinstitutionen eine ständige Anpassung ihrer Lehrinhalte. Um ein Life-Long-Learning zu ermöglichen, müssen seitens der öffentlichen Entscheidungsträger und der Unternehmen entsprechende Rahmenbedingungen gesetzt bzw. umgesetzt werden. Die Erhöhung der Transparenz bzw. Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Aus- und Weiterbildungsangeboten, sind ebenfalls ein wichtiger Baustein für die Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („*Recognition of Prior Learning*“). Wichtig sind hierbei u.a. die Möglichkeit der Anrechnung vorgängig erworbener Kompetenzen sowie die soziale und strukturelle Durchlässigkeit zwischen Bildungssystemen (z.B. Lehre-Fachhochschule, Fachhochschule –Universität, ...). Auf Veränderungen dynamischer Märkte sowie auf immer stärker vernetzte Organisationsformen müssen die betreffenden Akteure auch in Hinblick auf Qualifizierung mit neuen Organisationsformen reagieren, wobei der *Ausbau von bestehenden bzw. die Initiierung neuer Kooperationen* eine wesentliche Rolle einnimmt. Dafür braucht es z.B. dementsprechende Plattformen, auf denen sich potentielle Kooperationspartner kennenlernen und interagieren können.

1. Einleitung

Die fortschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) und Digitalisierung hat dafür gesorgt, dass mittlerweile auch im Bereich der Produktion leistungsstarke und günstige eingebettete Systeme sowie intelligente Sensoren und Aktoren zur Verfügung stehen. Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ werden momentan Entwicklungen hin zu einem Produktionsumfeld diskutiert, das aus intelligenten, sich selbst steuernden Objekten besteht, die sich zur Erfüllung von Aufgaben zielgerichtet (temporär) vernetzen.

Diese viel diskutierte „vierte industrielle Revolution“ beschreibt technische Entwicklungen zu einer deutlich stärker vernetzten Welt und zu intelligenten Technologien, die neue und andersartige Anforderungen an den Menschen und sein Arbeitsvermögen stellen wird. Für die erfolgreiche unternehmensinterne Implementierung von Industrie 4.0 spielen Qualifikationen und damit Aus- und Weiterbildung eine zentrale Rolle. Die Entwicklung, Umsetzung und Kontrolle datengetriebener Prozesse und Geschäftsmodelle unter Einbeziehung von IKT und digitalen Technologien mit den damit einhergehenden, sich wandelnden und neuen Berufsbildern bedarf erweiterter bzw. alternativer Kompetenzen. Damit ist eine umfassende Evaluation der bestehenden Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Stufen (berufliche Aus- und Weiterbildung, schulische Ausbildung, akademische Aus- und Weiterbildung) das geeignete Instrument zur Identifikation dieser Kompetenzen. Es ist daher unumgänglich, sich vorausschauend mit der Bandbreite an möglichen Auswirkungen, Chancen und Risiken, sowie sich abzeichnender Herausforderungen im Bildungsbereich auseinanderzusetzen, um Umsetzungspotentiale zu erkennen und daraus mögliche Gestaltungsoptionen für eine wünschenswerte Entwicklung von Qualifizierungsangeboten für die Industrie 4.0 abzuleiten. Die genaue Betrachtung im Rahmen dieser Studie ist schon aufgrund der besonders widersprüchlichen und heterogenen Einschätzungen und Perspektiven in Bezug auf die Rolle des „Faktors Mensch“ in der Industrie 4.0 auch im nationalen Rahmen essentiell.

Im Rahmen der Studie „Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0-relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft“ (AEIQU) werden die Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsanforderungen mittels einer anwendungsfallbasierten Erhebung bei KMUs und Großunternehmen aus möglichst verschiedenen Branchen (in verschiedenen Regionen Österreichs, aber auch im Vergleich mit Süddeutschland) identifiziert, um daraus zukünftig benötigte Kernkompetenzen zu eruieren. Mit Hilfe einer nationalen Bildungslandkarte werden bestehende Aus- und Weiterbildungsangebote dargestellt und deren Bedarfe in Bezug auf die identifizierten Kernkompetenzen ermittelt. Die Studie beinhaltet einen Katalog mit Empfehlungen für Maßnahmen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen Wissenstransfers zwischen Industrie und österreichischer Aus- und Weiterbildungslandschaft.

1.1 Wissenschaftliche Relevanz der Studie

Da die Visionen und Potenziale von Industrie 4.0 bis dato nur in Teilbereichen (z.B. industrielle Leitbetriebe, duales Bachelorstudium Smart Engineering an der Fachhochschule St. Pölten, etc.) umgesetzt wurden, besteht heute über die tatsächlichen Auswirkungen einer Realisierung in voller Breite große Ungewissheit.

Eine zentrale Rolle für den zukünftigen Erfolg von Industrie 4.0 Aktivitäten spielen Qualifikationen und damit eng verbunden Aus- und Weiterbildung. Die Entwicklung, Umsetzung und Kontrolle datengetriebener Prozesse und Geschäftsmodelle unter Einbeziehung von IKT und digitalen Technologien verlangt nach neuen bzw. sich wandelnden Kompetenzen und/oder Berufsfeldern. Damit stehen die vorliegenden Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Stufen (berufliche Aus- und Weiterbildung, schulische Ausbildung, akademische Aus- und Weiterbildung) auf dem Prüfstand. Es ist daher jedenfalls erforderlich, sich vorausschauend mit der Bandbreite an möglichen Auswirkungen, Chancen und Risiken sowie sich abzeichnenden Herausforderungen im Bildungsbereich auseinanderzusetzen, um Umsetzungspotentiale zu erkennen und daraus mögliche Gestaltungsoptionen für eine wünschenswerte Entwicklung von Ausbildungsangeboten für die Industrie 4.0 abzuleiten. Die genaue Betrachtung im Rahmen dieser Studie ist schon aufgrund der besonders widersprüchlichen und heterogenen Einschätzungen und Perspektiven in Bezug auf die Rolle des „Faktors Mensch“ in der Industrie 4.0 auch in einem nationalen Rahmen wichtig.

1.2 Schwerpunkte der Studie

Im Rahmen der Studie „Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft“ (AEIQU) werden folgende Schwerpunkte adressiert:

Erhebung Industrie 4.0 relevanter Qualifikationen und erstes Marktscreening

Auf Basis wissenschaftlicher Literatur erfolgt eine Analyse der Ausgangssituation zu Industrie 4.0 und der Qualifikationsnachfrage unter Berücksichtigung 41 verschiedener wissenschaftlicher Studien. In einem zweiten Schritt erfolgt eine strukturierte Marktanalyse des österreichischen Industriesektors und Evaluation künftiger Qualifikationsanforderungen hinsichtlich Industrie 4.0.

Erhebung von Industrie 4.0 relevanten Anwendungsfällen in der österreichischen Industrie

In einem ersten Schritt werden durch quantitative Erhebungen von betrieblichen ExpertInnen Qualifikationserwartungen und -bedarfe in Unternehmen abgefragt. Im Rahmen von qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen werden darüber hinaus Industrie 4.0 relevante Anwendungsfälle ermittelt, um sodann Rückschlüsse auf den zur Umsetzung notwendigen Qualifizierungsbedarf zu ziehen.

Darstellung aktuell bestehender nationaler Qualifikationsangebote zu Industrie 4.0

Die Umsetzung von Industrie 4.0 in Österreich benötigt entsprechend geschultes Personal, das nur in Teilen in den Unternehmen selbst ausgebildet werden kann. Vor diesem Hintergrund kommt den Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Bildungseinrichtungen eine besondere Rolle zu, Industrie 4.0 relevante Kompetenzen bzw. Aktivitäten zu vermitteln. Neben der Ausbildung in Industrie 4.0 relevanten Disziplinen sind sie auch für einen aktiven Wissenstransfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft zuständig. In dieser Studie werden die für Industrie 4.0 relevanten Ausbildungsangebote bzw. Ausbildungsschwerpunkte an den österreichischen Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Bildungseinrichtungen gescreent und damit eine nationale Industrie 4.0 relevante Bildungslandkarte erstellt.

Entwicklungen im nationalen Bildungsangebot zu Industrie 4.0

Der nun mehr bereits seit mehreren Jahren bekannte Weiterentwicklungs- und Umstrukturierungsvorgang Industrie 4.0 hat schon zu einzelnen Auswirkungen im Aus- und Weiterbildungsangebot in der nationalen Bildungslandschaft geführt. Im Rahmen der Studie werden stichprobenartig national verfügbare Qualifikationsangebote in Hinblick auf bereits erfolgte bzw. noch geplante Änderungen und Weiterentwicklungen analysiert. Die Struktur der Analyse bezieht auch hier – neben österreichischen Universitäten und Fachhochschulen – Angebote von außeruniversitären Bildungseinrichtungen ein. Zudem werden mittels einer Kohärenzanalyse Parallelen oder Unterschiede ausgewählter Studienangebote mit interdisziplinärer Ausrichtung an österreichischen Universitäten und Fachhochschulen herausgearbeitet. Anschließend erfolgt ein Abgleich der vermittelten Kompetenzen dieser ausgewählten Studienangebote mit den Anforderungen der Industrie. Aufgezeigt werden in diesem Kapitel zusätzlich zu einer stichprobenartigen Erhebung der Anpassungen/Weiterentwicklungen im Bereich der Weiterbildungen ebenso Beispiele für nationale und regionale Weiterbildungsmöglichkeiten bzw. Förderprogramme speziell für Unternehmen.

Internationale Entwicklungen/ Migrationspfade im Bereich In- dustrie 4.0 und deren Auswirkungen auf Österreich

Im Rahmen der Studie werden die maßgeblichen erwarteten Migrationspfade von Industrie 4.0 in Deutschland und im erweiterten internationalen Umfeld (EU, US, China) beschrieben. Diese werden aus Vergleichsgründen mit den Entwicklungsszenarien in Deutschland und im erweiterten internationalen Umfeld (EU, US, China) abgeglichen. Für die drei Kernbereiche der Bedarfsklärung in Aus- und Weiterbildung (Erwartete Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe, Lernwege und Lernorte, Unterschiede zwischen Großbetrieben und Mittelstand) werden in der Folge die zentralen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen dargestellt.

Ableitung von Maßnahmenempfehlungen für den Bildungsbereich

Zukünftige Qualifizierungsbedarfe werden vor der Ableitung der Maßnahmen in einer Fokusgruppendifkussion bzw. in einem Workshop mit ExpertInnen aus dem Bildungsbereich verdichtet. Auch die gewonnenen Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel, wie beispielsweise die geäußerten Wünsche für die Aus- und Weiterbildung der betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews aus Kapitel 3, fließen in die Ableitung der Maßnahmenempfehlungen mit ein. So soll sichergestellt werden, dass in den Empfehlungen für Maßnahmen auch die betrieblichen Anforderungen in Unternehmen berücksichtigt werden. Im Zentrum dabei steht, die Lücken zwischen benötigtem und aktuell bzw. kurzfristig verfügbarem nationalen Aus- und Weiterbildungsangebot zu identifizieren und systematisch darzustellen.

1.3 Methodik

1.3.1 Der Forschungsstil der Grounded Theory

Das Verfahren der Grounded Theory wurde von Anselm L. Strauss und Barney G. Glaser in den 1960er Jahren entwickelt und bezeichnet übersetzt eine im Forschungsgegenstand verankerte Theorie.¹ Demnach steht bei der Grounded Theory eine „durch empirische Befunde angeregte Art der Theoriebildung“² im Fokus der Forschungsarbeit. Daher bezeichnet die Grounded Theory nicht nur eine Forschungsmethode, sondern vielmehr ein Gesamtkonzept.³ Dies wiederum bedeutet, dass Theorien oder Konzepte „im Laufe der Forschung systematisch mit Bezug auf die Daten ausgearbeitet werden“⁴. Die Entwicklung einer Theorie ist somit als Prozess anzusehen.⁵ Diesen Aspekt betonen auch Glaser und Strauss: „[...] eine Grounded Theory ist kein perfektes Produkt, sondern in permanenter Entwicklung begriffen.“⁶

Anders als bei bestehenden Theorien, bei denen oft das Verifizieren dieser im Fokus steht, ist die planvolle und systematische Generierung von neuen Theorien das von Glaser und Strauss beschriebene Ziel der Grounded Theory.⁷ Sie eignet sich Philipp Mayring zufolge besonders für neue, noch wenig erforschte Forschungsbereiche.⁸

¹ Vgl. Hillmann, S. 314.

² Lamnek (1995), S. 100.

³ Vgl. Baumgarth/Eisend/Evanschitzky (2009), S. 109.

⁴ Glaser/Strauss (2010), S. 23.

⁵ Vgl. Ebd.

⁶ Ebd., S. 49.

⁷ Vgl. Ebd., S. 46.

⁸ Vgl. Mayring (2002), S. 107.

Die Rolle von theoretischem Vorwissen im der Theoriegenerierung führte allerdings zu Uneinigkeiten zwischen Glaser und Strauss: Während Glaser eine Auswertung der Daten ohne jegliches Vorwissen hervorhebt, spricht sich Strauss für die Notwendigkeit des Einfließens von theoretischem Wissen aus.⁹

Glasers Forderung der totalen Unvoreingenommenheit ist laut Udo Kelle, Professor für Methoden der empirischen Sozialforschung und Statistik an der Universität Hamburg, jedoch nicht realisierbar, da so keine zusammenhängenden, begründeten Theorien entstehen könnten. Auch Strauss und Corbin sehen die Notwendigkeit eines theoretischen Rahmens bei jeder empirischen Untersuchung, damit Kategorien gebildet sowie deren Beziehung zueinander erhoben werden können. Bei der Anwendung der Grounded Theory sollten daher Konzepte mit Hilfe von theoretischem Vorwissen entwickelt werden, von einer vorhergehenden Formulierung von Hypothesen sollte abgesehen werden.¹⁰

Aus diesem Grund wird in der Studie nach der Methodik von Strauss und Corbin vorgegangen. Daher erfolgte vor der empirischen Datenerhebung eine theoretische Auseinandersetzung mit dem Forschungsthema, um ausreichend Kontextwissen aufbauen zu können.

Da die Methodik der Studie nun eingehend erläutert wurde, wird nun begründet, warum nach dem Forschungsstil der Grounded Theory vorgegangen wurde:

Ein Grund dafür liegt darin, dass Industrie 4.0 kein eigenes theoretisches Konstrukt darstellt, sondern nur als theoriebasiert bezeichnet werden kann, da bisher existiert unter anderem zum Beispiel noch keine eindeutige Definition von Industrie 4.0. Beispielsweise erläutert Prof. Dipl.-Kfm. Armin Roth, Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmenssteuerung und Leiter des Forschungsbereichs „Enterprise Performance Management & Business Intelligence“ im Studiengang Wirtschaftsinformatik der Hochschule Reutlingen, dass Konzepte der Industrie 4.0 oft eine Weiterentwicklung von Konzepten der Automation darstellen.¹¹

Bernd Kärcher von der Festo AG & Co. K hebt die mangelnde Erfahrung und die Schwierigkeit hervor, Konsequenzen sowie Entwicklungen durch Industrie 4.0 vorhersagen zu können:

„Jede Aussage zur Industrie 4.0, ihrer Ausgestaltung und ihrer Konsequenzen ist zum heutigen Zeitpunkt notwendigerweise spekulativ. Konkrete Erfahrungen mit Industrie 4.0 – im Sinne des anspruchsvollen technologischen Konzepts, das in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik diskutiert wird – gibt es in der Industrie bisher nicht oder nur in Ansätzen.“¹²

In der Kompetenzentwicklungsstudie „Industrie 4.0“ der deutschen Akademie der Technikwissenschaften wird ebenfalls der Ansatz verfolgt, „dass der digitale Wandel nicht einem deterministischen Muster folgt, sondern gestaltet werden kann und muss“¹³. Bei der Ausgestaltung und Implementierung bestünden daher „vielfältige technisch-organisatorische Möglichkeiten, die durch die Wechselwirkungen zwischen Technik, Mensch und Organisation beeinflusst und durch Entscheidungen auf betrieblicher und arbeitspolitischer Ebene bestimmt werden“¹⁴.

Daher ist der in Kapitel 2 erläuterte Forschungsstand zu Industrie 4.0 eher als Momentaufnahme derzeitiger Anschlusskonzepte zu betrachten, die weder in ihrer Entwicklung abgeschlossen sind, noch den Anspruch auf Vollständigkeit erfüllen.

Aus diesem Grund können die erhobenen Daten auch nicht unter einer bereits bestehenden Theorie kodiert werden oder zur Prüfung bestehender Hypothesen dienen. Deshalb kann auch nicht, wie bei der qualitativen Inhaltsanalyse nach Philipp Mayring nach vorab definierten, „theoriegeleiteten Kategoriensystemen“ vorgegangen werden. Stattdessen wird der theoretische Rahmen im Forschungsprozess gebildet. Von der Generierung einer komplexen Theorie zu sprechen, ist hier allerdings zu weit gegriffen. Ziel der vorliegenden Arbeit soll es vielmehr sein, aussagekräftige sowie realitätsnahe Kategorien herauszuarbeiten, um anschließend Empfehlungen für Maßnahmen für zukünftige Bildungsangebote in Österreich ableiten zu können.

Im folgenden Teilabschnitt wird darauf eingegangen, wie die vorliegende Arbeit aufgebaut wurde, um zu diesen Kategorien bzw. Maßnahmenempfehlungen zu gelangen.

⁹ Vgl. Reichertz (2011), IN: Mey/Mruck (2011), S. 280.

¹⁰ Vgl. Kelle (2011), IN: Mey/Mruck (2011), S. 239ff.

¹¹ Vgl. Roth (2016), S. 5.

¹² Kärcher (2015), IN: Botthof/Hartmann (2015), S. 47.

¹³ acatech – deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2016), S. 5.

¹⁴ Ebd.

1.3.2 Erhebung empirischer Daten

Zur Erhebung von empirischen Daten wird bei der Grounded Theory das sogenannte „theoretische Sampling“¹⁵ herangezogen. Das bedeutet Glaser und Strauss zufolge, dass am Anfang der Datenerhebung noch nicht festgelegt ist, wie groß die Stichprobe (das Sample) ist. Ausschlaggebend für die Auswahl ist dabei die theoretische Relevanz. Die Datenerhebung ist nach Auffassung der Grounded Theory erst dann beendet, wenn eine theoretische Sättigung erreicht ist, also „keine zusätzlichen Erkenntnisse aus den Daten mehr gefunden werden können“¹⁶. Aus diesem Grund sollten die Daten so unterschiedlich wie möglich sein, um zu einer breiten Datenbasis zu gelangen.¹⁷ Diese Sättigung werde durch eine „vergleichende (komparative) Analyse“¹⁸ erreicht. Glaser und Strauss sehen darin den parallelen Ablauf der Erhebung, Kodierung und Analyse des empirischen Datenmaterials: *„Sie sollten von Anfang der Untersuchung an bis hin zu ihrem Ende ineinander übergehen und sich permanent überkreuzen.“*¹⁹

In dieser Studie wurde die Erhebung der Daten ebenfalls als Prozess gestaltet und in mehrere Erhebungsphasen unterteilt. Diese wurden jedoch nicht nach einer strikten Reihenfolge bzw. nacheinander durchgeführt, sondern können vielmehr als überlappend bezeichnet werden. Die Darstellung als Reihenfolge dient dem Verständnis sowie der Nachvollziehbarkeit der Theoriegenerierung der vorliegenden Arbeit.

An dieser Stelle sei erneut darauf hingewiesen, dass diese Studie nicht die Generierung einer bestimmten Theorie verfolgt, sondern die Ableitung von Empfehlungen für Maßnahmen für Bildungsangebote in Österreich das wissenschaftliche Forschungsziel darstellt. Daher wird auch auf die Verifizierung der Theorie verzichtet und stattdessen ein Katalog von Empfehlungen für Maßnahmen erarbeitet.

1.3.3 Aufbau der Studie

Der Aufbau der Studie „Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0-relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft“ (AEIQU) stellt sich wie folgt dar:

In Kapitel 2 wird anhand einer Literaturanalyse sowie einer Marktanalyse des österreichischen Industriesektors ein erster Überblick von Industrie 4.0 relevanten Qualifikationen erstellt. Mittels einer Dokumenten- und Literaturanalyse (Desk-Research) wird die Ausgangssituation zur Qualifikationsnachfrage durch Industrie 4.0 erkundet bzw. theoretisch erörtert.

Kapitel 3 beschreibt die Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext der Industrie 4.0 anhand einer empirischen Erhebung von Industrie 4.0-Anwendungsfällen in österreichischen Unternehmen.

In Kapitel 4 werden die für die Industrie 4.0 relevanten Ausbildungsangebote bzw. Ausbildungsschwerpunkte durch online-Recherchen systematisch erfasst. In der ersten Analysephase (Basis-Screening) wird das Bildungsangebot aller in Österreich vorhandenen Fachhochschulen, Universitäten und außeruniversitären Bildungseinrichtungen nach Industrie 4.0 relevanten Suchkriterien eruiert. In der zweiten Analysephase (Detail-Screening) erfolgt eine Bewertung der in der ersten Analysephase ermittelten Ausbildungsangebote nach deren Industrie 4.0-Potential in vordefinierten Ausprägungsstufen. Sämtliche Analyseschritte werden bundesländerspezifisch durchgeführt. Die Ergebnisse werden in einer nationalen Bildungslandkarte dargestellt.

Aufbauend auf den bereits erhobenen national verfügbaren Qualifikationsangeboten werden in Kapitel 5 kurzfristig (innerhalb der letzten 2 Jahre) durchgeführte Änderungen bzw. Anpassungen dieser Angebote erhoben und stichprobenartig erfasst. Parallel dazu werden bereits geplante, aber aktuell noch nicht verfügbare Qualifikationsangebote erhoben. Die Auswertung und Erhebung der Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen folgt in ihrer Struktur dem Screening im vorangegangenen Kapitel. Das bedeutet, unterteilt wurde auch hier in Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen bzw. hochschulischen Bereich sowie im Bereich der Weiterbildungsangebote.

¹⁵ Glaser/Strauss (2010), S. 76.

¹⁶ Glaser/Strauss (2010), S. 77.

¹⁷ Vgl. Ebd., S. 76ff.

¹⁸ Ebd., S. 39.

¹⁹ Ebd., S. 60.

Im Kapitel 6 werden maßgeblich erwartete Migrationspfade von Industrie 4.0 in Deutschland und im erweiterten internationalen Umfeld (EU, US, China) beschrieben. Für die drei Kernbereiche der Bedarfsklä rung in Aus- und Weiterbildung (Erwartete Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe, Lernwege und Lernorte, Unterschiede zwischen Großbetrieben und Mittelstand) werden in der Folge die zentralen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen dargestellt.

Als Basis für den in Kapitel 7 enthaltenen Katalog von Empfehlungen für Maßnahmen fungieren einerseits Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel, wie beispielsweise die geäußerten Wünsche für die Aus- und Weiterbildung der betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews aus Kapitel 3, andererseits aber auch die Erkenntnisse einer Fokusgruppendifkussion mit ExpertInnen aus dem Bildungsbereich. So soll sichergestellt werden, dass in den Empfehlungen für Maßnahmen auch die betrieblichen Anforderungen in Unternehmen berücksichtigt werden. Die Empfehlung von Maßnahmen verfolgt das Ziel, die Lücken zwischen benötigtem und aktuell bzw. kurzfristig verfügbarem nationalen Aus- und Weiterbildungsangebot zu identifizieren und systematisch darzustellen.

Abbildung 1 veranschaulicht den Prozess der Datenerhebung der Studie.

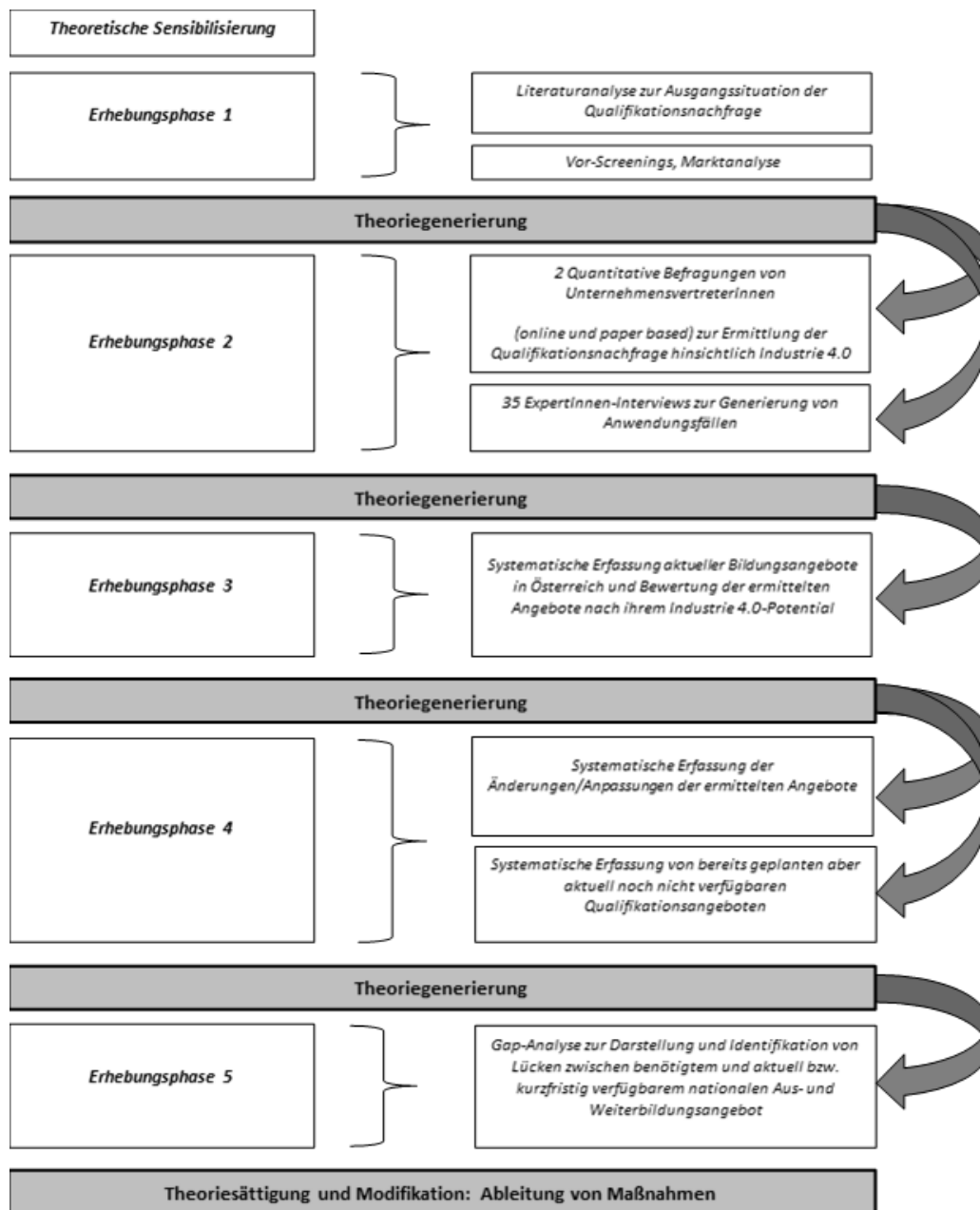


Abbildung 1. Prozess der Datenerhebung in der vorliegenden Studie.

Quelle: FHSTP (2017)

2. Industrie 4.0 relevante Qualifikationen

Im folgenden Kapitel soll anhand einer Literaturanalyse sowie einer Marktanalyse ein erster Überblick von Industrie 4.0 relevanten Qualifikationen erfolgen. Das Forschungsteam der vorliegenden Studie weist an dieser Stelle darauf hin, dass im Zuge dieser beiden Analysen lediglich ein erster Überblick aktueller Literatur im deutschsprachigen Raum bzw. ein erstes Aufzeigen von Tendenzen künftiger Qualifikationsanforderungen hinsichtlich Industrie 4.0 erfolgt, da in Kapitel 3 die Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen und in Kapitel 6 internationale Migrationspfade und deren Auswirkung auf Österreich im Kontext von Industrie 4.0 eingehend beleuchtet werden.

2.1 Literaturrecherche/-analyse

2.1.1 Vorgehensweise

Da in Kapitel 6 noch auf internationale Migrationspfade von Industrie 4.0 eingegangen wird, soll in diesem Abschnitt ein erster Überblick über den aktuellen Forschungsstand im deutschsprachigen Raum hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen erfolgen. Dazu wurde zu Beginn der Studie eine Literaturanalyse durchgeführt, wobei insgesamt 41 Studien/wissenschaftliche Beiträge in Hinblick auf die Verortung/Gliederung der Qualifikationsanforderungen sowie auf notwendige Kompetenzen durch Industrie 4.0 untersucht wurden. Einbezogen wurden dabei Studien, die von 2012 bis 2017 erschienen sind. Die verschiedenen wissenschaftlichen Studien wurden aufgrund folgender Kriterien untersucht:

- Name der Studie/des Beitrags
- Autor/Innen der Studie/des Beitrags
- Erscheinungsjahr der Studie/des Beitrags
- Methodik der Studie/des Beitrags
- Verortung/Gliederung der Qualifikationsanforderungen durch Industrie 4.0
- Notwendige Kompetenzen durch Industrie 4.0

Auch diese Analyse wurde in Anlehnung an die Grounded Theory durchgeführt, abgewichen wurde hier lediglich insofern, als dass die Kriterien, nach denen die verschiedenen wissenschaftlichen Studien analysiert wurden, bereits im Vorhinein vom Forschungsteam der vorliegenden Studie definiert wurden. Der Grund dafür liegt darin, dass einerseits keine einheitliche Definition von Industrie 4.0 vorliegt und es andererseits bereits unzählige verschiedene Studien im Bereich Industrie 4.0 gibt, wodurch die Analyse daher nur zu einer ersten Orientierung diene. Die Untersuchungskriterien wurden dennoch nicht als fest betrachtet, sondern im Zuge des Forschungsprozesses stetig erweitert. Zur Erhebung der notwendigen Kompetenzen durch Industrie 4.0 wurde nach dem mehrstufigen Kodiervorgang der Grounded Theory vorgegangen, das in Kapitel 3.1 noch detailliert beschrieben wird.

Das Forschungsteam weist darauf hin, dass der folgende Abschnitt lediglich einen Auszug der untersuchten Studien darstellt.²⁰ Alle untersuchten Studien und deren Ergebnisse inklusive einer Bewertung abzubilden würde den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen. Darüber hinaus liegt der Fokus dieser Studie ganz klar auf den Qualifikationsanforderungen durch Industrie 4.0. Ziel des folgenden Abschnitts ist es daher, auf Basis wissenschaftlicher Studien eine erste Übersicht Industrie 4.0 relevanter Qualifikationen zu bieten und zu beleuchten, welche Methodik zur Ableitung dieser Qualifikationen eingesetzt wurde.

2.1.2 Ergebnisse der Literaturrecherche

Bevor die Erkenntnisse zur Verortung/Gliederung der Qualifikationsanforderungen und zu den in der Literatur identifizierten notwendigen Kompetenzen durch Industrie 4.0 im Detail geschildert werden, wird zuvor noch die verwendete Methodik in den verschiedenen Studien/Beiträgen thematisiert. Dazu zeigt Abbildung 2 eine Übersicht der angewandten Methodik der Studien/Beiträge der Literaturrecherche:

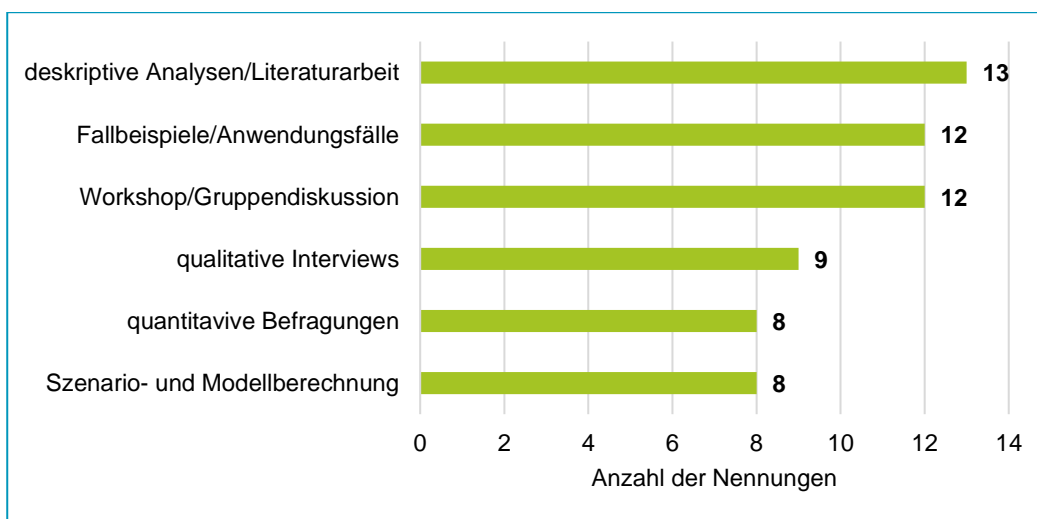


Abbildung 2. Angewandte Methodik der Studien/Beiträge der Literaturrecherche.

Quelle: FHSTP (2017), n= 41, Anzahl der Nennungen= 62 (Anwendung mehrerer Methoden möglich)

Die Analyse der angewandten Methodik der Studien/Beiträge verdeutlicht den explorativen Charakter von Studien/Beiträgen zu Industrie 4.0, so liegt der Fokus der Forschungsarbeiten klar auf deskriptiven Analysen oder Literaturarbeiten, um unter anderem Überblick über gewisse Forschungsschwerpunkte zu bieten sowie qualitativen Methoden in Form von Workshops/Gruppendiskussionen, Fallbeispielen/Anwendungsfällen oder qualitativen Interviews, um beispielsweise branchenspezifische Anforderungen herauszuarbeiten.

Die Anzahl der Nennungen (n= 62) gibt aber auch Aufschluss darüber, dass nicht zwangsweise eine bestimmte wissenschaftliche Methode verwendet werden muss. Zehn der 40 untersuchten Studien/Beiträge bedienen sich einer Kombination von verschiedenen wissenschaftlichen Methoden.

2.1.2.1 Verortung/Gliederung der Qualifikationsanforderungen durch Industrie 4.0

Um die Veränderungen der Qualifikationen bzw. die Anforderungen an die Arbeitsperson in der Industrie 4.0 zu bestimmen, wurde im Zuge der Literaturrecherche auch erhoben, welche Möglichkeiten der Einteilung/Zuordnung der in Zukunft benötigten Kompetenzen bzw. Qualifikationsbedarfe bestehen. Im nachfolgenden Abschnitt werden daher als Beispiele einige solcher Möglichkeiten der Einteilung/Zuordnung von Qualifikationsbedarfen bzw. Kompetenzen aufgezeigt und bewertet.

²⁰ Eine Auflistung der untersuchten Studien findet sich im Kapitel 9.1. Quellen der Literaturrecherche.

Uwe Dombrowski, Christoph Riechel und Maren Evers stellen wissenschaftliche Prognosen zur Veränderung des Arbeitssystems vier Arten der Kompetenz gegenüber. Sie orientieren sich dabei an der Einteilung der Kompetenzen in:²¹

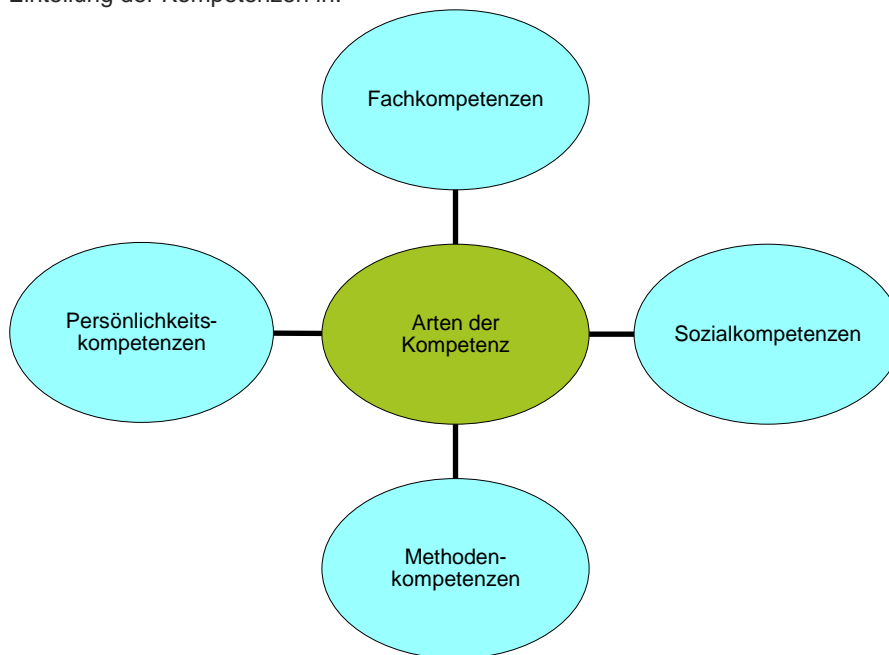


Abbildung 3. Vier Arten der Kompetenz.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dombrowski/Riechel/Evers, 2014 IN: Kersten/Koller/Lödding 2014: S. 145

Diese Einteilung bringt allerdings die Schwierigkeit der Subjektivität der Zuordnung von Kompetenzen in eine der obigen Kategorien mit sich. Kommunikative Fähigkeiten beispielsweise könnten sowohl als Persönlichkeitskompetenz als auch als Sozialkompetenz gesehen werden. Das Forschungsteam der vorliegenden Studie hat sich daher bewusst für die Einteilung zukünftig notwendiger Kompetenzen in fachliche oder überfachliche Kompetenzen entschieden.

In der Studie „Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung“ des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)²² und in der Studie des IMU-Instituts²³ in Berlin hingegen werden vier Dimensionen von Industrie 4.0 beschrieben, in denen Qualifikationsbedarfe zu erwarten sind:

- **socialmedia@production:** In dieser Dimension ergeben sich Qualifizierungsbedarfe durch das Vordringen der Web-Kommunikation in Bereiche der Produktion (Web 2.0, etc.). Sabine Pfeiffer vom ITA zufolge zeichnet sich ein branchenspezifischer Effekt für Arbeit hierbei aber bislang nicht ab.²⁴

- **data@production:** Bedarfe an Qualifikation ergeben sich in dieser Dimension Pfeiffer et al. zufolge vor allem durch die zunehmende datentechnische Vernetzung bzw. Verknüpfung physischer Gegenstände in der Produktion (Big Data, Echtzeit-Messung, Cyber-Physical-Systems, ...). Effekte für Beschäftigung und Qualifikation seien hier schwierig abzuschätzen und würden eher unspezifisch auftreten.²⁵

²¹ Vgl. Dombrowski/Riechel/Evers, 2014 IN: Kersten/Koller/Lödding, 2014, S. 145.

²² Siehe dazu Pfeiffer, 2015, S. 27ff

²³ Siehe dazu IMU-Institut Berlin GmbH, 2016, S. 15.

²⁴ Vgl. Pfeiffer, 2015, S. 27.

²⁵ Vgl. Pfeiffer, 2015, S. 28.

- **nextGEN Production:** Qualifikationsbedarfe entstünden auch durch neuartige Produktionsverfahren (z.B. additive Verfahren wie 3D Druck, Leichtbaurobotik, etc.). Diese neuen Entwicklungen würden, so Pfeiffer et al. „in der produzierenden Industrie zwar Innovationszyklen beschleunigen (etwa beim Rapid Tooling) und für unternehmensinterne Bereiche wie Werkzeugbau oder Versuch eine Rolle spielen, damit aber in nächster Zeit eher zu inkrementellen Veränderungen führen und auf bestimmte Berufsgruppen beschränkte Effekte für Arbeit haben.“²⁶

- **automation@body & mind:** In der Studie des ITA wird Studie die Dimension folgendermaßen beschrieben: „Wearables und Quantify-me-Applikationen kombiniert mit Big Data und intelligenten Algorithmen erweitern den Zugriff und die Kontrolle bis in die Körper- und Vitalfunktionen der Arbeitenden hinein. Damit können Arbeitsabläufe ergonomischer gestaltet werden und eine personalisierte Optimierung der Ergonomie erfolgen.“²⁷

Die vier beschriebenen Dimensionen lehnen sich dabei an die technischen Ausprägungen von Industrie 4.0 an und sollen den Mangel an Differenzierung und Konkretisierung auch auf dieser Ebene aufzeigen.²⁸

In der Studie des IMU-Instituts Berlin werden abseits der vier Dimensionen auch querliegende Kompetenzanforderungen (z.B. Teamfähigkeit, Fähigkeit zur inter- und transdisziplinären Kollaboration, etc.), lebendiges Arbeitsvermögen und Partizipation (Erfahrungswissen), Facharbeit sowie Rahmenbedingungen, Wandlungsfähigkeit als zu erwartende Qualifikationsbedarfe durch Industrie 4.0 identifiziert.²⁹

Klaus-Detlev Becker vom Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V. (ifaa) sieht die Auswirkungen technischer Systeme sowie die Vernetzung von Mensch und Technologie jedoch nicht nur von der Technik determiniert: Becker verortet daher die Gestaltung sowie den Einsatz solcher technischer Systeme als Ergebnis der jeweiligen betrieblichen „Prinzipien der Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung“. Die Möglichkeiten cyber-physischer Systeme in den Unternehmen seien daher in Abhängigkeit betrieblicher Bedingungen zu sehen. Darüber hinaus ergäben sich demografische, marktbezogene, wirtschaftliche sowie produktbezogene Erfordernisse als Einflussfaktoren auf die Gestaltungsprozesse technischer Systeme. Anforderungen in Bezug auf die Fähigkeiten bzw. Kompetenzen der Beschäftigten leitet Becker von Auswirkungen auf Arbeitsinhalte, Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozessen und Umgebungsbedingungen ab.³⁰

Die unterschiedliche Herangehensweise in den verschiedenen Studien verdeutlicht den hohen Komplexitätsgrad und die Unsicherheit über die Auswirkungen von Industrie 4.0. Erkennbar wird durch die durchgeführte Literaturrecherche jedoch auch, dass zur Identifikation zukünftiger Qualifikationsanforderungen das Thema Industrie 4.0 von unterschiedlichen Blickwinkeln heraus betrachtet werden muss. In der Literaturrecherche der vorliegenden Studie wurde zudem deutlich, dass in Hinblick auf die Ableitung von Qualifikationsanforderungen durch Industrie 4.0 vielmehr die Ableitung gesamtwirtschaftlicher sowie arbeitsmarktpolitischer Tendenzen oder die Auswirkungen verschiedener (technischer) Szenarios im Zentrum der Forschung steht als die tatsächliche Identifizierung konkreter Kompetenzen, die durch Industrie 4.0 benötigt werden.

In der Studie des ITA wird hinsichtlich der Qualifikationsanforderungen auf die Aus- und Weiterbildung durch Industrie 4.0 vor allem eine fehlende branchenspezifische Betrachtung und die notwendigen Differenzierungen nach Erst- und Weiterbildung oder nach akademischen und beruflichen Ausbildungswegen hervorgehoben. Mit ganz wenigen Ausnahmen werde überhaupt auf bestehende Curricula und Berufsbilder verwiesen und deren aktuelle Inhalte mit den vermeintlichen Zukunftsanforderungen in Zusammenhang gebracht.³¹

Dieser Vorwurf kann anhand der durchgeführten Literaturrecherche des Forschungsteams der vorliegenden Studie bestätigt werden. Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Studie auch nationale Bildungsangebote analysiert und Änderungen/Weiterentwicklungen von Bildungsangeboten im Bereich Industrie 4.0 erfasst.

²⁶ Pfeiffer, 2015, S. 29.

²⁷ Pfeiffer, 2015, S. 30.

²⁸ Vgl. Pfeiffer, 2015, S. 26.

²⁹ Vgl. IMU-Institut Berlin GmbH, 2016, S. 15.

³⁰ Vgl. Becker, 2015, IN: Botthof/Hartmann, 2015, S. 25ff.

³¹ Vgl. Pfeiffer, 2015, S. 9.

2.1.2.2 identifizierte notwendige Kompetenzen durch Industrie 4.0

Abbildung 4 zeigt die mittels Grounded Theory herausgearbeiteten Kompetenzen, die in den verschiedenen Studien/Beiträgen zukünftig essentiell erscheinen.

Deutlich erkennbar ist, dass Interdisziplinarität und somit fächerübergreifendem Wissen bzw. den Kenntnissen verschiedener Fachbereiche durch Industrie 4.0 mit der häufigsten Anzahl an Nennungen eine hohe Bedeutung beigemessen wird.

IT-Kompetenzen als Querschnittskompetenzen werden zukünftig ebenso als unverzichtbar erachtet: Fernab ihrer Fachdisziplin bzw. ihrem Tätigkeitsbereich sollen Beschäftigte über Kenntnisse im IT-Bereich verfügen.

Durch Industrie 4.0 ergibt sich auch die Notwendigkeit der Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien sowie einer gewissen Medienkompetenz.

Abseits davon spielen aber spezifische fachliche Kompetenzen weiterhin eine bedeutende Rolle. Angeführt wurden hier Kenntnisse im Bereich der Mechatronik, der Automatisierungstechnik bzw. Steuerungstechnik, der Störungs- und Fehlerbehebung oder der Programmierung.

Der zunehmende Vernetzungsgrad erfordert darüber hinaus überfachliche Kompetenzen, wie z.B. Systemwissen/Prozesswissen, selbstgesteuertes Handeln/Selbstorganisation sowie kommunikative Fähigkeiten der MitarbeiterInnen. Aufgrund dynamischer Märkte sowie dem schnellen Wandel neuer Technologien scheinen lebenslanges Lernen sowie Innovationsfähigkeit/Kreativität wichtige Kompetenzen von MitarbeiterInnen der Zukunft.

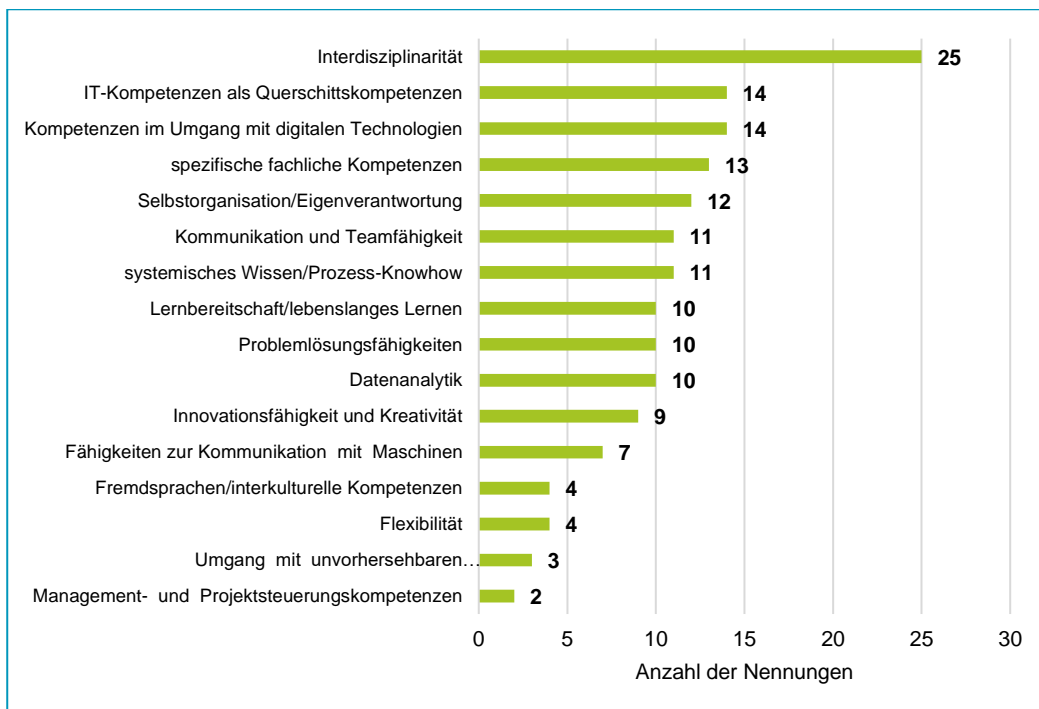


Abbildung 4. In der Literatur identifizierte notwendige Kompetenzen durch Industrie 4.0.

Quelle: FHSTP (2017), Anzahl der Nennungen= 159 (Mehrfachnennungen möglich)

2.2 Vor-Screenings, Marktanalyse

2.2.1 Vorgehensweise

Als externer Partner der FH St. Pölten war die Accord Group, ein international tätiges Beratungsunternehmen, mit der strukturierten Marktanalyse und Evaluation künftiger Qualifikationsanforderungen hinsichtlich Industrie 4.0 beauftragt. Diesbezüglich wurden 21 österreichische Unternehmen aus dem Industriebereich ausgewählt und mittels Telefoninterviews befragt, die Aufschluss über künftige Kompetenzen lieferten. Die behandelten Themenbereiche lassen sich in die Bereiche Veränderungen durch Industrie 4.0, künftige Anforderungen an MitarbeiterInnen und Führungskräfte sowie Vor- und Nachteile durch Industrie 4.0 gliedern.

Als GesprächspartnerInnen wurden gezielt Personen aus der Verwaltung, dem HR Bereich oder leitenden Positionen, wie bspw. Abteilungsleitung gewählt, die Berührungspunkte mit dem Thema Industrie 4.0 aufweisen und sich im Berufsalltag mit dem gegenständlichen Sachverhalt auseinandersetzen.

In der Stichprobe (n=21) waren 17 männliche und 4 weibliche Probanden vertreten von denen 10 Personen eine C-Level Position innehatten. Vier Probanden waren der Personalabteilung zuzuordnen und waren in einer Leitungsfunktion bestimmter Bereiche wie bspw. der Personalentwicklung oder als AbteilungsleiterIn tätig. Vier weitere TeilnehmerInnen agierten als FunktionsleiterIn aus unterschiedlichen Bereichen, wie etwa als StandortleiterIn oder ProduktionsleiterIn. Die kleinste Gruppe, aber auf das Thema spezialisierte Probanden/Probandinnen, bildeten die Industrie 4.0 Experten/Expertinnen, die größtenteils im Management eingegliedert sind.

Der Großteil der Befragten stammte aus dem Bundesland Oberösterreich (n=9), gefolgt von Niederösterreich (n=4), der Steiermark (n=3) und Wien (n=3). Ein einziger Proband war im Bundesland Kärnten angesiedelt und dort als Werksleiter tätig.

Da im nächsten Kapitel die Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext von Industrie 4.0 eingehend beleuchtet wird, erfolgt im Zuge der Marktrecherche lediglich ein erster Überblick bzw. ein erstes Aufzeigen von Tendenzen künftiger Qualifikationsanforderungen hinsichtlich Industrie 4.0 in österreichischen Unternehmen.

2.2.2 Ergebnisse der Marktanalyse

Ausgehend von der Digitalisierung und Automatisierung durch die Industrie 4.0-Thematik sind speziell Industriebetriebe von Veränderungen betroffen. Organisationen sind angehalten, interne Prozesse an sich verändernde Gegebenheiten anzupassen, die Unternehmensstrategie sowie bestehende Geschäftsmodelle zu analysieren und zu adaptieren. Im Zusammenhang mit bisherigen Veränderungen sind nicht nur Unternehmensbereiche, sondern selbstverständlich auch Mitarbeiter mit neuen Arbeitsweisen konfrontiert. Wesentliche Aufgaben zur Vorbereitung auf Veränderungen sind die Heranführung an neue Rahmenbedingungen, das Aufzeigen von Vorteilen und die Akzeptanz von Industrie 4.0, iteratives Lernen, die Begeisterung und Motivation der Beschäftigten. Zusätzlich ist es notwendig, den Mitarbeitern die neu gewonnene Verantwortung sowie die laufende Auseinandersetzung mit Innovation und Technologie zu vermitteln. Die bestehenden Grenzen der Departments verschwimmen somit zunehmend, weshalb abteilungs- und prozessübergreifendes Denken in Kombination mit steigender Schnelligkeit von Prozessen wesentliche Voraussetzungen für das Arbeiten in digitalisierten Umwelten darstellen. Die sichtbaren Folgen sind vor allem die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine, die bereits bemerkbare Gewinnsteigerung interner Produktion sowie effizientere und kostengünstigere Systeme. Im Folgenden seien daher einige Beispiele angeführt, die bereits in Unternehmen implementiert wurden und an die Gegebenheiten von Industrie 4.0 angepasst sind:

- Einsatz energiesparender Maßnahmen
- erste Werksprototypen nach dem Modell Industrie 4.0
- Roboter in Serienproduktion
- elektrische Lagersysteme und selbstfahrende Stapler
- Tracking der Ersatzteile
- elektrischer Datenaustausch zwischen Maschinen
- offene und transparente Systeme
- Software für das Datenmanagement, bspw. mehr Speicherplatz für interne Daten

Es zeigt sich ein eindeutiger Trend, den Kunden individuelle Gesamtlösungen anzubieten und interne Tätigkeiten nicht mehr nach Departments eines Unternehmens, sondern nach Kundensegmenten zu unterteilen. Intern ergeben sich daraus für Organisationen weitgehend Matrixstrukturen mit dem Ziel, Business Units horizontal als auch vertikal miteinander zu vernetzen. Ebenso nimmt der Bedarf an Mitarbeitern zu, die mit Daten, deren Auswertung und Interpretation umgehen können,

aber auch bereit sind, bestehendes Wissen zu erweitern und sich proaktiv auf Veränderungen einzulassen. Prozessdenken und schnittstellenübergreifend Denken zu können sind wesentliche Schlüsselkompetenzen bestehender und künftiger Mitarbeiter. Dem Management obliegt die Aufgabe, geeignete Weiterbildungsangebote bereitzustellen und Arbeitnehmer auf Change Prozesse vorzubereiten, sodass Kompetenzen im Bereich Automatisierung, Assistenzsysteme, IT und Datenmanagement vermittelt werden können.

Somit ergibt sich sowohl unternehmensintern als auch auf Kundenseite ein Mehrwert, der es ermöglicht, auf Kundenwünsche einzugehen, Kosten zu reduzieren, körperliche Tätigkeiten einzuschränken und Produktionsschritte zusammenzufassen bzw. auch zu vereinfachen.

2.3 Zusammenfassung

In Österreich gibt es bisher kaum Studien, die sich mit der Auswirkung von Industrie 4.0 auf die Qualifikationsanforderungen an MitarbeiterInnen auseinandersetzen. Dennoch lassen sich sowohl aus der Literaturanalyse als auch aus der Marktanalyse erste Annahmen hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen ableiten: Ein erstes Marktscreening ergab, dass im Zusammenhang mit bisherigen Veränderungen nicht nur Unternehmensbereiche, sondern auch Mitarbeiter mit neuen Arbeitsweisen konfrontiert werden. Wesentliche Aufgaben zur Vorbereitung auf Veränderungen in den Unternehmen sind die Heranführung an neue Rahmenbedingungen, das Aufzeigen von Vorteilen und die Akzeptanz von Industrie 4.0, iteratives Lernen, die Begeisterung und Motivation der Beschäftigten. Zusätzlich ist es notwendig, den Mitarbeitern die neu gewonnene Verantwortung sowie die laufende Auseinandersetzung mit Innovation und Technologie zu vermitteln.

Die Literaturanalyse brachte zum Vorschein, dass Interdisziplinarität und somit fächerübergreifendem Wissen bzw. den Kenntnissen verschiedener Fachbereiche durch Industrie 4.0 mit der häufigsten Anzahl an Nennungen eine hohe Bedeutung beigemessen wird. IT-Kompetenzen als Querschnittskompetenzen werden zukünftig ebenso als unverzichtbar erachtet: Fernab ihrer Fachdisziplin bzw. ihrem Tätigkeitsbereich sollen Beschäftigte über Kenntnisse im IT-Bereich verfügen. Durch Industrie 4.0 ergibt sich auch die Notwendigkeit der Kompetenzen im Umgang mit digitalen Technologien sowie einer gewissen Medienkompetenz. Abseits davon spielen aber spezifische fachliche Kompetenzen weiterhin eine bedeutende Rolle. Angeführt wurden hier Kenntnisse im Bereich der Mechatronik, der Automatisierungstechnik und Steuerungstechnik, der Störungs- und Fehlerbehebung oder der Programmierung. Der zunehmende Vernetzungsgrad erfordert darüber hinaus überfachliche Kompetenzen wie Systemwissen und Prozesswissen, selbstgesteuertes Handeln/Selbstorganisation sowie kommunikative Fähigkeiten der MitarbeiterInnen. Aufgrund dynamischer Märkte sowie dem schnellen Wandel neuer Technologien scheinen lebenslanges Lernen sowie Innovationsfähigkeit/Kreativität wichtige Kompetenzen von MitarbeiterInnen der Zukunft.

In der Literaturrecherche der vorliegenden Studie wurde deutlich, dass in Hinblick auf die Ableitung von Qualifikationsanforderungen durch Industrie 4.0 vielmehr die Ableitung gesamtwirtschaftlicher sowie arbeitsmarktpolitischer Tendenzen oder die Auswirkungen verschiedener (technischer) Szenarios im Zentrum der Forschung steht als die tatsächliche Identifizierung konkreter Kompetenzen, die durch Industrie 4.0 benötigt werden. Zudem mangelt es bei der Ableitung von Qualifikationsanforderungen an die Aus- und Weiterbildung durch Industrie 4.0 noch an einer branchenspezifischen Betrachtung und der notwendigen Differenzierungen nach akademischen und beruflichen Ausbildungswegen. Aus diesem Grund werden in den nachfolgenden Kapiteln die Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext von Industrie 4.0, das Industrie 4.0-Potential nationaler Qualifikationsangebote sowie Entwicklungen im nationalen Industrie 4.0 Aus- und Weiterbildungsangebot erhoben, um differenzierte und konkrete Maßnahmenempfehlungen ableiten zu können.

3. Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext der Industrie 4.0

Das vorliegende Kapitel untersucht die Qualifikationsnachfrage österreichischer Unternehmen im Kontext von Industrie 4.0 anhand einer empirischen Erhebung von Industrie 4.0-Anwendungsfällen in österreichischen Unternehmen.

Industrie 4.0-Anwendungsfälle beschreiben die Anwendung und Nutzung von CPS (Cyber-Physische Systeme) und CPPS (Cyber-Physische Produktionssysteme) im Unternehmen. Sie beinhalten zusätzlich den jeweiligen Prozess industrieller Wertschöpfung sowie eine klare Zielsetzung bezüglich der angestrebten Prozessverbesserung. Erste Umsetzungen im Bereich intelligenter Objekte, CPPS und Social Media in der Produktion existieren schon heute und zeigen die Potenziale auf. Sie lassen sich grob anhand der Kernunternehmensprozesse Fertigung, Montage, Logistik, Planung und Steuerung und der Art der verbundenen Systeme (Kombinationen von Maschine, Objekt und Mensch) einordnen und bewerten.

Koordinierte Migrationsstrategien und -hilfsmittel in der Industrie werden notwendig, wenn durch die Einführung von Industrie 4.0-Anwendungsfällen Unternehmensprozesse verändert werden. Die Sensibilisierung und Aktivierung der Mitarbeiter auf allen Ebenen stellt hier einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar. Dies betrifft unter anderem:

- die Gestaltung der Schnittstellen (Mensch-Maschine, Mensch-Mensch und Mensch-Objekt);
- die Entwicklung von Einführungsszenarien, die den veränderten Randbedingungen der Techniknutzung (insbesondere der jüngeren Generationen) sowie demographischen Unterschieden Rechnung tragen;
- Strategien zur Erhöhung der Nutzerakzeptanz sowie zum rechtskonformen Umgang mit personenbezogenen Daten;
- die zielgerichtete Kompetenzentwicklung und Qualifizierung;
- den Umgang mit Auswirkungen auf Beschäftigung (insbesondere im niedrigqualifizierten Bereich).

3.1 Vorgehensweise

3.1.1 Durchführung der Interviews mit betrieblichen ExpertInnen

Die Durchführung der Interviews erfolgte in Form von problemzentrierten Interviews bzw. in Form von Expertengesprächen. Das bedeutet, dass ein spezifischer Gegenstandsbereich im Fokus der Gespräche steht. Aus diesem Grund wird zuvor ein Leitfaden erstellt, um immer wieder zu dieser Problemstellung zurückzukehren. Ziel der problemzentrierten Interviews ist jedoch eine möglichst offene Gesprächssituation sowie eine möglichst freie Antwort der Befragten. Daher dient der Leitfaden³² lediglich dazu, auf bestimmte Fragen hinzuweisen ohne Antworten dabei vorzugeben.³³ In dieser Studie wurden in den Interviews mit verschiedenen betrieblichen ExpertInnen einerseits die Verortung des Begriffs Industrie 4.0 sowie konkrete Anwendungsfälle hinsichtlich Industrie 4.0 im Unternehmen sowie andererseits Einschätzungen zu Veränderungen von Arbeitswelt bzw. Qualifikationen von MitarbeiterInnen thematisiert. Abschließend konnten die betrieblichen ExpertInnen Wünsche für die Aus- und Weiterbildung äußern und ihre persönliche Sichtweise zum Thema Industrie 4.0 darlegen.

³² Siehe Anhang Kapitel 11.3.

³³ Vgl. Mayring (2002), S. 67ff.

Das Expertengespräch ist eine Sonderform des problemzentrierten Interviews: „*Der Befragte ist hier weniger als Person, sondern in seiner Funktion als Experte für bestimmte Handlungsfelder interessant. [...] Auch wird der Befragte nicht als Einzelfall, sondern als Repräsentant einer Gruppe in die Untersuchung einbezogen.*“³⁴ Die betrieblichen ExpertInnen wurden in dieser Studie in ihrer Funktion als Repräsentanten von Unternehmen der Industrie befragt. Als GesprächspartnerInnen wurden gezielt Personen aus der Verwaltung, dem HR Bereich oder leitenden Positionen, wie bspw. CEO, GeschäftsführerIn oder AbteilungsleiterIn gewählt, die Berührungspunkte mit dem Thema Industrie 4.0 aufweisen und sich im Berufsalltag mit dem gegenständlichen Sachverhalt auseinandersetzen. Die Größe der Unternehmen aus denen betriebliche ExpertInnen befragt wurden, variierte von klein- bis mittelständischen Unternehmen (KMU) bis hin zu Großunternehmen (GU). Diese Einteilung der Unternehmen erfolgte nach der Anzahl ihres Personals nach Vorbild der Wirtschaftskammer Österreich (WKO). Demnach ist ein Kleinunternehmen ein Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten, Mittelständische Unternehmen verfügen über 50 bis 249 Beschäftigte und Großunternehmen zählen mehr als 250 Beschäftigte.³⁵

Insgesamt wurden im Zeitraum von Juni 2016 bis Jänner 2017 Gespräche mit 35 betrieblichen ExpertInnen aus unterschiedlichen Unternehmen in Österreich geführt, wobei 11 GesprächspartnerInnen aus klein- bis mittelständischen Unternehmen und 24 aus Großunternehmen befragt wurden. Was die geografische Verteilung der Unternehmen betrifft, so wurde aus jedem österreichischen Bundesland zumindest ein Unternehmen befragt.

Darüber hinaus wurden quantitative Befragungen (ebenfalls mit betrieblichen ExpertInnen) durchgeführt, um die Ergebnisse der qualitativen Interviews zu verdichten bzw. zu ergänzen. Diese Erhebungen wurden sowohl paper-based³⁶ bei Veranstaltungen zum Thema Industrie 4.0, als auch als Online-Befragung gestaltet und an jene Unternehmen versandt, die nicht für ein qualitatives Interview zur Verfügung standen. Der Rücklauf der Fragebögen beläuft sich auf 28 betriebliche ExpertInnen.

3.1.2 Datenanalyse nach der Grounded Theory

Bevor die Ergebnisse der verschiedenen Erhebungen eingehend betrachtet werden, ist es notwendig, die Spezifika der Datenauswertung mittels der Grounded Theory zu erläutern:

Strauss und Corbin entwickelten zur Auswertung von Daten ein mehrstufiges Kodierverfahren. Die erste Stufe bildet das „offene“ Kodieren. Ziel ist es dabei, das Datenmaterial in möglichst kleine Einheiten zu zerlegen. Dadurch sollen die Daten aufgebrochen werden und durch die offene Herangehensweise „eine Vielzahl untereinander unverbundener Konzepte und Kategorien“ erarbeitet werden. Beim „axialen“ Kodieren werden Zusammenhänge sowie Beziehungen innerhalb einer Kategorie untersucht. Das „selektive“ Kodieren setzt die Kategorien des axialen Kodierens in Bezug zueinander und versucht, Erklärungen aufzuzeigen. Anders als bei der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring sind die gebildeten Kategorien der Grounded Theory nicht als geschlossen zu betrachten, sondern können, nach der beschriebenen Methode des ständigen Vergleichens, auch verändert oder weiterentwickelt werden. Zudem wird bei der Grounded Theory nicht im Vorhinein festgelegt, nach welchen Kriterien die Daten einer Kategorie zuzuordnen sind. Stattdessen werden Ähnlichkeiten oder Beziehungen der Daten verwendet, um Kategorien herauszuarbeiten.

3.2 Ergebnisse der Interviews mit den betrieblichen ExpertInnen

3.2.1 Definition von Industrie 4.0

Als Einstiegsfrage in den qualitativen Interviews wurden die betrieblichen ExpertInnen gebeten, zu erläutern, was sie unter dem Begriff Industrie 4.0 verstehen. Industrie 4.0 wird von den befragten betrieblichen ExpertInnen unterschiedlich definiert, wie Abbildung 5 zeigt:

³⁴ Mayer (2006), S. 37.

³⁵ siehe dazu WKO, Stabsabteilung Statistik, Oktober 2015, aufgerufen unter: https://www.wko.at/Content.Node/Interessenvertretung/ZahlenDatenFakten/KMU_Definition.html

³⁶ Eine Kopie des Fragebogens findet sich im Anhang unter Kapitel 11.4.

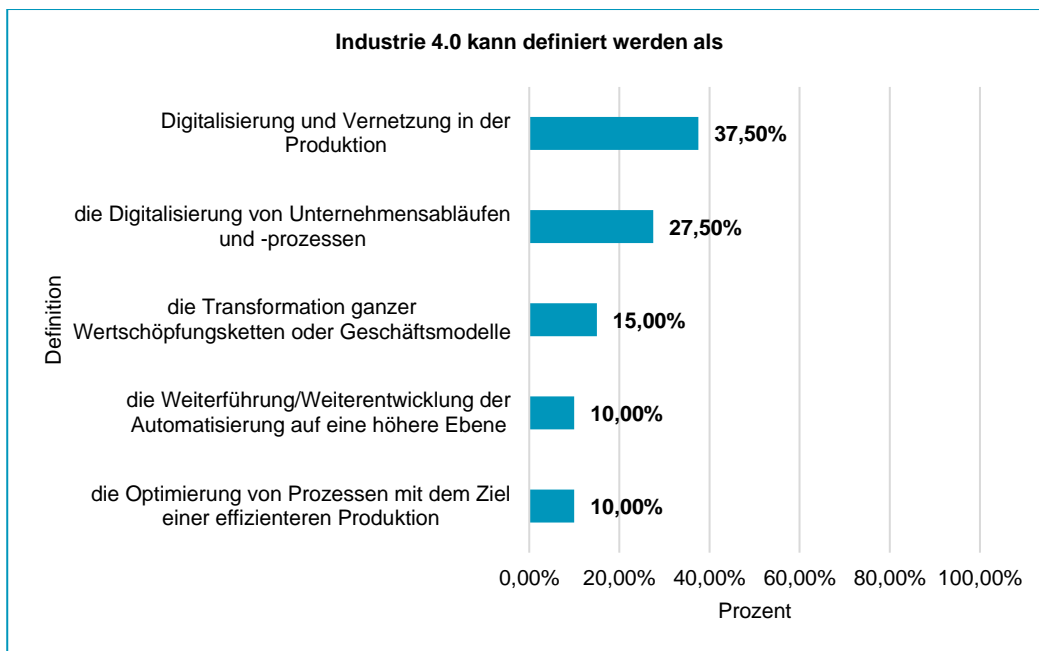


Abbildung 5. Definitionen von Industrie 4.0

Quelle: qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, Anzahl der Nennungen= 40 (Mehrfachnennungen möglich)

Der Großteil der betrieblichen ExpertInnen versteht unter Industrie 4.0 die Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion sowie die Digitalisierung von Unternehmensabläufen oder -prozessen. Der Begriff Industrie 4.0 kann daher zusammengefasst werden als Digitalisierung bzw. Vernetzung der Wertschöpfungskette in einem Unternehmen. Die befragten betrieblichen ExpertInnen wiesen jedoch darauf hin, dass Industrie 4.0 von Unternehmen unterschiedlich interpretiert werde und daher im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens/einer Branche zu sehen sei.

3.2.2 Entwicklungsstand von Industrie 4.0 in den befragten Unternehmen

Um die Implementierung von Industrie 4.0 in den befragten Unternehmen zu ergründen, nahm das Forschungsteam dieser Studie eine Unterteilung in drei Phasen vor, die an jene des Produktlebenszyklus³⁷ angelehnt ist:

- Anlaufphase: Informationsbeschaffung
- Wachstumsphase: erste Entwicklungsprojekte durchgeführt
- Reifephase: bereits in der eigenen Produktion umgesetzt

In weiterer Folge wurden die befragten betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen und den quantitativen Erhebungen um eine Einschätzung gebeten, in welcher Phase sich ihr Unternehmen befindet. Die betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews gaben an, dass sich die Unternehmen hauptsächlich in der Anlauf- oder der Wachstumsphase befinden. Diese Verteilung fand sich auch in den quantitativen Befragungen wieder.

Abbildung 6 vereint sowohl die Bewertung der betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews als auch jene der quantitativen Befragungen:

³⁷ Siehe dazu: Springer/Gabler, 2013, S. 355f.

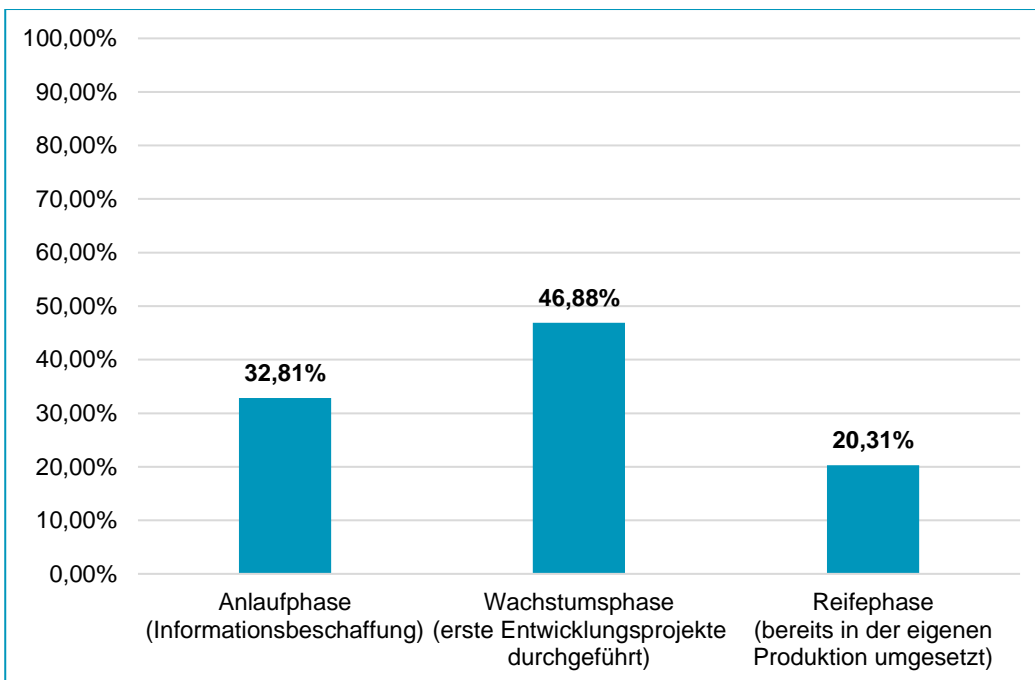


Abbildung 6. Bewertung des Status Quo von Industrie 4.0 im Unternehmen nach den Phasen des Produktlebenszyklus.
Quelle: quantitative Befragungen von sowie qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 63

Die obige Abbildung verdeutlicht, dass sich der Großteil der Unternehmen der betrieblichen ExpertInnen in der Anlaufphase oder Wachstumsphase befindet. Daraus ist zu schließen, dass in Österreich durchaus noch Potenzial zur Implementierung von Industrie 4.0 in den Unternehmen besteht.

3.2.3 Durchgeführte Änderungen und Betroffenheit von Industrie 4.0

Die betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews wurden gebeten, durchgeführte Änderungen in ihrem Unternehmen durch Industrie 4.0 zu beschreiben: Änderungen durch Industrie 4.0 ergaben sich, den betrieblichen ExpertInnen zufolge, im gesamten Unternehmen bzw. entlang der gesamten Wertschöpfungskette: Änderungen wurden in den befragten Unternehmen im Personalwesen/HR, im Vertrieb, in der Logistik, in der Produktion, auf der Ebene des Managements/der Geschäftsführung und im Bereich Forschung & Entwicklung (F&E) durchgeführt.

Die Intensität der Betroffenheit der angeführten Unternehmensbereiche wurde in den qualitativen Interviews von den betrieblichen ExpertInnen aber unterschiedlich wahrgenommen, da die Implementierung von Industrie 4.0 in den befragten Unternehmen unterschiedlich gestaltet wurde.

Industrie 4.0 fände, den betrieblichen ExpertInnen zufolge, zudem in kleinen Schritten statt und könne daher nicht als Sprung oder Revolution, sondern vielmehr als Evolution beschrieben werden. In den quantitativen Erhebungen wurde ebenfalls die Betroffenheit durch Industrie 4.0 abgefragt. Hier gaben 75 Prozent der Befragten an, von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen zu sein, lediglich 4 Prozent sahen sich überhaupt nicht davon betroffen.

Bei der Betroffenheit von Unternehmen bzw. Änderungen im Unternehmen durch Industrie 4.0 kann folglich von einer Abhängigkeit der Definition des Begriffs Industrie 4.0 des jeweiligen Unternehmens sowie der Ausgestaltung des Implementierungsprozesses im Unternehmen ausgegangen werden. Durchgeführte Änderungen in einem Unternehmen durch Industrie 4.0 sind daher im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens/einer Branche zu beurteilen.

3.2.4 Chancen und Herausforderungen durch Industrie 4.0

Den betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews zufolge bringt Industrie 4.0 einige Chancen mit sich, die es in den Unternehmen zu nutzen gilt. So ergäben sich durch Industrie 4.0 zum Beispiel nicht nur Wettbewerbs- und Wachstumsvorteile, sondern es könnten darüber hinaus neue Geschäftsmodelle/-felder erschlossen werden. Einige der betrieblichen ExpertInnen sehen Industrie 4.0 auch als Chance, Österreich als Industriestandort zu stärken.

Im Gegensatz dazu sehen sich die betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews durch Industrie 4.0 auch mit neuen Herausforderungen konfrontiert: Problematisch sei in diesem Zusammenhang beispielsweise die Schwierigkeit, dem schnellen Wandel der Technologie zu folgen oder Industrie 4.0 in den Unternehmensalltag zu integrieren.

Tabelle 1 zeigt, welche Chancen und Herausforderungen durch Industrie 4.0 von den befragten betrieblichen ExpertInnen identifiziert werden konnten:

Chancen	Herausforderung
Wettbewerbsvorteile	Mitarbeiterakzeptanz
Neue Geschäftsfelder/Geschäftsmodelle für Unternehmen im Dienstleistungsbe- reich	Schwierigkeit, dem schnellen Wandel der Technologie zu folgen und neue Technologien schnell im Unternehmen zu implementieren bzw. umzusetzen
Wachstumsvorteile	Industrie 4.0 in den Unternehmensalltag zu integrieren
Steigerung des Kundennutzens, Generierung eines Mehrwerts für den Kunden	Mitarbeiter zu finden, die über ausreichend Know-How im Bereich Industrie 4.0 verfügen
Awareness zu schaffen für The- men/Problemstellungen der Industrie	Kundenakzeptanz, für den Kunden einen Mehrwert zu generieren und diesen auch entsprechend zu vermitteln
Produktoptimierung, Steigerung der Effizienz in der Produktion (Optimierung der Lagerhaltung, schnelles Reagieren bei Fehlern, Qualitätssicherung, etc.)	Wandel im Dienstleistungsbereich hin vom reinen Verkauf von Software/Hardware zu Komplett-Lösungen im Bereich Industrie 4.0
Schaffung von neuen Arbeitsplätzen	Umgang mit steigender Komplexität
Industrie 4.0 ermöglicht einen durchgängigen Informationskreislauf (Lifecycle-Management)	Neue Technologien haben häufig noch „Kinderkrankheiten“
Bessere Beherrschung der Komplexität in der Branche	Datenschutz bzw. Sabotage der Systeme von außen
Industrie 4.0 als Chance für den Industriestandort Österreich	Interdisziplinarität (Zusammenspiel verschie- dener Disziplinen wie Elektrotechnik und IT)
	Mitarbeiter haben trotz der technologischen Fortschritte nur eine bestimmte Informati- onsverarbeitungskapazität als Menschen

Tabelle 1. Chancen und Herausforderungen durch Industrie 4.0.
Quelle: qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 35

3.2.5 Anwendungsfälle von Industrie 4.0

Im Zuge der qualitativen Interviews mit verschiedenen betrieblichen ExpertInnen wurde auch nach konkreten Anwendungsfällen von Industrie 4.0 gefragt. Diese fanden sich in den Unternehmen der betrieblichen ExpertInnen in folgenden Bereichen:

- Einsatz von intelligenten Systemen (Verbindung von Produktions- und Einkaufsprozessen, Reporting Systeme)³⁸
- Smart-Data im Herstellungsprozess³⁹
- integrierte und offene Entwicklungsplattform zur Systemsimulation über den gesamten Prozess des Unternehmens⁴⁰
- Standardisierung und Optimierung der digitalen Architektur im Unternehmen (Anwendung von Automatisierungselementen und Track`n`Trace Ability, Smart Products und Equipment, Cyber Processing)⁴¹
- Automatisierung der Produktionsüberwachung (vollautomatische Überwachung, Prüfung von Teilen bzw. Produkten)⁴²
- Vollautomatisierung/Digitalisierung der Wertschöpfungskette⁴³
- Entwicklung/Einführung von digitalen Assistenzsystemen⁴⁴
- Verknüpfung intelligenter Anlagen, Installation einer vollautomatisierten Bearbeitungslinie/Anlage⁴⁵
- Schaffung eines Bewusstseins für das Themenfeld der Industrie 4.0 im gesamten Unternehmen (Workshops, Vorstellung/Präsentation von Best Practice-Beispielen, uvm. im Unternehmen)⁴⁶
- Data Mining/Datenanalytik in der Produktion⁴⁷
- Entwicklung, Bau und Einsatz eines sensitiven Leichtbauroboters⁴⁸
- Automatisierungslösung (Anbieten einer geschlossenen Integrations- und Testumgebung für Software)⁴⁹
- Integrationsplattform zur Digitalisierung und Integration von Engineering Wertschöpfungsketten/Prozessen⁵⁰

Anhand dieser Beispiele lässt sich ebenso die Vielfältigkeit an Umsetzungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 erkennen. Die Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion kristallisiert sich zwar als gemeinsamer Schwerpunkt der verschiedenen Anwendungsfälle in den Unternehmen heraus, dennoch wird auch hier die unterschiedliche Sichtweise bzw. Definition des Begriffs Industrie 4.0 deutlich.

³⁸ Siehe dazu im Anhang 11.1.1. Use Case ABB AG

³⁹ Siehe dazu im Anhang 11.1.2. Use Case AMAG AUSTRIA METALL AG

⁴⁰ Siehe dazu im Anhang 11.1.3. Use Case AVL LIST GMBH

⁴¹ Siehe dazu im Anhang 11.1.4. Use Case BRP

⁴² Siehe dazu im Anhang 11.1.5. Use Case ELMET ELASTOMERE GMBH

⁴³ Siehe dazu im Anhang 11.1.6. Use Case EPLAN GMBH

⁴⁴ Siehe dazu im Anhang 11.1.7. Use Case EVOLARIS NEXT LEVEL GMBH

⁴⁵ Siehe dazu im Anhang 11.1.8. Use Case FILL GMBH

⁴⁶ Siehe dazu im Anhang 11.1.9. Use Case FRONIUS INTERNATIONAL GMBH

⁴⁷ Siehe dazu im Anhang 11.1.10. Use Case KEBA AG

⁴⁸ Siehe dazu im Anhang 11.1.11. Use Case KUKA ROBOTER CEE GMBH

⁴⁹ Siehe dazu im Anhang 11.1.12. Use Case LOGICALS GMBH

⁵⁰ Siehe dazu im Anhang 11.1.13. Use Case 2 LOGICALS GMBH

3.2.6 Veränderung von Arbeitsprofilen durch Industrie 4.0

Alle betrieblichen ExpertInnen (sowohl jene der qualitativen Interviews, als auch jene der quantitativen Befragungen) wurden gebeten, Veränderungen von allgemeinen Arbeitstätigkeiten durch Industrie 4.0 zu schildern.

Die betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews gehen von folgenden Änderungen der allgemeinen Arbeitstätigkeiten aus:

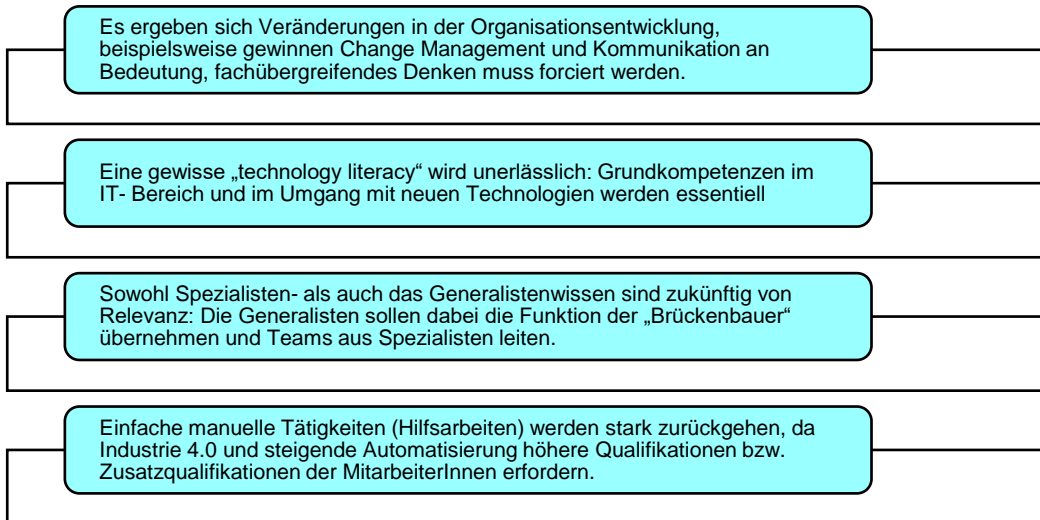


Abbildung 7. Änderungen der allgemeinen Arbeitstätigkeit der Industrie in den qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen.

Quelle: qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 35

In den quantitativen Befragungen identifizierten die betrieblichen ExpertInnen ähnliche Entwicklungen:

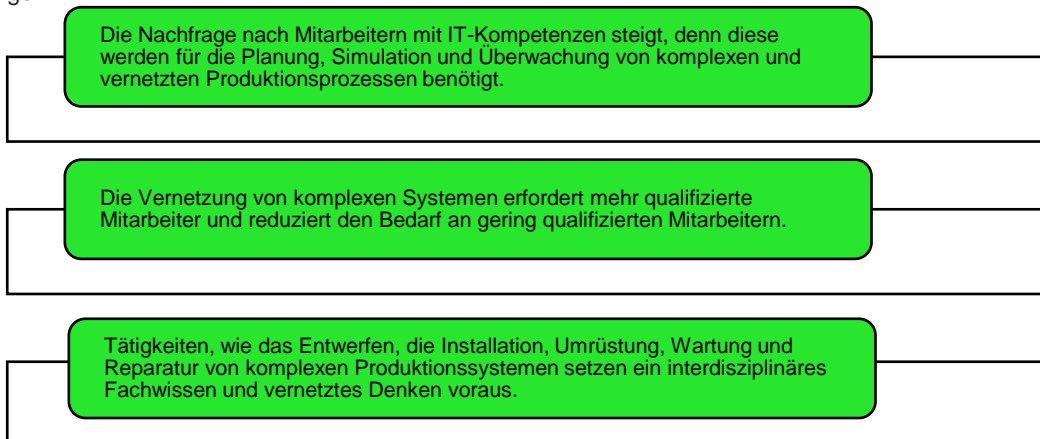


Abbildung 8. Änderungen der allgemeinen Arbeitstätigkeiten durch Industrie 4.0 in den quantitativen Befragungen von betrieblichen ExpertInnen.

Quelle: quantitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 28

Zur Beurteilung der Veränderungen produktionspezifischer Arbeitsprofile, die sich durch Industrie 4.0 ergeben, orientierte sich das Forschungsteam dieser Studie am Produktionsfaktorensystem nach Gutenberg: Gutenberg unterteilt dabei in elementare und dispositive Produktionsfaktoren. Elementare Faktoren seien solche, die direkt in die Produktion einwirken, dispositive Faktoren gestalten den Produktionsprozess. Gutenberg unterscheidet bezüglich der elementaren Produktionsfaktoren weiter in direkt (zum Beispiel Werkstoffe), indirekt (beispielsweise Betriebsmittel wie Maschinen) und produktionsbezogen (wie die menschliche Arbeitsleistung).⁵¹ In Anlehnung an diese Unterscheidung der elementaren Produktionsfaktoren gliederte das Forschungsteam dieser Studie den Bereich der Produktion in folgende drei Rollen/Arbeitsprofile, die sich durch Industrie 4.0 ergeben.

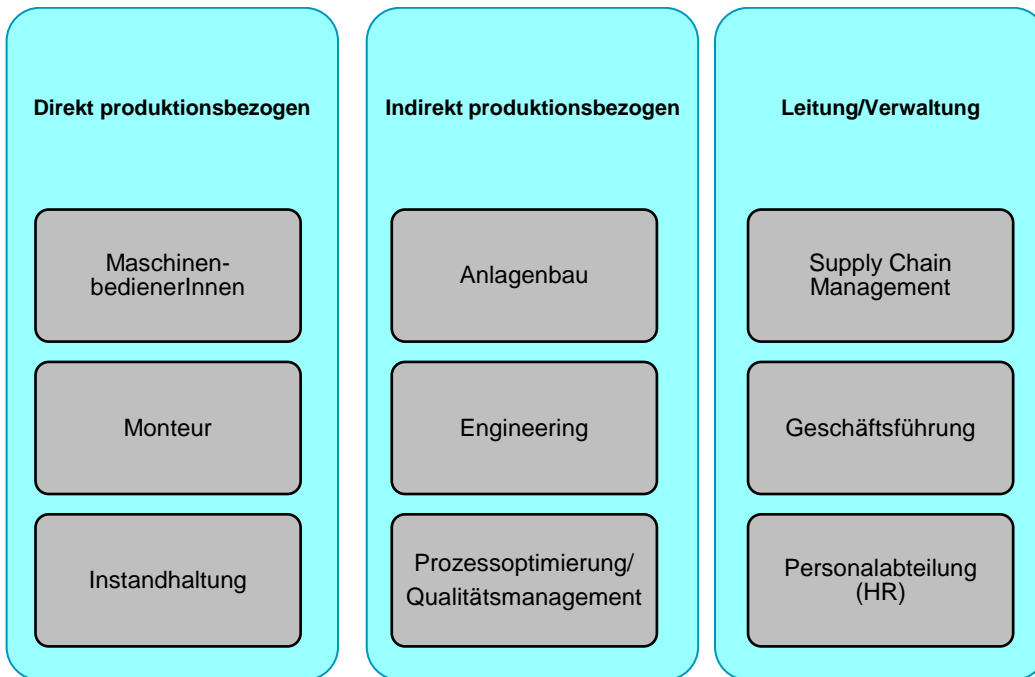


Abbildung 9. Rollen/Arbeitsprofile durch Industrie 4.0.

Quelle: FHSTP, IWI, Fraunhofer IAO (2017)

Als direkt produktionsbezogen können Menschen bzw. Berufsgruppen bezeichnet werden, die in der Produktion direkt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten. Solche sind beispielsweise MaschinenbedienerInnen, Monteure oder die Instandhaltung.

Menschen bzw. Berufsgruppen, die nicht direkt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten, sondern beispielsweise Lösungen dafür entwerfen oder gestalterisch auf den Produktionsprozess einwirken, werden als indirekt produktionsbezogen bezeichnet. Hierzu zählen unter anderem der Anlagenbau, das Engineering oder die Prozessoptimierung/das Qualitätsmanagement.

Verwaltende oder leitende Tätigkeiten im Unternehmen, die nur noch im weitesten Sinne Einfluss auf die Produktion ausüben, sind unter Leitung/Verwaltung angeführt. Dies sind beispielsweise das Supply Chain Management, die Geschäftsführung oder das HR.

Den betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews zufolge, ergeben sich durch den Fortschritt von Industrie 4.0 Veränderungen für alle der angeführten Arbeitsprofile/Rollen. Die Intensität der Betroffenheit der jeweiligen Rollen wurde aber auch hier unterschiedlich bewertet.

In den quantitativen Erhebungen gehen die betrieblichen ExpertInnen ebenfalls von Veränderungen für alle der angeführten Arbeitsprofile aus.

⁵¹ Vgl. Gutenberg, 1983, S. 11ff und Schindwein, 2016, S.9ff.

3.2.7 Notwendige Kompetenzen/Qualifikationen durch Industrie 4.0

Die betrieblichen Expertinnen wurden sowohl in den qualitativen als auch in den quantitativen Erhebungen gefragt, welche Kompetenzen (fachlich sowie überfachlich) sie in der Produktion der Zukunft bzw. durch Industrie 4.0 zukünftig als essentiell erachten.

Die Qualifikationen, die von den betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews am häufigsten genannt wurden, waren dabei IT/Informationstechnologie, Mechatronik und der Umgang mit digitalen Technologien.

In den quantitativen Befragungen wurde den Fachbereichen digitale Technologien, Kommunikations- und Netzwerktechnik/Mechatronik und Präzisionstechnik sowie IT Security/Datenanalytik eine starke Zunahme prognostiziert.

Abbildung 10 zeigt alle, von den ExpertInnen der qualitativen als auch der quantitativen Befragungen, identifizierten technischen Kompetenzen.

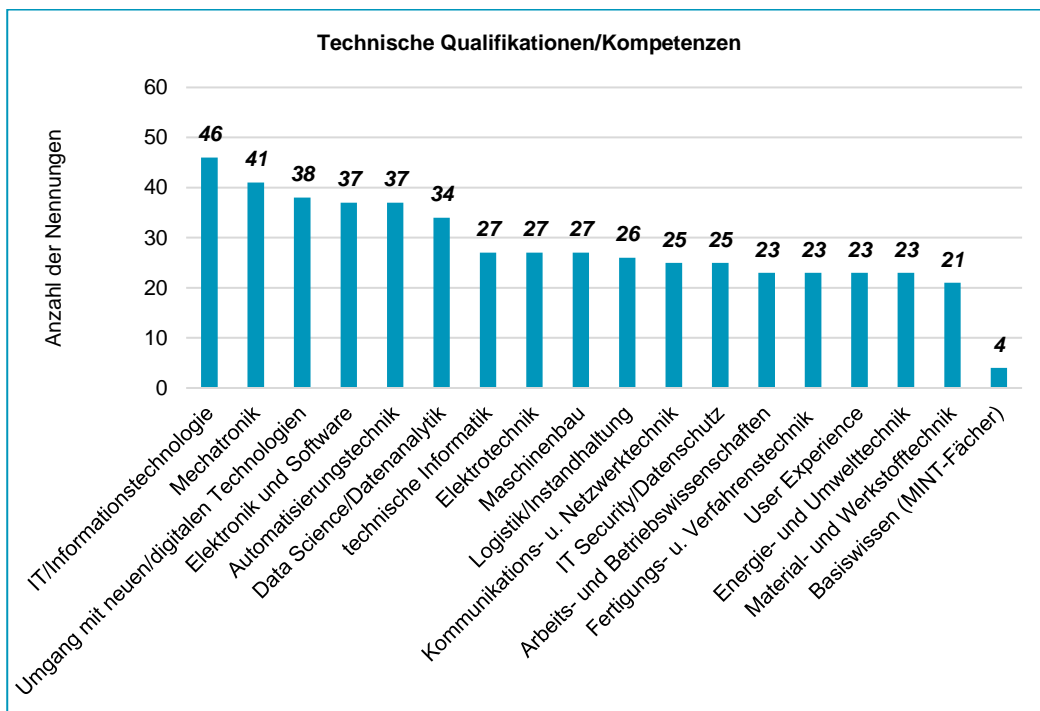


Abbildung 10. Identifizierte notwendige technische Kompetenzen laut den betrieblichen ExpertInnen.
 Quelle: quantitative Befragungen von sowie qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 63, Anzahl der Nennungen= 487 (Mehrfachantworten möglich)

Aus obiger Abbildung wird deutlich, dass Kenntnisse im IT-Bereich, der Mechatronik und der Umgang mit digitalen Technologien den betrieblichen ExpertInnen zufolge essentielle fachliche Kompetenzen darstellen. Die Abbildung veranschaulicht aber auch die zunehmende Rolle von Software/Elektronik, Automatisierungstechnik und der Datenanalytik.

Aus Sicht der betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen Interviews wurden bei den überfachlichen Qualifikationen am häufigsten Projekt- und Prozessmanagement, Interdisziplinarität und Kommunikation genannt.

In den quantitativen Erhebungen identifizierten die Befragten bei den Qualifikationen „Problemlösungsfähigkeit und Kreativität“, „strategisches/systematisches Denken“ sowie „IT-Kenntnisse“ die stärkste Zunahme.

Abbildung 11 veranschaulicht alle, von den ExpertInnen der qualitativen als auch der quantitativen Befragungen, identifizierten überfachlichen Kompetenzen:

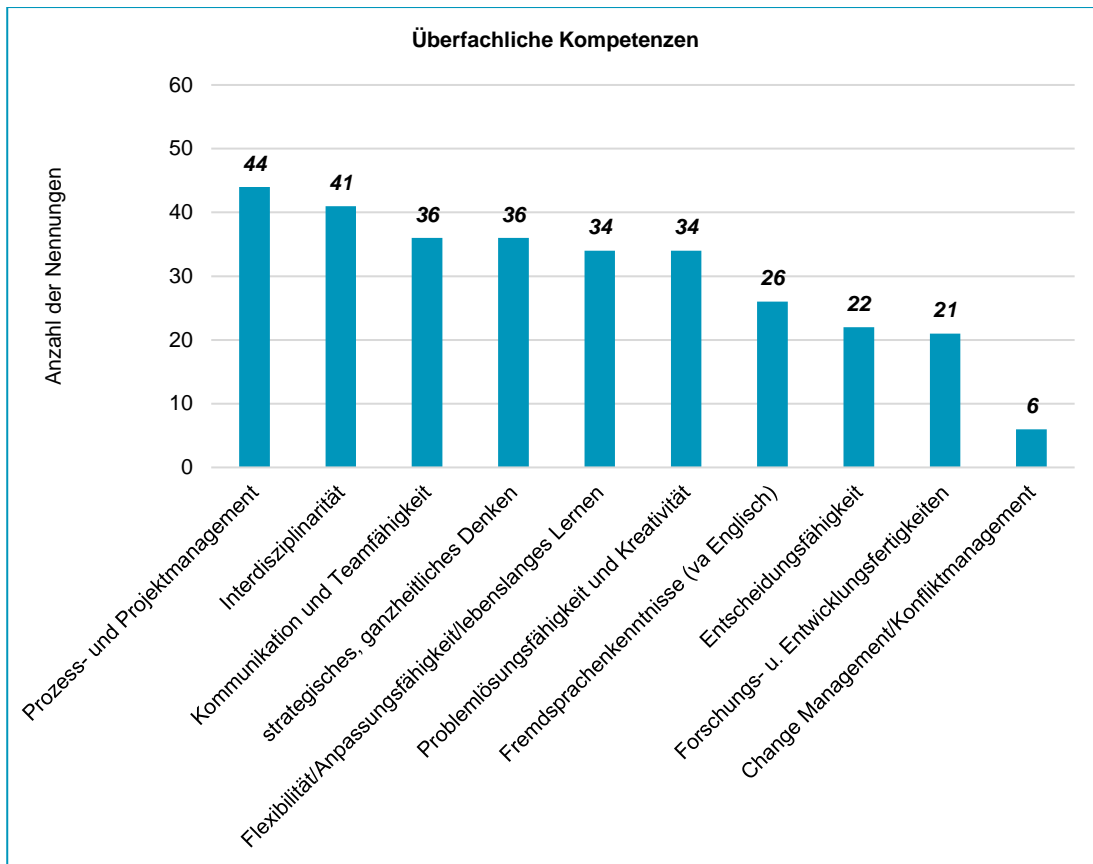


Abbildung 11. Identifizierte notwendige überfachliche Kompetenzen laut den betrieblichen ExpertInnen.

Quelle: quantitative Befragungen von sowie qualitative Interviews mit betrieblichen ExpertInnen, n= 63, Anzahl der Nennungen= 300 (Mehrfachantworten möglich)

Als essentielle überfachliche Kompetenzen sehen die betrieblichen ExpertInnen Kenntnisse im Projekt- und Prozessmanagement, Interdisziplinarität (wobei hier Kompetenzen über mehrere Fachbereiche hinweg gemeint sind) sowie Kommunikation und Teamfähigkeit. Es zeigt sich zudem, dass strategisches, ganzheitliches Denken und Anpassungsfähigkeit laut den betrieblichen ExpertInnen zukünftig zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Wurden in der Literaturanalyse in Kapitel 2.1.2 Medienkompetenz/Umgang mit digitalen Technologien, Interdisziplinarität, sowie IT-Kenntnisse genannt, können diese Kompetenzen nun auch empirisch bestätigt werden.

3.3 Zusammenfassung

Der Großteil der betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews versteht unter Industrie 4.0 die Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion sowie die Digitalisierung von Unternehmensabläufen oder -prozessen. Der Begriff Industrie 4.0 kann daher zusammengefasst werden als Digitalisierung bzw. Vernetzung der Wertschöpfungskette in einem Unternehmen. Die befragten betrieblichen ExpertInnen wiesen jedoch darauf hin, dass Industrie 4.0 von Unternehmen unterschiedlich interpretiert werde und daher im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens/einer Branche zu sehen sei.

Änderungen durch Industrie 4.0 ergaben sich, den betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews zufolge, im gesamten Unternehmen bzw. entlang der gesamten Wertschöpfungskette: Änderungen wurden in den befragten Unternehmen im Personalwesen/HR, im Vertrieb, in der Logistik, in der Produktion, auf der Ebene des Managements/der Geschäftsführung und im Bereich Forschung & Entwicklung (F&E) durchgeführt.

Die Intensität der Betroffenheit der angeführten Unternehmensbereiche wurde in den qualitativen Interviews von den betrieblichen ExpertInnen unterschiedlich wahrgenommen, da die Implementierung von Industrie 4.0 unterschiedlich gestaltet wurde.

In den quantitativen Erhebungen gaben 75 Prozent der Befragten an, von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen zu sein, lediglich 4 Prozent sahen sich überhaupt nicht davon betroffen.

Bei der Betroffenheit der Unternehmen von Änderungen durch Industrie 4.0 kann folglich von einer Abhängigkeit der Definition des Begriffs Industrie 4.0 des jeweiligen Unternehmens sowie der Ausgestaltung des Implementierungsprozesses im Unternehmen ausgegangen werden. Durchgeführte Änderungen in einem Unternehmen durch Industrie 4.0 sind daher im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens/einer Branche zu beurteilen.

Anhand der erhobenen Anwendungsfälle in den qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen lässt sich die Vielfältigkeit an Umsetzungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 erkennen. Dennoch wird auch hier die unterschiedliche Sichtweise bzw. Definition des Begriffs Industrie 4.0 deutlich.

Hinsichtlich der Beurteilung der Veränderungen produktionspezifischer Arbeitsprofile durch Industrie 4.0 prognostizieren die betrieblichen ExpertInnen beider Erhebungen Veränderungen sowohl für Menschen bzw. Berufsgruppen, die direkt oder indirekt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten, als auch für Tätigkeiten im Bereich der Verwaltung/Leitung.

Notwendige Kompetenzen in der Produktion der Zukunft bzw. durch Industrie 4.0 identifizieren die betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen wie auch in den quantitativen Erhebungen sowohl bei den fachlichen als auch bei den überfachlichen Kompetenzen: Kenntnisse im IT-Bereich, der Mechatronik und der Umgang mit digitalen Technologien sehen die betrieblichen ExpertInnen als zukünftig notwendige fachliche Kompetenzen. Bei den überfachlichen Kompetenzen sind den betrieblichen ExpertInnen zufolge Kenntnisse im Projekt- und Prozessmanagement, Interdisziplinarität (wobei hier Kompetenzen über mehrere Fachbereiche hinweg gemeint sind) sowie Kommunikation und Teamfähigkeit nötig. Die identifizierten Kompetenzen - Medienkompetenz/Umgang mit digitalen Technologien, Interdisziplinarität, sowie IT-Kenntnisse – können so durch die empirischen Erhebungen bestätigt werden.

4. Industrie 4.0 Potential nationaler Qualifikationsangebote

Für eine erfolgreiche Umsetzung und Integration von Industrie 4.0 relevanten Produkten und Prozessen am Wirtschaftsstandort Österreich braucht es entsprechend geschultes und qualifiziertes Personal. Neben der Fort- und Weiterbildung in den Unternehmen selbst (on the job training etc.), kommt den berufsbezogenen Aus- und Weiterbildungseinrichtungen in Österreich eine gewichtige Rolle hinsichtlich der Vermittlung der erforderlichen Industrie 4.0 Kompetenzen zu. In weiterer Folge übernehmen sie auch einen wichtigen Teil im aktiven Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.

4.1 Vorgehensweise

Ziel des vorliegenden Kapitels ist die Identifizierung der Industrie 4.0 relevanten berufsbezogenen Aus- und Weiterbildungsangebote an den österreichischen Bildungsinstitutionen, wobei sowohl der tertiäre als auch der sekundäre Bildungsbereich untersucht wurden. Im Zuge dessen wurden österreichweit folgende Bildungseinrichtungen berücksichtigt:

- Universitäten
- Fachhochschulen (FH)
- Höhere Technische Lehranstalten (HTL)
- Allgemeinbildende höhere Schulen (AHS)
- Handelsakademien (HAK)
- Berufsschulen (Lehre)
- Wirtschaftsförderungsinstitut (WIFI)
- Berufsförderungsinstitut (BFI)

Für die Feststellung Industrie 4.0 relevanter berufsbezogener Aus- und Weiterbildungsangebote wurde ein zweistufiges Verfahren angewendet. Mittels Excel Power Map wurden die Ergebnisse sodann auf Österreich-Karten graphisch dargestellt, wodurch Verteilungen (v.a. Agglomerationsflächen) Industrie 4.0 relevanter Aus- und Weiterbildungsangebote für die einzelnen Bildungseinrichtungen sichtbar werden. Zusätzlich wurden Industrie 4.0 relevante Universitäts- und Fachhochschulstudienangebote in Süddeutschland untersucht, welche ebenfalls in Österreich-Süddeutschland-Bildungslandkarten graphisch dargestellt werden.

4.1.1 Basis-Screening

Im Zuge eines ersten Basis-Screenings wurde mittels einer quantitativen Inhaltsanalyse das verfügbare Ausbildungsangebot der genannten Bildungseinrichtungen nach vordefinierten Kriterien durchsucht. Da für den Begriff „Industrie 4.0“ derzeit keine allgemein verbindliche Definition existiert, wurde auf eine eigene Schlagwortliste (siehe Tabelle 2) zurückgegriffen. Die Industrie 4.0-Schlagwortliste wurde im Rahmen eines internen Workshops vom Studienteam entwickelt. Grundlage für die Schlagwortliste bildeten sowohl einschlägige Fachliteratur als auch die durchgeführten betrieblichen ExpertInneninterviews. Das Forschungsteam hat so 13 Schlagworte/Hauptbegriffe identifiziert, die das inhaltliche Spektrum von Industrie 4.0 widerspiegeln. Wurde in der Analyse eines dieser Schlagwörter in einem Curriculum identifiziert, dann wurde das jeweilige Lehrprogramm als Industrie 4.0 relevant definiert.

Da jedes der Schlagwörter für sich genommen ein komplexes Themengebiet repräsentiert, wurden seitens des Forschungsteams zusätzlich Subbegriffe definiert, die eine spezifischere Eingrenzung ermöglichten. Sollte ein Hauptbegriff, wie beispielsweise „Maschinenbau“ in einem Curriculum nicht vorkommen, wurde in einem nächsten Schritt der entsprechende Subbegriff, in diesem Fall „Engineering“, als Schlagwort in der Suche verwendet. Um die spätere Nachvollziehbarkeit und eine Häufigkeitsauswertung zu ermöglichen, wurde zudem eine Codierung der Schlagwörter verwendet. Beim Beispiel „Maschinenbau“ bedeutet dies, dass unabhängig davon ob der Hauptbegriff („Maschinenbau“) oder der Subbegriff („Engineering“) im Curriculum gefunden wurde, der Code 5 vergeben wurde (siehe Anhang).

Tabelle 2 zeigt die gebildeten Schlagwörter mit den dazugehörigen Subbegriffen und Codes:

Code	Hauptbegriff	Subbegriff 1	Subbegriff 2	Subbegriff 3	Subbegriff 4
1	Industrie 4.0				
2	IT Informationstechnologie Informationstechnik	Mobile Technologien	Vernetzung, Integration	Internet of Things	Netzwerktechnik
3	Mechatronik				
4	Elektrotechnik				
5	Maschinenbau	Engineering	Systems Engineering		
6	(IT/Anlagen) Sicherheit	Security	Datensicherheit	Safety	
7	Datenanalyse	Data Science	Daten- visualisierung	Big Data	Datenbanken
8	Steuerungstechnik Regeltechnik	Regelungs- technik	Messtechnik	Sensorik	Simulation
9	Prozessmanagement	Projektmanage- ment	Prozess- optimierung	Prozess- modellierung	
10	Automatisierung	Smart Factory	Cyber Physical Systems (CPS)	Mensch- Maschine Interaktion	HMI
11	Logistik	Produktions- planung	Supply Chain Management		
12	Instandhaltung	Condition Monitoring	Predictive Maintenance	Wartung	
13	Digitale Technologien	Digitale Systeme	Digitaltechnik		

Tabelle 2. Schlagwortliste Definition Industrie 4.0.

Quelle: IWI, FHSTP, Fraunhofer IAO (2017)

Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass die Schlagwortliste samt den dazugehörigen Subbegriffen nicht den Anspruch hegen kann, sämtliche Industrie 4.0 relevante Bildungsangebote in Österreich zu identifizieren. Die vorliegende Schlagwort-Abgrenzung fokussiert sich auf fachliche Kompetenzen mit unmittelbarem Industrie 4.0 Bezug. Überfachliche Kompetenzen (z.B. analytisches Denken, Sozialkompetenz oder auch Fremdsprachenkenntnisse) wurden in der Abgrenzung nicht oder nur bedingt (bzw. indirekt als Teil des Aus- und Weiterbildungslehrganges) berücksichtigt. Da darüber hinaus für Industrie 4.0 keine klare Begriffsabgrenzung vorliegt, können berufsbezogene Aus- und Weiterbildungslehrgänge Industrie 4.0 relevant sein, auch wenn keine der angegebenen Schlagwörter im Curriculum zu finden waren.

4.1.2 Detail-Screening

Ziel des Detail-Screenings war es, die im vorangegangenen Basis-Screening identifizierten Industrie 4.0-relevanten Aus- und Weiterbildungsangebote in Österreich nach deren Relevanz zu gewichten, wobei zwei Kategorien gebildet wurden:

- hohe Industrie 4.0 Relevanz
- mittel bis niedrige Industrie 4.0 Relevanz

Studiengänge/-programme, Ausbildungsschwerpunkte bzw. Fachrichtungen, Kurse oder Ausbildungslehrgänge, in deren Lehrinhalten mehr als 3 Schlagwörter identifiziert werden konnten, wurden der Kategorie „hohe Industrie 4.0 Relevanz“ zugewiesen. Jene Angebote, die bis zu 3 Schlagwörter aufwiesen, wurden hingegen der Kategorie „mittel bis niedrige Industrie 4.0 Relevanz“ zugeordnet. Die Grenze von 3 Schlagwörtern wurde auf Basis einer vom Studienteam durchgeführten Plausibilitätsüberprüfung gezogen. Bei dieser Plausibilitätsprüfung wurde für jede Bildungseinrichtung stichprobenweise verifiziert, dass die vorgenommene Grenze zu einer logisch nachvollziehbaren Kategorisierung führt. Seitens des Studienteams wurden in wenigen Ausnahmen einzelne Industrie 4.0 relevante Aus- und Weiterbildungsangebote manuell zugeteilt. Im Zuge dessen wurden beispielweis einige Aus- und Weiterbildungsangebote, die laut obiger Systematik als „mittel bis niedrig relevant“ einzustufen wären, vom Forschungsteam als „hoch relevant“ bewertet.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass für die Handelsakademien (HAK) und allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) kein Detail-Screening vorgenommen wurde und in weiterer Folge auch keine Bildungslandkarten erstellt wurden, da sie im Gegensatz z.B. zu höheren technischen Lehranstalten (HTL) keine technische Ausbildung zum Ziel haben und somit auch nicht mit derselben Gewichtung bewertet werden können. Diese beiden Ausbildungsformen werden daher kurz als Exkurs gesondert in Hinblick darauf thematisiert, welche Industrie 4.0 relevanten Elemente in der Ausbildung enthalten sind.

4.2 Ergebnisse der Analyse der Bildungsangebote

4.2.1 Universitäten

In der ersten Analysephase (Basis-Screening) wurden im Zuge einer österreichweiten Online-Recherche die öffentlichen und privaten Universitäten auf Industrie 4.0 relevante Bildungsangebote untersucht. Dabei wurden die Curricula der unterschiedlichen Studiengänge (Bachelor, Master und Doktorat) nach den Industrie 4.0 relevanten Schlagwörtern durchleuchtet. Als primäre Quelle für das Basis-Screening diente das Verzeichnis der öffentlichen Universitäten, Privatuniversitäten und Fachhochschulen des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW).⁵²

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der verwendeten Quellen:

Bildungseinrichtung	Bundesland	Quelle
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt	Kärnten	http://www.uni-klu.ac.at/
Donau-Universität Krems	Niederösterreich	http://www.donau-uni.ac.at/
Johannes-Kepler-Universität Linz	Oberösterreich	https://www.jku.at
Paris-Lodron-Universität Salzburg	Salzburg	http://www.uni-salzburg.at
Technische Universität Graz	Steiermark	https://www.tugraz.at
Montanuniversität Leoben	Steiermark	https://www.unileoben.ac.at
Universität Innsbruck	Tirol	https://www.uibk.ac.at
Universität Wien	Wien	http://www.univie.ac.at
Technische Universität Wien	Wien	http://www.tuwien.ac.at
Wirtschaftsuniversität Wien	Wien	https://www.wu.ac.at

Tabelle 3. Quellenverzeichnis der Analyse der Universitäten.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Im Zuge des Basis-Screenings wurde zunächst das verfügbare Studienangebot einer jeden Universität identifiziert: Für jedes Studienprogramm wurde daher das betreffende Curriculum recherchiert und in einem eigenständigen Dokument gespeichert. Dieses Dokument wurde anschließend nach den 13 Hauptbegriffen samt den Subbegriffen durchsucht. Wenn zumindest ein Schlagwort (Haupt- oder Subbegriff) im Curriculum identifiziert werden konnte, so wurde das Studienprogramm in die Industrie 4.0 Datenbank aufgenommen. Diese Methode fand in allen Bachelor-, Master- und Dokto-

⁵² <http://wissenschaft.bmwfw.gv.at/bmwfw/studium/studieren-in-oesterreich/unis-privatunis-fhs-uebersicht/>, 18.08.2016

ratsstudien ihre Anwendung. Österreichweit bieten von insgesamt 34 Universitäten (22 öffentlich und 12 privat) 10 Universitäten Industrie 4.0 relevante Studienprogramme an (29%).

Abbildung 12 veranschaulicht die Häufigkeit der Schlagwörter in Studienprogrammen der Universitäten:

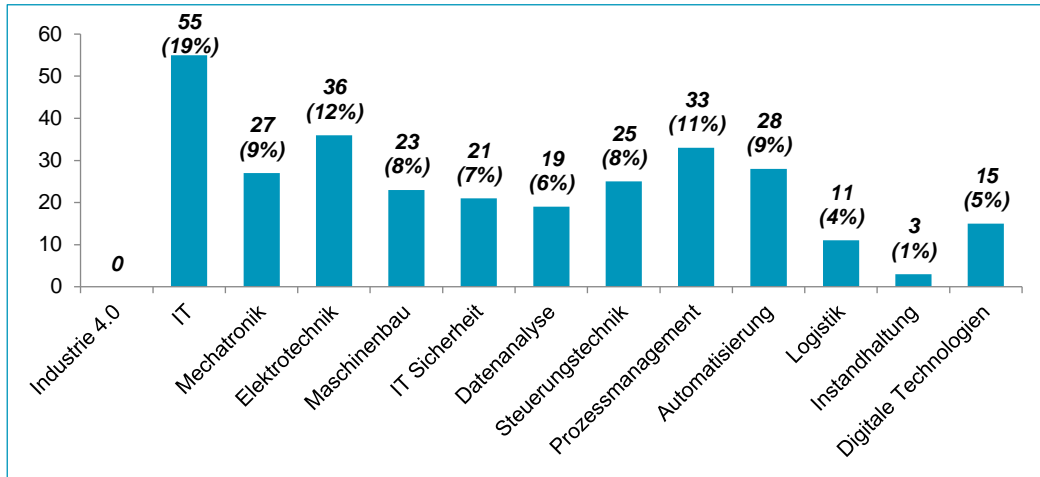


Abbildung 12. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Universitätsstudiengängen. Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Hinsichtlich der Häufigkeit der vorgekommenen Schlagwörter in den einzelnen Curricula ist auffallend, dass kein einziges Studienprogramm das Schlagwort „Industrie 4.0“ beinhaltet. Das Schlagwort „IT/Informationstechnologie/Informationstechnik“ kommt mit 55 Treffern (19% der gesamten Trefferanzahl für sämtliche Schlagwörter) am häufigsten in den universitären Studienplänen vor. Mit Abstand folgen die Begriffe „Elektrotechnik“ (36 Treffer) sowie „Prozessmanagement“ (33 Treffer). Österreichweit sind 79 Studienprogramme an 10 Universitätsstandorten Industrie 4.0 relevant. Davon sind 68% (54) der Studienangebote „hoch relevant“, also weisen mehr als 3 Schlagwörter in ihren Curricula auf. 32% (25) der Programme haben demnach eine „mittel bis niedrige“ Relevanz – sie weisen bis zu 3 Schlagwörter in ihren Studienplänen auf. Von den Industrie 4.0 relevanten Studienprogrammen entfallen 42% (33) auf ein Bachelorstudium, 41% (32) auf ein Masterstudium sowie 18% (14) auf ein Doktorat.

Die Technische Universität Wien mit 21 (9 Bachelor, 8 Master, 4 Doktorat) und die Technische Universität Graz mit 17 (7 Bachelor, 6 Master, 4 Doktorat) Industrie 4.0 relevanten Studienangeboten bilden auf universitärer Ebene die zwei „Industrie 4.0 Zentren“. Das Mittelfeld wird angeführt von der Johannes-Kepler-Universität Linz mit 10, gefolgt von der Montanuniversität Leoben und der Alpen-Adria-Universität Klagenfurt mit jeweils 7 Industrie 4.0 relevanten Studienprogrammen (siehe Abbildung 13).

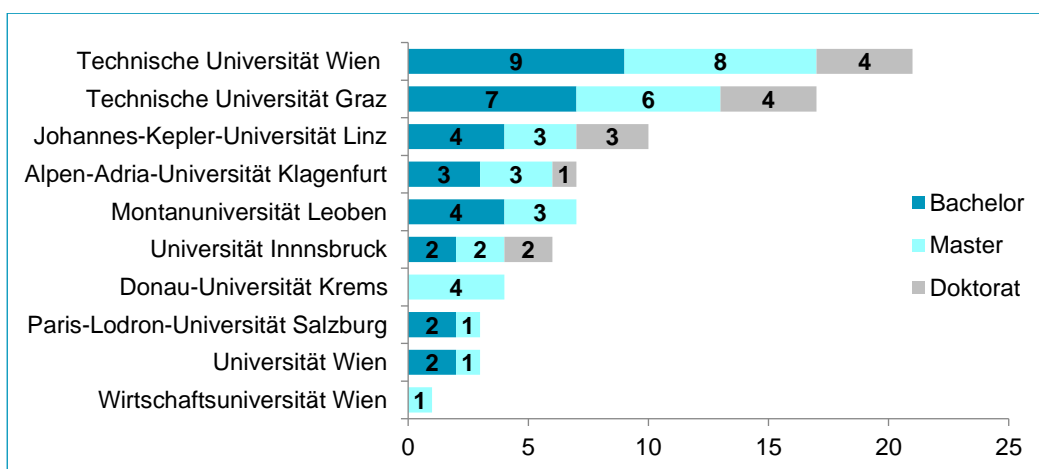


Abbildung 13. Verteilung Industrie 4.0 relevanter Universitätsstudienprogramme in Österreich (absolute Häufigkeit). Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Die Studienprogramme „Wirtschaftsingenieurwesen“ und „Maschinenbau“ der Technischen Universität Wien (Master) und der Technischen Universität Graz (Bachelor) weisen in ihren Curricula mit jeweils 9 Industrie 4.0 relevanten Schlagwörtern den höchsten Industrie 4.0 Bezug nach identifizierten Schlagwörtern auf. Mit geringem Abstand (8 identifizierte Schlagwörter) folgt das Bachelor- und Masterstudienprogramm „Mechatronik“ der Universität Innsbruck. Das breite Mittelfeld mit im Schnitt 6 identifizierten Schlagwörtern bilden u.a. Studienangebote wie „Elektrotechnik“ und „Technische Informatik“.

Die graphische Verteilung der 79 identifizierten Studienangebote samt Berücksichtigung des Detail-Screenings (Unterscheidung der Studienprogramme nach hoch bzw. mittel bis niedrig relevant) wird in der Industrie 4.0 Bildungslandkarte der Universitäten verdeutlicht:

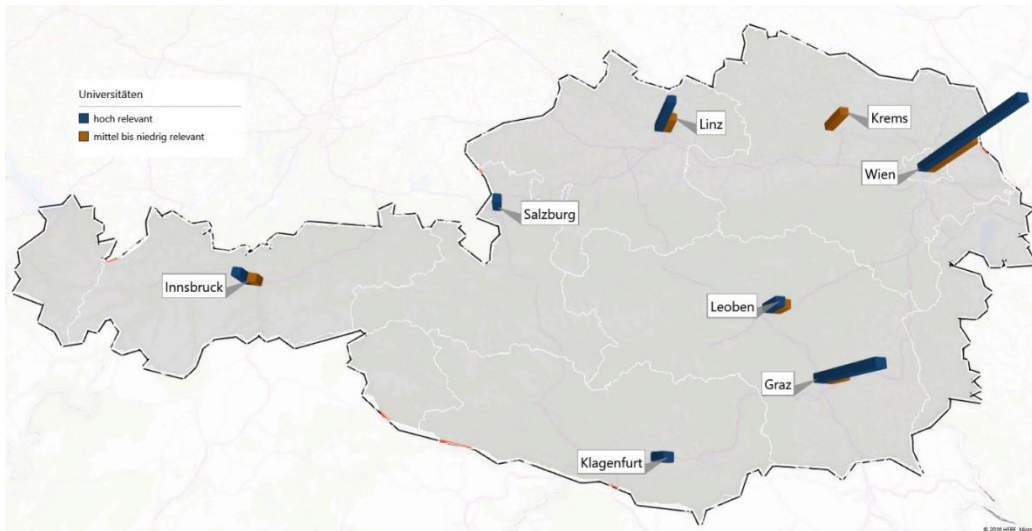


Abbildung 14. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Universitäten.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Wie aus der Bildungslandkarte hervorgeht, sind Wien und Graz mit ihren Technischen Universitäten (TU) die zentralen universitären (ohne Fachhochschulen) Industrie-4.0-Ausbildungsstätten der Alpenrepublik. Österreichweit sind rund 26% aller Industrie 4.0 relevanten Studienprogramme an der TU Wien bzw. rund 22% an der TU Graz beheimatet. Von den „hoch relevanten“ Industrie 4.0 Studienangeboten sind sogar rund 24% (13) der TU Wien und der TU Graz zuzurechnen.

Im Bundesländervergleich zeigt sich, dass Wien mit seinen drei Industrie 4.0 relevanten Universitätsstandorten (TU Wien, Universität Wien und Wirtschaftsuniversität Wien) das Bundesland mit den meisten Industrie 4.0 relevanten Studienangeboten ist – knapp ein Drittel aller österreichweiten „Industrie 4.0 Studienprogramme“ werden in Wien angeboten, davon sind 68% hoch relevant. Knapp dahinter liegt Steiermark mit 30% aller Industrie 4.0 relevanten Studienprogrammen in Österreich, wobei 71% als hoch relevant eingestuft werden können. Weitere Industrie 4.0 relevante Studienangebote sind in Oberösterreich, Salzburg, Tirol, Kärnten und Niederösterreich zu finden, wobei in letzterem ausschließlich „mittel bis niedrig relevante“ Industrie 4.0 Studienprogramme (Donau-Universität Krenns) beheimatet sind. Burgenland und Vorarlberg verfügen über keine Industrie 4.0 relevante Universitätseinrichtung.

4.2.1.1 Exkurs: Universitäten Süddeutschland

In Ergänzung zur österreichischen Bildungslandschaft wurden auch für die benachbarten Regionen in Süddeutschland die Industrie 4.0 relevanten Angebote der Universitäten und der (Fach-) Hochschulen zusammengetragen. Dazu wurden die Curricula von in Summe 41 Einrichtungen im südlichen Bayern und Baden-Württemberg ausgewertet (11 Universitäten, 23 Hochschulen und 7 Duale Hochschulen bzw. Akademien):

Allein bei den 11 Universitätsstandorten sind 133 Studienangebote Industrie 4.0 relevant. Hier lassen sich die Schwerpunkte in Stuttgart, Karlsruhe und München feststellen. Sowohl bei der Summe der angebotenen Studiengänge/-programme als auch bei der Industrie 4.0-Relevanz liegt hier die Universität Stuttgart mit 31 relevanten Studienangeboten vor der TU München (23) und dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT; 14). Die Studienrichtung „Technische Kybernetik“ der Universität Stuttgart (Master) weist in ihrem Curriculum mit 10 identifizierten Schlagwörtern den höchsten Industrie 4.0 Bezug aller ausgewerteten Universitäten auf. Mit 9 Schlagwörtern folgen das Studienprogramm „Information Technology“ der Universität Stuttgart sowie mit 8 Schlagwörtern „Maschinenwesen“ und „Mechatronik und Informationstechnik“ der Technischen Universität München.

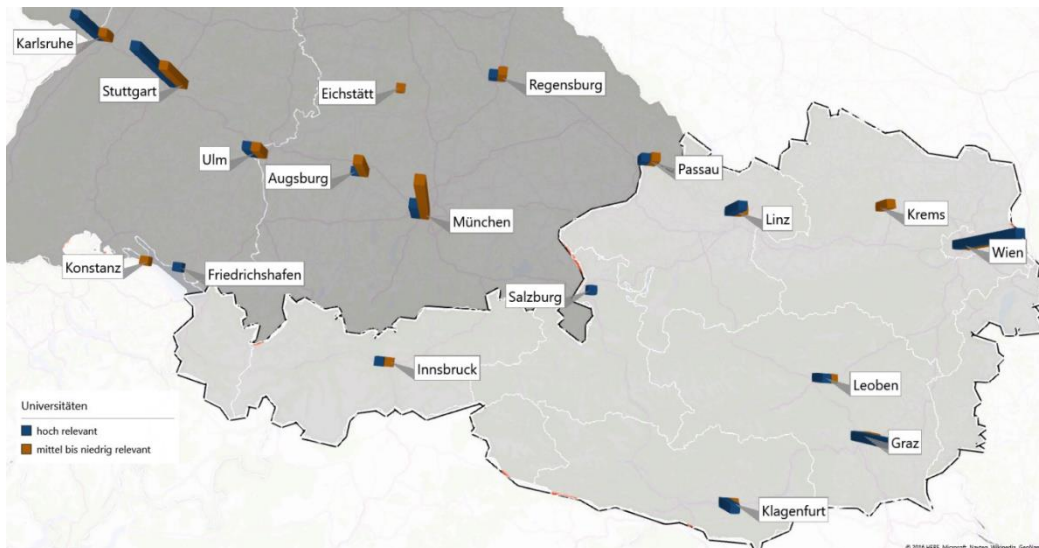


Abbildung 15. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Universitäten Österreich und Süddeutschland.

Quelle: IWI, FHSTP, Fraunhofer IAO (2017)

4.2.2 Fachhochschulen

Als primäre Quelle für das Basis-Screening der Fachhochschulen wurde ebenfalls das Verzeichnis der öffentlichen Universitäten, Privatuniversitäten und Fachhochschulen des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFV) verwendet.⁵³ Bezugnehmend auf den Bereich der Fachhochschulen ergibt sich das in Tabelle 4 dargestellte Quellenverzeichnis. Zu beachten ist beim Blick auf die obige Tabelle, dass hier ausschließlich jene Fachhochschulen angeführt werden, die zumindest eines der Industrie 4.0 Schlagworte in den Curricula der Studiengänge enthalten. Österreichweit erfüllen 15 von 21 Fachhochschulen dieses Kriterium. Demnach bieten absolut wie relativ deutlich mehr Fachhochschulen (71%) Industrie 4.0 relevante Studiengänge an als Universitäten (29% bzw. 10 von 34 Universitäten).

Des Weiteren wurden im Basis-Screening innerhalb der 15 Fachhochschulen 121 Studiengänge identifiziert, die mindestens ein Schlagwort im Curriculum beinhalten. Im Vergleich zu den Universitäten konnte das Schlagwort „Industrie 4.0“ insgesamt dreimal in einem FH-Curriculum identifiziert werden (siehe Tabelle 4). Konkret handelt es sich hierbei um folgende Studiengänge: „Internationales Wirtschaftsingenieurwesen“ (Bachelor und Master) an der FH Technikum Wien sowie „Industrial Engineering & Management“ (Master) an der FH Kärnten.

Mit 93 Treffern (18% der gesamten Trefferanzahl für sämtliche Schlagwörter) kommt das Schlagwort „IT/Informationstechnologie/Informationstechnik“ – analog zu den Universitäten – am häufigsten in den Lehrplänen vor. Mit einem geringen Abstand folgen die Schlagwörter „Prozessmanagement“ mit (78 Treffer) und „Steuerungstechnik/Regeltechnik“ (60 Treffer). Die Suchbegriffe „Mechatronik“, „Logistik“ und „Instandhaltung“ kommen vergleichsweise selten in den Curricula der FH-Studiengänge vor.

⁵³ <http://wissenschaft.bmwf.wg.at/bmwf/studium/studieren-in-oesterreich/unis-privatunis-fhs-uebersicht/>, 18.08.2016

Bildungseinrichtung	Bundesland	Quelle
FH Burgenland GmbH	Burgenland	http://www.fh-burgenland.at
FH Kärnten	Kärnten	http://www.fh-kaernten.at
FH Wiener Neustadt	Niederösterreich	http://www.fhwn.ac.at
FH St. Pölten GmbH	Niederösterreich	https://www.fhstp.ac.at
Fern FH Ferdinand Porsche	Niederösterreich	http://www.fernfh.ac.at
FH Oberösterreich	Oberösterreich	https://www.fh-ooe.at
FH Salzburg GmbH	Salzburg	http://www.fh-salzburg.ac.at
FH Joanneum GmbH	Steiermark	https://fh-joanneum.at
Campus 02 FH der Wirtschaft GmbH	Steiermark	https://www.campus02.at
FH Kufstein Tirol Bildungs GmbH	Tirol	https://www.fh-kufstein.ac.at
MCI Management Center Innsbruck	Tirol	https://www.mci.edu
FH Vorarlberg GmbH	Vorarlberg	http://www.fhv.at
FH des BFI Wien GmbH	Wien	https://www.fh-vie.ac.at
FH Technikum Wien	Wien	https://www.technikum-wien.at
FH Campus Wien	Wien	https://www.fh-campuswien.ac.at

Tabelle 4. Quellenverzeichnis – Fachhochschulen.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Industrie 4.0 relevante Fachhochschulstudiengänge finden sich sowohl im Bachelor- als auch im Masterprogramm zu fast identem Anteil. Von den 121 identifizierten Industrie 4.0 relevanten Fachhochschulstudiengänge sind 51% (62) der Bachelorstudienrichtung zuzurechnen und 49% (59) dem Masterprogramm. 76% (92) der Studienrichtungen sind als „hoch relevant“ einzustufen, demnach haben 24% (29) eine „mittel bis niedrige“ Industrie 4.0 Relevanz. Abbildung 16 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Schlagwörter im Detail.

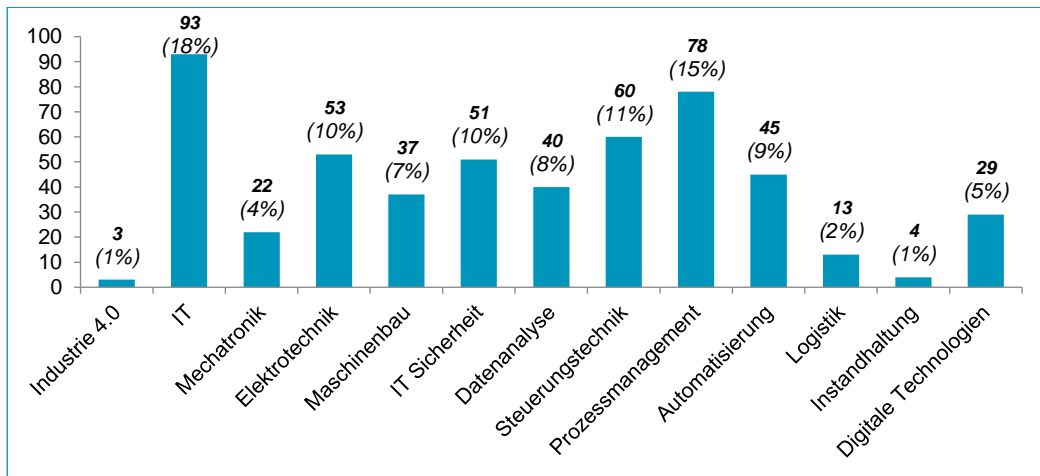


Abbildung 16. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Fachhochschulstudiengängen.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Abbildung 17 gibt einen Überblick über die Verteilung Industrie 4.0 relevanter Fachhochschulstudiengänge in Österreich.

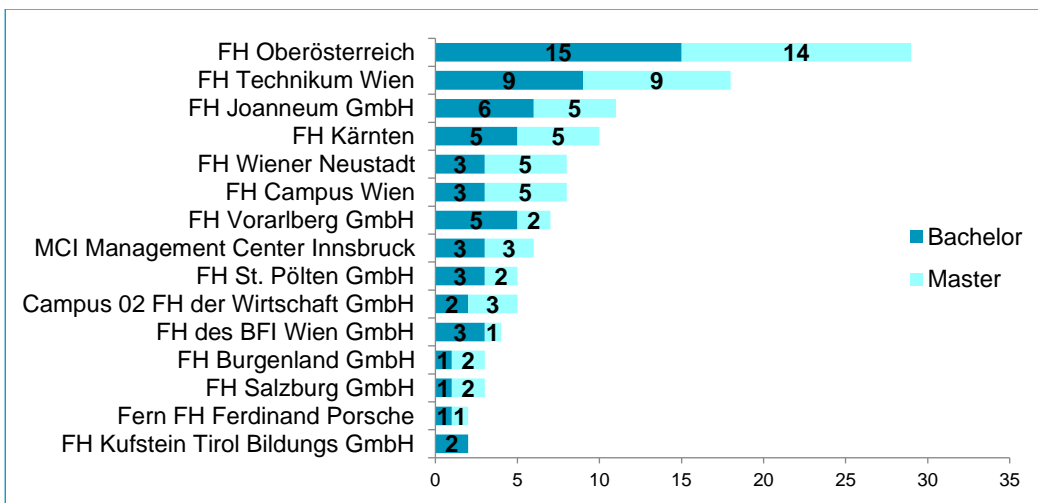


Abbildung 17. Verteilung Industrie 4.0 relevanter Fachhochschulstudiengänge in Österreich.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Die FH Oberösterreich bietet mit insgesamt 29 Studiengängen (15 Bachelor- bzw. 14 Masterstudienrichtungen) österreichweit das umfangreichste Studienangebot an. Thematisch reichen diese beispielsweise von „Automatisierungstechnik“, „Entwicklungsingenieur – Maschinenbau“ über „Mechatronik/Wirtschaft“ bis hin zu „Mobile Computing“ und „Software Engineering“. Mit 18 relevanten Studiengängen (9 Bachelor- bzw. 9 Masterstudienrichtungen) zählt die FH Technikum Wien in Sachen Industrie 4.0 ebenfalls zu den Zentren Österreichs. Daneben verfügen die FH Joanneum und FH Kärnten mit 11 bzw. 10 Studiengängen über ein umfangreiches Industrie 4.0 Bildungsangebot auf dem Fachhochschulsegment.

Der Studiengang „Internationales Wirtschaftsingenieurwesen“ der FH Technikum Wien konnte im Bachelor- und Masterstudiengang mit 8 identifizierten Schlagwörtern die höchste Anzahl an Treffern erzielen. Der Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen“ mit 7 identifizierten Schlagwörtern kommt dem Industrie 4.0 relevanten Bildungsinhalten sehr nahe. „Wirtschaftsingenieurwesen“ wird an der FH Wiener Neustadt, der FH Kärnten, der FH Kufstein sowie am Management Center in Innsbruck angeboten. Daneben spielt auch der Studiengang „Mechatronik“ eine zentrale Rolle. Er umfasst im Schnitt 6 bis 7 identifizierte Schlagwörter und wird u.a. an der FH Wiener Neustadt, der FH Vorarlberg, dem Management Center Innsbruck, der FH Oberösterreich und am Technikum Wien angeboten.

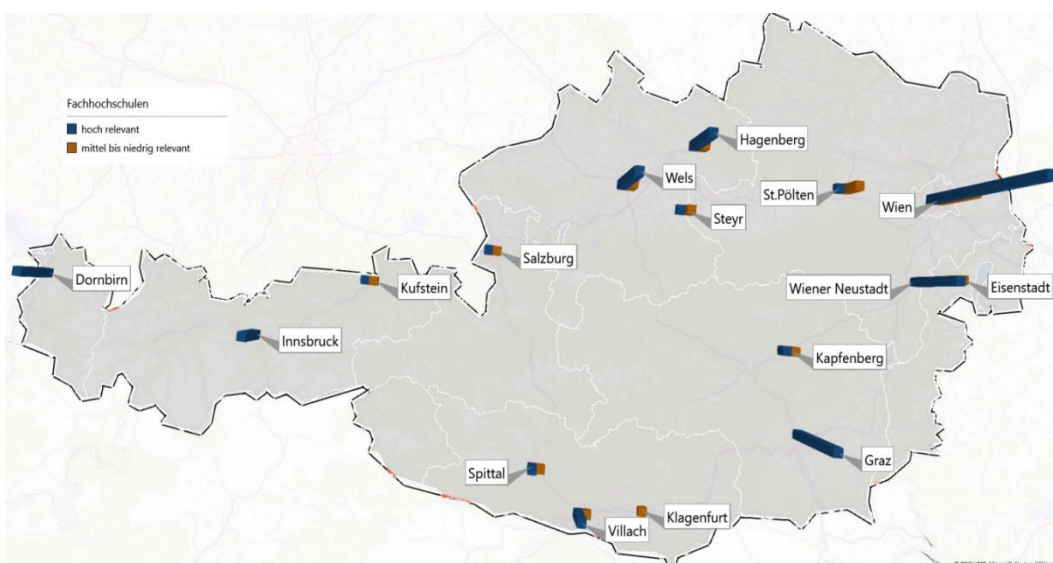


Abbildung 18. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Fachhochschulen.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

In der visualisierten Darstellung zeigt sich, dass mit Ausnahme von Bregenz und Linz alle Landeshauptstädte über Industrie 4.0 relevante FH-Studiengänge verfügen. Im Bundesländervergleich bietet die FH Oberösterreich mit ihren Fachhochschulstandorten in Steyr, Hagenberg und Wels die meisten Industrie 4.0 relevanten FH-Studiengänge (insgesamt 29) an. Rund 24% der österreichweit identifizierten Industrie 4.0 relevanten FH-Studiengänge sind in Oberösterreich beheimatet. Von den „hoch relevanten“ FH Studiengängen entfallen auf die FH Oberösterreich sogar 27%. In der Bundeshauptstadt bietet die FH Technikum Wien 18 Industrie 4.0 relevante FH-Studiengänge an. Das sind 15% aller Industrie 4.0 relevanten FH-Studiengänge in Österreich. Von den „hoch relevanten“ FH Studiengängen in Österreich entfallen auf die FH Technikum Wien 17%. Unweit von Wien entfernt bieten die Fachhochschulen in Wiener Neustadt, Eisenstadt und St. Pölten weitere Studiengänge mit Industrie 4.0 Bezug an. Die FH St. Pölten bietet bspw. den dualen Bachelorstudiengang „Smart Engineering of Production - Technologies and Processes“ mit hoher Industrie 4.0 Relevanz an. Auf diese in der Nordostregion beheimateten Fachhochschulen entfallen 13% der in ganz Österreich eruierten Industrie 4.0 relevanten FH-Studiengänge. Steiermark, Tirol und Vorarlberg bilden durch die Fachhochschulen in Graz, Innsbruck und Dornbirn weitere wichtige Fachhochschulzentren in Bezug auf Industrie 4.0. In Salzburg sind hingegen relativ wenige Industrie 4.0 relevante FH-Studiengänge beheimatet (2,5%).

4.2.2.1 Exkurs Fachhochschulen Süddeutschland

An insgesamt 30 ausgewerteten Standorten von Hochschulen, Dualen Hochschulen und Akademien in Süddeutschland konnten insgesamt 461 Industrie 4.0 relevante Studiengänge identifiziert werden:

Bei der Summe der angebotenen Studiengänge liegt die Hochschule München mit 54 relevanten Studiengängen vor den Hochschulen in Aalen und Offenburg (je 33) und Furtwangen (28). Die Studienrichtung „Informatik“ der Hochschule Aalen (Master) weist in ihrem Curriculum mit 9 identifizierten Schlagwörtern den höchsten Industrie 4.0 Bezug auf. Mit 8 Schlagwörtern folgen dahinter die Studiengänge „Mechatronik/Feinwerktechnik“ der Hochschule München (Master), „Elektrotechnik“ der Hochschule Augsburg (Bachelor, auch dual) und Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor) der Hochschule Augsburg.

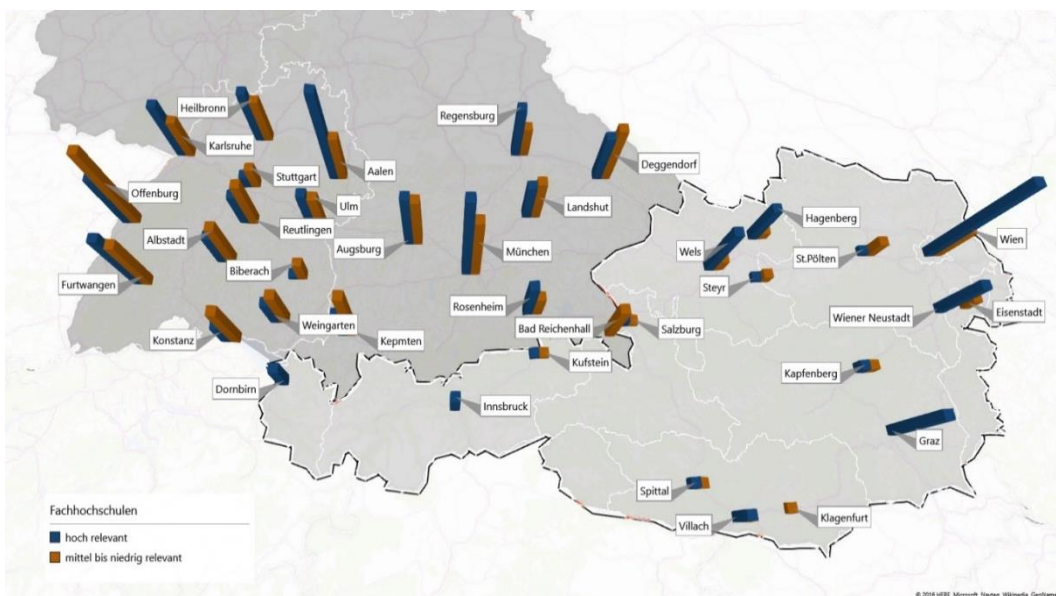


Abbildung 19. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Fachhochschulen Österreich u. Süddeutschland.

Quelle: IWI, FHSTP, Fraunhofer IAO (2017)

4.2.3 Höhere Technische Lehranstalten (HTL)

Die Schlagwortsuche wurde für die Ausbildungsform der HTL (wie auch für die AHS und HAK) lehrplanbasiert durchgeführt. Lehrpläne und andere Informationen wurden im Portal der höheren technischen Lehranstalten⁵⁴, im Verzeichnis der Schulen und Bildungseinrichtungen des Bundesministeriums für Bildung⁵⁵, der Website des Bundesministeriums für Bildung⁵⁶ oder direkt in den Websites der Lehranstalten abgerufen. Basis der Recherche bildete für alle Ausbildungsschwerpunkte bzw. Fachrichtungen die aktuelle Version der Verordnung der Lehrpläne.

Österreich verfügt laut dem Bundesministerium für Bildung insgesamt über 75 HTL-Standorte mit Maturaabschluss (5-jährige Schulen). Im Zuge der Online-Recherche haben sich dabei 63 HTL-Standorte als Industrie 4.0 relevant erwiesen, also weisen in ihren angebotenen Lehrplänen mindestens ein Schlagwort auf.

Das Bildungsangebot dieser 63 HTL-Standorte besteht aus insgesamt 19 unterschiedlichen HTL-Fachrichtungen (beispielsweise Informatik, Bautechnik, Mechatronik, Elektrotechnik etc.). Dabei ist zu beachten, dass ein HTL-Standort über mehrere Fachrichtungen verfügen kann. Die Untersuchung der 19 HTL-Fachrichtungen auf Grundlage der Schlagwortliste hat ergeben, dass 17 HTL-Fachrichtungen, sie enthalten mindestens ein Schlagwort im Lehrplan, Industrie 4.0 relevant sind. Dies veranschaulicht folgendes Beispiel: Das Bildungsangebot der HTL St. Pölten umfasst die HTL-Fachrichtungen „Elektrotechnik und Technische Informatik“, „Elektrotechnik“, „Informatik“, „Maschinenbau“ und „Wirtschaftsingenieurwesen“. Davon sind alle 5 Fachrichtungen Industrie 4.0 relevant. Dieser Methodik folgend sind österreichweit in Summe 182 HTL-Fachrichtungen Industrie 4.0 relevant. „Betriebsmanagement“ sowie „Grafik- und Kommunikationsdesign“ sind jene HTL-Fachrichtungen, die laut verwendeter Industrie 4.0 Definition nicht relevant sind.

Abbildung 20 zeigt die Verteilung der Häufigkeiten der Schlagwörter in den HTL-Lehrplänen.

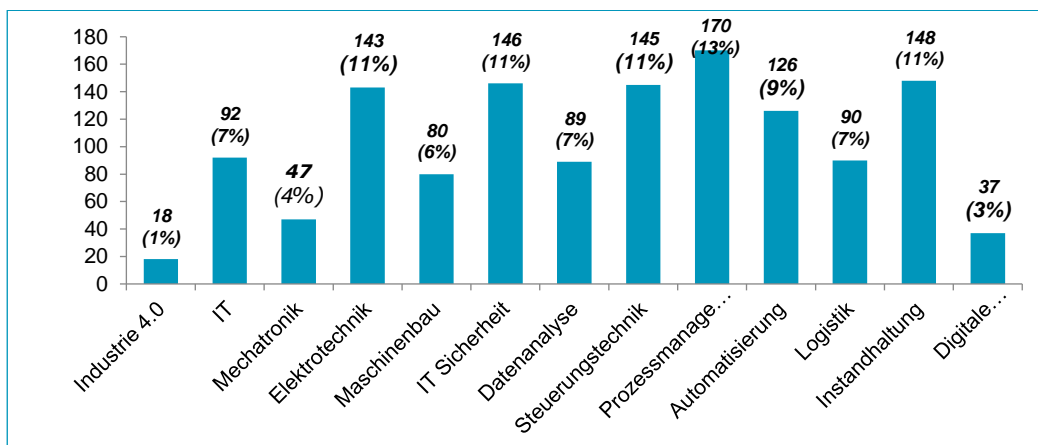


Abbildung 20. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei HTL-Lehrplänen.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

In Bezug auf die Häufigkeit der Schlagwörter bei den HTL-Lehrplänen ergibt sich folgendes Bild: Im Zuge der Online-Recherche konnte der Suchbegriff „Industrie 4.0“ 18-mal (1% sämtlicher Treffer in der Schlagwortsuche) identifiziert werden. „Prozessmanagement“ (170 Treffer) ist jenes Schlagwort, welches mit Abstand am häufigsten in den recherchierten Lehrplänen vorkommt. Mit jeweils 11% sind die Begriffe „Elektrotechnik“, „(IT/Anlagen) Sicherheit“ und „Steuerungstechnik/Regeltechnik“ annähernd gleich oft vertreten. In diesem Zusammenhang sticht die HTL Waidhofen/Ybbs mit ihrer Fachrichtung „Elektrotechnik“ heraus, in der insgesamt 12 von 13 möglichen Schlagwörtern im Lehrplan identifiziert wurden. 11 identifizierte Schlagwörter finden sich in den Lehrplänen der Abteilungen „Elektrotechnik“ und „Mechatronik“ wieder.

⁵⁴ www.htl.at, aufgerufen am 17.08.2016.

⁵⁵ <http://www.schulen-online.at>, aufgerufen am 17.08.2016.

⁵⁶ https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html, aufgerufen am 17.08.2016.

Von den insgesamt 182 Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen fallen 82% (150) in die Kategorie „hoch relevant“, also weisen mehr als 3 Schlagwörter in ihren Lehrplänen auf. Demgegenüber können 18% (32) der identifizierten Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen als „mittel bis niedrig relevant“ eingestuft werden.

Abbildung 21 visualisiert die Verteilung der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen.

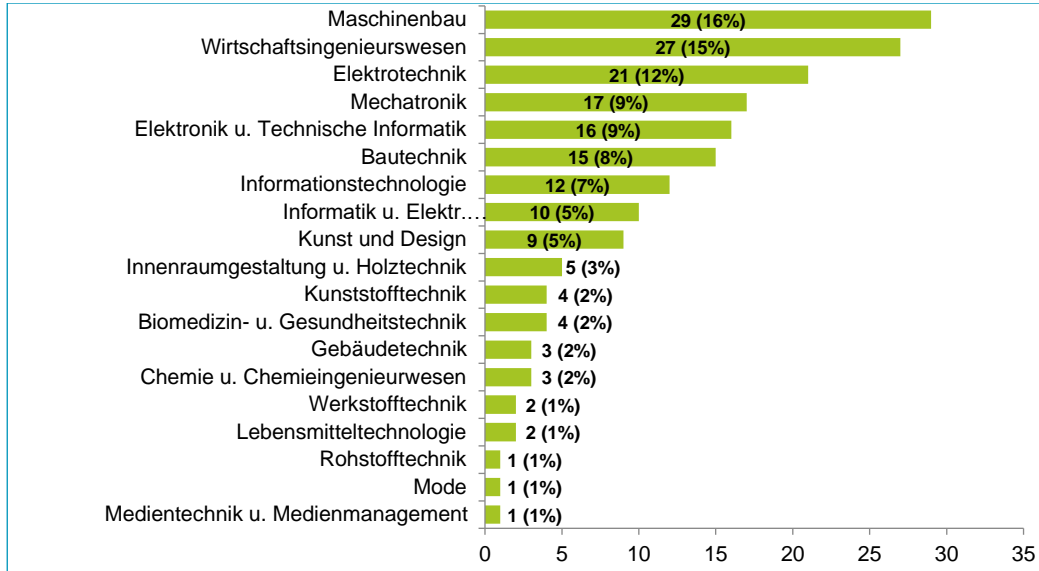


Abbildung 21. Verteilung der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen nach absoluter und relativer Häufigkeit.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Beim Blick auf die Verteilung der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen nach ihrer Häufigkeit ist zu erkennen, dass der „Maschinenbau“ österreichweit in jedem Bundesland jeweils am häufigsten vertreten ist (angeboten an insgesamt 29 HTL-Standorten). HTLs, die diese Fachrichtung anbieten, befinden sich primär in der Bundeshauptstadt bzw. im erweiterten Ballungsraum (Mödling, Wiener Neustadt und Eisenstadt). „Wirtschaftsingenieurwesen“ mit 27 (15%) und „Elektrotechnik“ mit 21 (12%) HTL-Standorten zählen ebenfalls zu den weitverbreiteten HTL-Fachrichtungen. HTLs mit dem Zweig „Wirtschaftsingenieurwesen“ sind vor allem in Wien bzw. im größeren Umkreis der Bundeshauptstadt zu finden, aber auch beispielsweise in Dornbirn, Innsbruck und Wolfsberg. Der Fachbereich „Elektrotechnik“ wird u.a. in den HTLs in Wien, St. Pölten, Linz, Wels und Salzburg angeboten. „Mechatronik“, sowie „Bautechnik“ bilden in der Verteilung nach Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen das Mittelfeld. HTLs mit „Mechatronik“ bzw. „Elektronik und Technische Informatik“-Zweigen sind gehäuft im Großraum Wels auffindbar, während HTLs mit einem „Bautechnik“-Zweig vor allem in der Region rund um die Stadt Salzburg ansässig sind.

Abbildung 22 zeigt alle für die Industrie 4.0 relevanten Ausbildungsschwerpunkte bzw. Fachrichtungen an den HTL Österreichs nach deren Häufigkeit.

Im Städtevergleich verfügt Wien mit 27 „hoch relevanten“ HTL-Zweigen österreichweit über das umfangreichste Angebot in diesem Bildungssektor. Die in der Bundeshauptstadt ansässigen HTLs repräsentieren 18% der hoch relevanten Fachrichtungen in Österreich. Betrachtet man die Bundesländer, so sind in Oberösterreich 35 relevante HTL-Fachrichtungen beheimatet. Dies entspricht bundesweit 19% aller relevanten Fachrichtungen. Die Bundesländer Niederösterreich mit 32 (18%) und Wien mit 31 (17%) Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen können ebenfalls auf ein umfangreiches Bildungsangebot zurückgreifen. Diese drei Bundesländer sind immerhin für mehr als die Hälfte (54%) der Industrie 4.0 relevanten Ausbildungsangebote bei den HTLs verantwortlich.

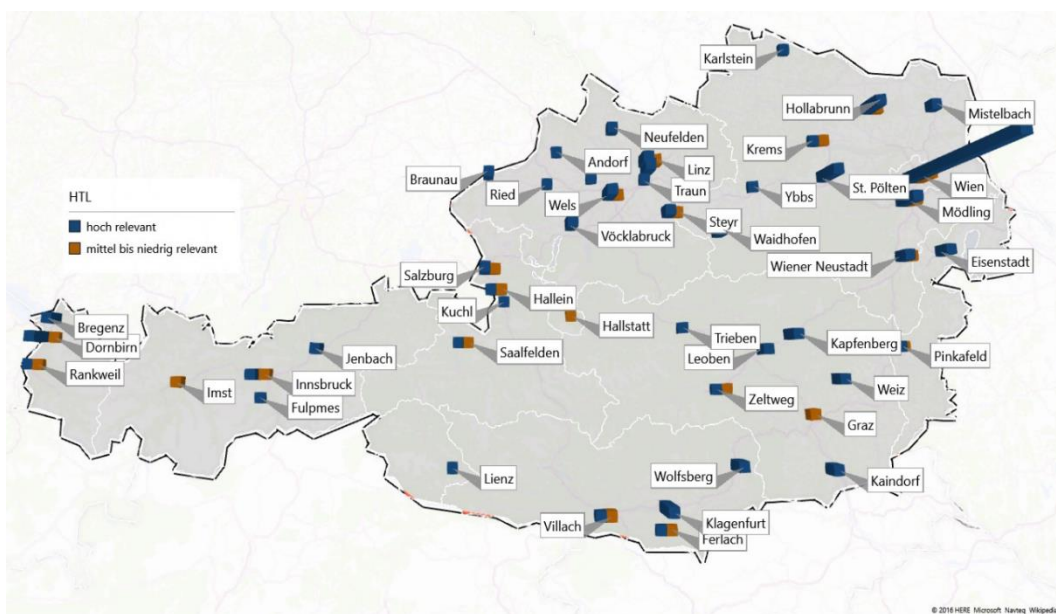


Abbildung 22. Bildungskarte Industrie 4.0: HTL.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

4.2.4 Allgemeinbildende höhere Schulen (AHS)

Die Schlagwortsuche wurde für die Ausbildungsform der AHS (wie auch für die HTL und HAK) lehrplanbasiert durchgeführt. Lehrpläne und andere Informationen wurden im Verzeichnis der Schulen und Bildungseinrichtungen des Bundesministeriums für Bildung⁵⁷, der Website des Bundesministeriums für Bildung⁵⁸ oder direkt in den Websites der Lehranstalten abgerufen. Basis der Recherche bildete für alle Ausbildungsformen die aktuelle Version der Verordnung der Lehrpläne.

Wie bereits erläutert, wurde bei den AHS (wie bei den HAK) auf das Detail-Screening verzichtet. Erhoben wurde aber, welche technischen Elemente in diesen Ausbildungen enthalten sind. In den AHS fanden sich Industrie 4.0-Schlagworte hauptsächlich in den naturwissenschaftlichen Ausbildungszweigen und in den Zweigen Informations- und Kommunikationstechnologie bzw. Informatik. Hier waren die technischen Elemente Datensicherheit, Datenanalyse/Datenbanken und Elektrotechnik in den Lehrplänen enthalten. Die Analyse der beiden Ausbildungsformen im Vergleich zu den anderen Bildungsinstitutionen zeigt, dass wirtschaftliche Elemente in technischen Ausbildungen zunehmend von Bedeutung sind, technische Elemente in wirtschaftlichen Ausbildungen aber nur geringfügig gelehrt werden. Besonders in der allgemeinen Ausbildung, also den allgemeinen höheren Schulen, lässt sich hier abseits der naturwissenschaftlichen sowie der Informationstechnologie-Zweige der Bedarf nach der Eingliederung von technischen bzw. auch wirtschaftlichen Inhalten feststellen.

4.2.5 Handelsakademien (HAK)

Die Schlagwortsuche wurde für die Ausbildungsform der HAK (wie auch für die AHS und HTL) lehrplanbasiert durchgeführt. Lehrpläne und andere Informationen wurden im Verzeichnis der Schulen und Bildungseinrichtungen des Bundesministeriums für Bildung⁵⁹, der Website des Bundesministeriums für Bildung⁶⁰ oder direkt in den Websites der Lehranstalten abgerufen. Basis der Recherche bildete für alle Ausbildungsformen die aktuelle Version der Verordnung der Lehrpläne.

⁵⁷ <http://www.schulen-online.at>, aufgerufen am 17.08.2016.

⁵⁸ https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html, aufgerufen am 17.08.2016.

⁵⁹ <http://www.schulen-online.at>, aufgerufen am 17.08.2016.

⁶⁰ https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html, aufgerufen am 17.08.2016.

Wie bereits erläutert, wurde bei den HAK (wie bei den AHS) auf das Detail-Screening verzichtet. Erhoben wurde aber, welche technischen Elemente in diesen Ausbildungen enthalten sind. In verschiedenen Ausbildungsangeboten der österreichischen Handelsakademien konnten die Schlagwörter IT/Informationstechnologie/Informationstechnik, Datensicherheit, Projekt- und Prozessmanagement sowie Produktionsplanung identifiziert werden. Die Analyse der beiden Ausbildungsformen im Vergleich zu den anderen Bildungsinstitutionen zeigt, dass wirtschaftliche Elemente in technischen Ausbildungen zunehmend von Bedeutung sind, technische Elemente in wirtschaftlichen Ausbildungen aber nur geringfügig gelehrt werden.

4.2.6 Berufsschulen (Lehre)

Als primäre Quelle für das Basis-Screening der Lehre diente die Internetplattform der Berufsbildenden Schulen des Bundesministeriums für Bildung und Frauen⁶¹. Diese führt alle in Österreich verfügbaren Berufsschulen an. Unter der Rubrik „Berufsschulstandorte“ wurde zunächst ein Bundesland ausgewählt, um die dort verfügbaren Berufsschulen aufzulisten. Jede Berufsschule wurde sodann gesondert geöffnet, um die angebotenen Lehrberufe in der jeweiligen Berufsschule ersichtlich zu machen. Lehrberufe, die den Industrie 4.0 Kriterien entsprachen, wurden in die Datenbank aufgenommen.

Laut Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (BMWFW) werden österreichweit 200 verschiedene Lehrberufe angeboten.⁶² Das Basis-Screening identifiziert 155 Lehrberufe, die mindestens ein Industrie 4.0 Schlagwort in der Berufsbeschreibung⁶³ beinhalten.⁶⁴

Daraus ergibt sich die in Abbildung 23 ersichtliche Verteilung der Häufigkeiten der Schlagwörter.

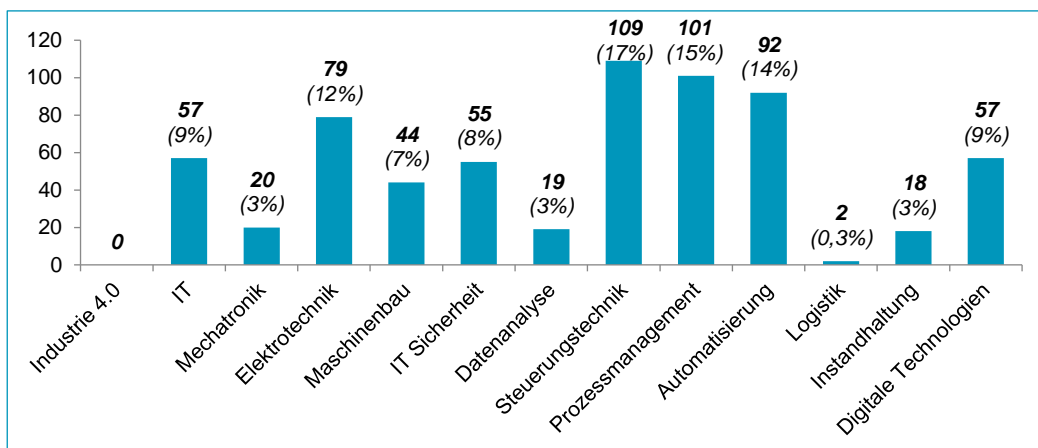


Abbildung 23. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Lehrberufen.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Der Suchbegriff „Steuerungstechnik/Regeltechnik“ kommt mit 109 Treffern am häufigsten vor, dicht gefolgt von „Prozessmanagement“ und „Automatisierung“. Die Suchbegriffe „Logistik“ und „Instandhaltung“ kommen vergleichsweise selten vor.

Aus dem Detail-Screening geht hervor, dass von den 155 Lehrberufen 72% (111) „hoch relevant“ sind, also mehr als 3 Schlagwörter in ihren Berufsbeschreibungen aufweisen. 28% (44) sind folglich als „mittel bis niedrig relevant“ in Bezug auf Industrie 4.0 einzustufen. Besonders der Lehrberuf „Mechatronik“ zählt mit 7 identifizierten Schlagwörtern zu den „hoch relevanten“, „Industrie 4.0 Lehrberufen“ Österreichs. Mit im Schnitt 5 Treffern fällt „Elektrotechnik“ ebenfalls in diese Kategorie. Mit 4 relevanten Treffern folgen die Lehrberufe „Informationstechnologie – Informatik“ „Informations-

⁶¹ http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/standorte.asp?type=2&menu_id=411, aufgerufen am 19.06.2016.

⁶² <http://www.bmwfw.gv.at/Berufsausbildung/LehrberufeInOesterreich/Seiten/default.aspx>, aufgerufen am 08.09.2016

⁶³ Für detaillierte Informationen siehe http://www.abc.berufsbildendeschulen.at/de/lb_list.asp, aufgerufen am 20.06.2016.

⁶⁴ Der Wert 155 stellt die Summe an Lehrberufen dar, wobei ein Lehrberuf mehrfach gezählt sein kann, je nach dem an wie vielen Berufsschulen sie angeboten wird. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass ein Lehrberuf, der sowohl als 3-jähriger Modullehrberuf oder als 3,5 bis 4 Jahre dauernder Lehrberuf mit weiterem Haupt- oder Spezialmodul angeboten wird, in der vorliegenden Bildungsdatenbank mehrfach gezählt wird.

technologie – Technik“ und „EDV-Kaufmann/frau“. Zu den „mittel bis niedrig relevanten“ gehören u.a. „Produktionstechniker/in, „Elektrobetriebstechniker“, „Prozesstechnik“ und „Speditionslogistik“. Betrachtet man die österreichweite Verteilung der Industrie 4.0 relevanten Lehren nach ihrer Häufigkeit, so ergibt sich folgendes in Abbildung 24 ersichtliches Bild.

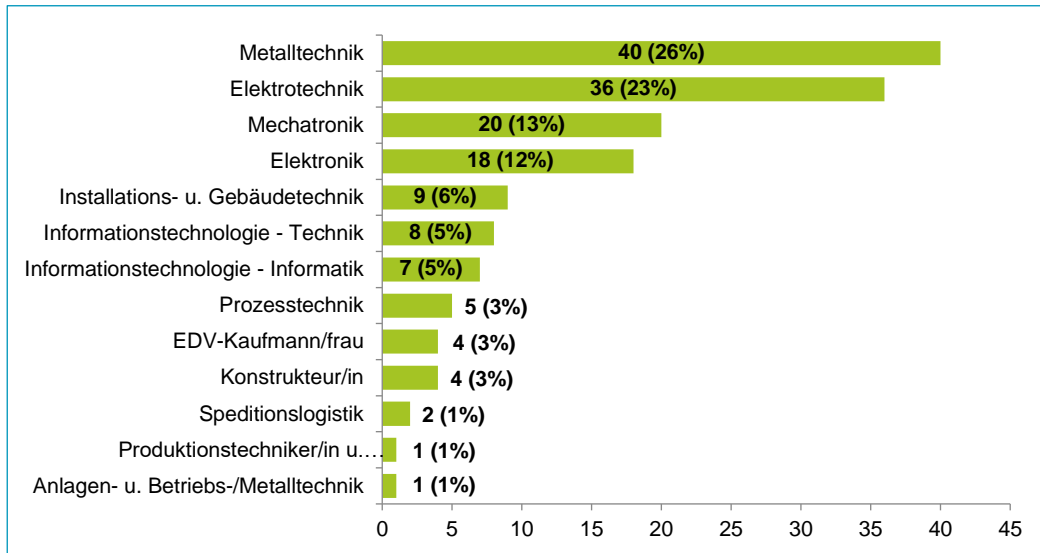


Abbildung 24. Verteilung der Industrie 4.0 relevanten Lehren nach absoluter und relativer Häufigkeit.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Beim Blick auf die obige Abbildung wird ersichtlich, dass die „Metall- bzw. Elektrotechnik“ einen Großteil des Bildungsangebotes einnimmt. Zusammen sind diese Ausbildungsrichtungen für beinahe die Hälfte (49%) der Industrie 4.0 relevanten Lehren in Österreich verantwortlich. Die Lehre „Metalltechnik“ ist dabei vor allem an den Berufsschulen in der Region rund um Linz, Villach bzw. im Großraum Graz stark vertreten. „Elektrotechnik“ findet sich hingegen gehäuft in der Südwest-Steiermark, im Linzer und Klagenfurter Umland wieder. „Mechatronik“ (13%) und „Elektronik“ (12%) bilden bundesweit ein Viertel des Bildungsangebots im Bereich Industrie 4.0. Die relevante „Elektronik“-Lehre ist überwiegend in den Berufsschulen der Bundeshauptstadt und im angrenzenden niederösterreichischen Umland zu finden. Die Lehre mit Schwerpunkt „Mechatronik“ ist demgegenüber in jedem Bundesland vertreten. Das restliche Viertel ist geprägt von „Installations- und Gebäudetechnik“ und „Informationstechnologie – Technik“ bzw. „Informationstechnologie – Informatik“. Die graphische Verteilung der 155 identifizierten Lehren mit Berücksichtigung der Kategorisierung in „hoch relevante“ und „mittel bis niedrig relevante“ Lehren veranschaulicht die in Abbildung 25 dargestellte Bildungslandkarte.

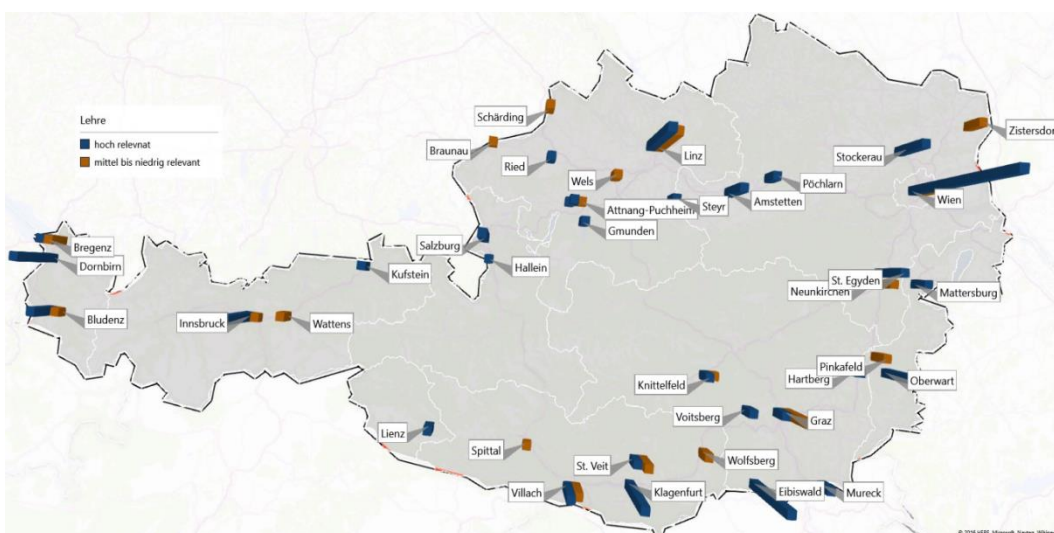


Abbildung 25. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Lehre.
Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Zu den urbanen Zentren in der Industrie 4.0-Berufsausbildung zählen vor allem die Städte Wien und Linz mit jeweils 15 Lehrzweigen. Die Bundeshauptstadt hat alleine 13 „hoch relevante“ Lehrberufe vorzuweisen, dies entspricht österreichweit rund 12% in dieser Kategorie. Aber auch die Berufsschulen in Eibiswald (südliche Steiermark) und der Stadt Salzburg weisen mit je 8 „hoch relevanten“ Industrie 4.0 – Lehren ein umfangreiches Bildungsangebot im Bereich Industrie 4.0 auf.

4.2.7 Wirtschaftsförderungsinstitut (WIFI)

In der ersten Analysephase (Basis-Screening) wurden mittels einer österreichweiten Online-Recherche jegliche Kurse des Wirtschaftsförderungsinstituts auf Industrie 4.0 relevante Bildungsangebote untersucht.⁶⁵ Die Schlagwortliste mit ihren 13 Hauptbegriffen sowie den dazugehörigen Subbegriffen diente auch hier als Suchkriterium dieser Online-Recherche. Als primäre Quelle für das Basis-Screening wurde das Onlineverzeichnis des WIFI in den unterschiedlichen Bundesländern herangezogen:

Bildungseinrichtung	Bundesland	Quelle
WIFI Burgenland	Burgenland	http://www.bgld.wifi.at
WIFI Kärnten	Kärnten	http://www.wifikaernten.at
WIFI Niederösterreich	Niederösterreich	http://www.noe.wiki.at
WIFI Oberösterreich	Oberösterreich	https://www.wifi-ooe.at
WIFI Salzburg	Salzburg	http://www.wifisalzburg.at
WIFI Steiermark	Steiermark	http://www.stmk.wifi.at
WIFI Tirol	Tirol	http://www.tirol.wifi.at
WIFI Vorarlberg	Vorarlberg	http://www.vlbg.wifi.at
WIFI Wien	Wien	http://www.wifiwien.at

Tabelle 5. Quellenverzeichnis – WIFI.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Die Analyse des Kursangebotes ergab, dass in Summe 357 Kurse eine Industrie 4.0 Relevanz erfüllen, sie weisen also zumindest eines der vorher definierten Schlagwörter in ihrer Kursbeschreibung auf. Nachfolgend ist die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Schlagwörter in Form eines Diagramms in Abbildung 26 dargestellt.

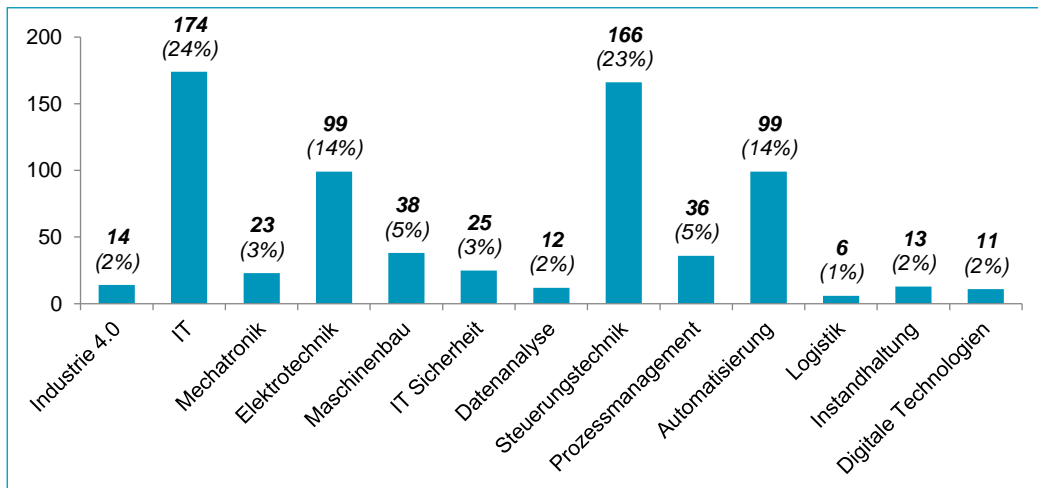


Abbildung 26. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei WIFI-Kursen.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

⁶⁵ Die WIFI-Internetseite eines jeden Bundeslandes wurde zunächst aufgesucht und mit Hilfe des online verfügbaren Kursbuchs nach Industrie 4.0 relevanten Lehrinhalten untersucht. Mit den verwendeten Schlagwörtern als Suchbegriffe erschienen jedoch auch Kurse, welche seitens des Forschungsteams als nicht unmittelbar Industrie 4.0-relevant eingestuft wurden. So wurden beispielsweise „einfache“ Computerkurse, wie „ECDL-Der Europäische Computer Führerschein“, nicht in die Datenbank aufgenommen.

Die mit Abstand am häufigsten in den Lehrplänen der WIFI auftretenden Schlagwörter sind zum einen „IT/Informationstechnologie/Informationstechnik“ mit 174 (24%) und „Steuerungstechnik“ mit 166 (23%) Treffern. Mit jeweils 99 (14%) Treffern folgen die Schlagwörter „Elektrotechnik“ und „Automatisierung“. Während der Begriff „Industrie 4.0“ noch 14-mal (2%) in den Lehrplänen auftaucht, bildet „Logistik“ mit lediglich 6 (1%) Treffern das Schlusslicht in der Häufigkeit der Schlagwörter. In Summe sind 357 Kurse des Wirtschaftsförderungsinstituts Industrie 4.0 relevant. Von dieser Anzahl weisen jedoch lediglich 4,5% (16) der Kurse eine hohe Industrie 4.0 Relevanz auf – ihr Lehrplan enthält mehr als 3 Schlagwörter. Als „mittel bis niedrig relevant“ sind demnach 95,5% (341) eingestuft. Der Kurs mit den am meisten identifizierten Industrie 4.0 relevanten Schlagwörtern (6 von 13) ist „Netzwerktechnik für Elektrotechniker, Kommunikationstechniker und Mechatroniker“, angeboten am WIFI Niederösterreich, gefolgt von „Mess-, Steuer- und Regeltechniker“ am WIFI Wien sowie „Meisterkurs Metalltechnik, Mechatronik Teil 1“ und „Werkmeisterschule für Maschinenbau“ (5 von 13) am WIFI Vorarlberg.

Abbildung 27 zeigt die Verteilung der Industrie 4.0 relevanten WIFI-Kurse nach den Standorten.

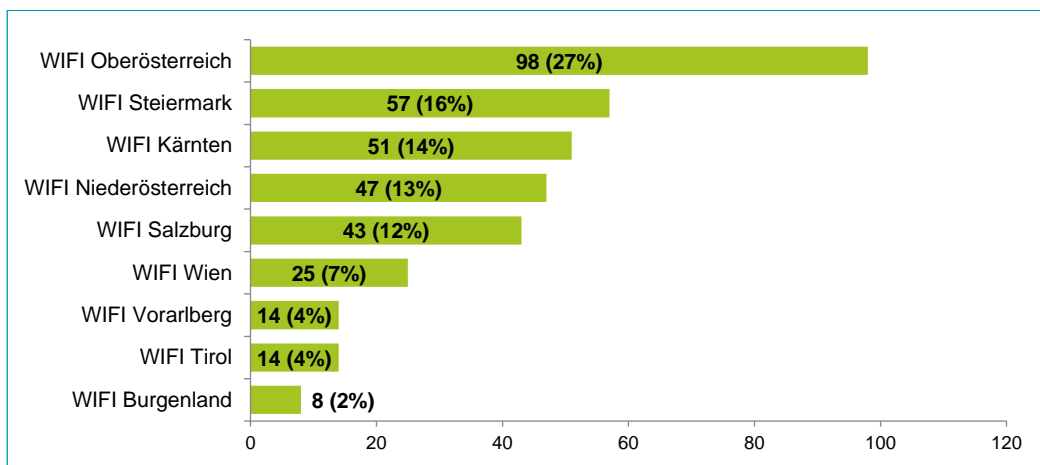


Abbildung 27. Absolute und relative Verteilung der Industrie 4.0 relevanten WIFI-Kurse nach Standorten. Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Die Abbildung zeigt deutlich, dass mit 98 (9 „hoch relevant“, 89 „mittel bis niedrig“ relevant) Kursen Oberösterreich die mit Abstand meisten Kurse in Bezug auf Industrie 4.0 anbietet. Von diesen 98 Kursen werden 82 (2 „hoch“, 80 „mittel bis niedrig“ relevant) in Linz angeboten. Gefolgt wird das „Zentrum“ der Industrie 4.0 relevanten Kurse von der Steiermark mit 57 (57 „mittel bis niedrig relevant“), Kärnten mit 51 (51 „mittel bis niedrig“ relevant), Niederösterreich mit 47 (2 „hoch“, 45 „mittel bis niedrig“ relevant) und Salzburg mit 43 (1 „hoch“, 42 „mittel bis niedrig“ relevant) Kursen. Auf Basis des zweistufigen Analyseverfahrens des Bildungsangebotes des WIFI ergibt sich folgende in Abbildung 28 dargestellte Bildungslandkarte.

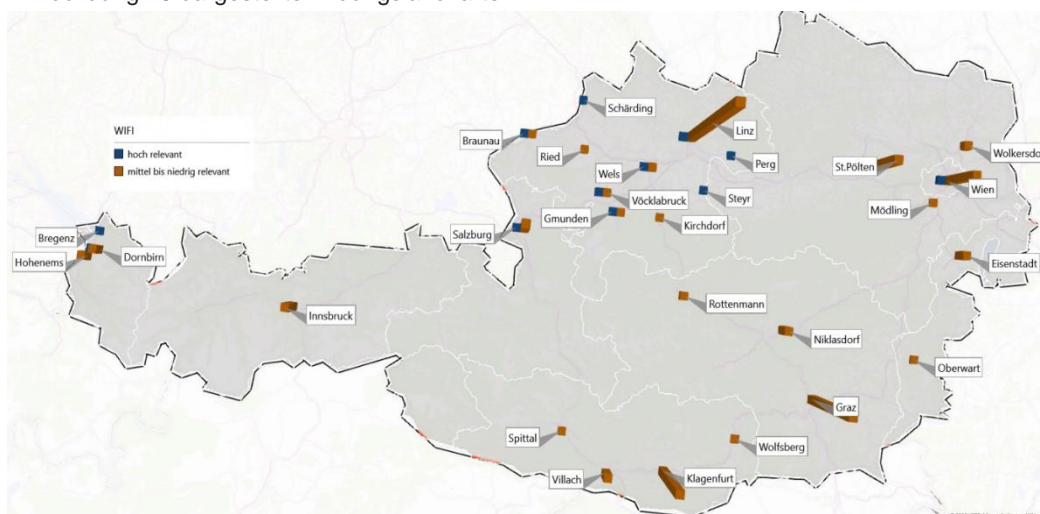


Abbildung 28. Bildungslandkarte Industrie 4.0: WIFI. Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Dabei ist zu erwähnen, dass die WIFI-Standorte in Wien, Oberösterreich und Niederösterreich explizite „Industrie 4.0-Kurse“ anbieten. Das Kursangebot in Oberösterreich kann in Summe hier als Vorreiter angesehen werden; u.a. mit einer eigens eingerichteten Internetseite für „Industrie 4.0“.

4.2.8 Berufsförderungsinstitut (BFI)

Im Basis-Screening wurde, wie zuvor beim WIFI, mittels einer österreichweiten Online-Recherche das Bildungsangebot des BFI auf ein Industrie 4.0 relevantes Bildungsangebot untersucht.⁶⁶ Im Zuge dessen wurden – wie bei allen anderen Ausbildungsinstitutionen auch – die angebotenen Kurse nach den Industrie 4.0 relevanten Schlagwörtern durchsucht. Das Kursverzeichnis auf den Internetseiten des BFI der einzelnen Bundesländer wurde hierbei als primäre Quelle für das Basis-Screening herangezogen:

Bildungseinrichtung	Bundesland	Quelle
BFI Burgenland	Burgenland	http://www.bfi-burgenland.at
BFI Kärnten	Kärnten	http://www.bfi-kaernten.at
BFI Niederösterreich	Niederösterreich	http://www.bfinoe.at
BFI Oberösterreich	Oberösterreich	https://www.bfi-ooe.at
BFI Salzburg	Salzburg	http://www.bfi-sbg.at
BFI Steiermark	Steiermark	http://www.bfi-stmk.at
BFI Tirol	Tirol	http://www.bfi-tirol.at
BFI Vorarlberg	Vorarlberg	http://www.bfi-vorarlberg.at
BFI Wien	Wien	http://www.bfi.wien

Tabelle 6. Quellenverzeichnis – BFI.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Österreichweit bietet das BFI 203 Kurse an, die einen Industrie 4.0 relevanten Bildungsinhalt haben, daher mehr als ein Schlagwort in ihrem Lehrplan aufweisen.

Abbildung 29 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Schlagwörter:

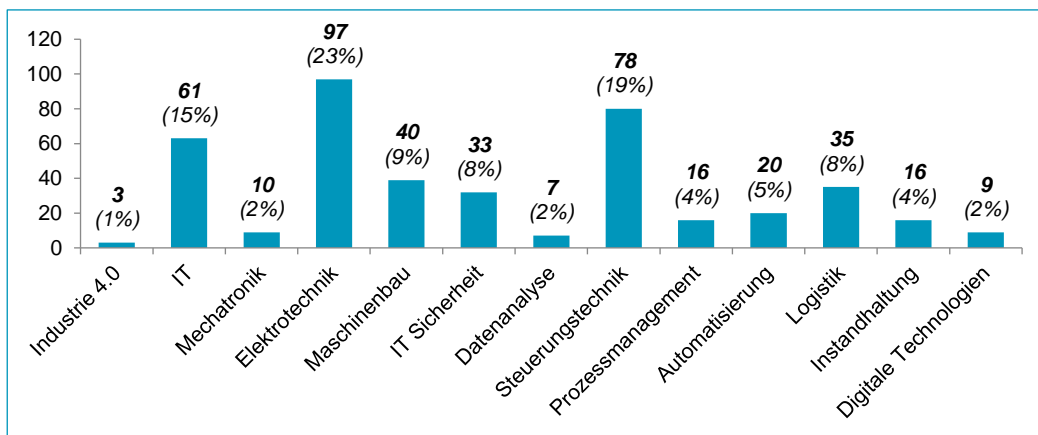


Abbildung 29. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei BFI-Kursen.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Die im Laufe der Online-Recherche verwendeten Schlagwörter weisen eine starke Variabilität in ihrer Häufigkeit auf: Während das Schlagwort „Elektrotechnik“ mit 97 (23%) Treffern, sowie „Steuerungstechnik/Regeltechnik“ mit 78 (19%) Treffern, die mit Abstand am häufigsten vorkommenden Begriffe sind, werden die Schlagwörter „Industrie 4.0“ mit 3 (1%) Treffern und „Datenanalyse“ mit 7 (2%) Treffern am seltensten in den Lehrinhalten der angebotenen Kurse ausgemacht. Das Detail-

⁶⁶ Die BFI-Internetseite eines jeden Bundeslandes wurde zunächst aufgesucht und mit Hilfe des online verfügbaren Kursbuchs nach Industrie 4.0 relevanten Lehrinhalten untersucht. Dem breit gefächerten Kursangebot des BFI geschuldet, wurden im Zuge der Suche auch solche Kurse angezeigt, welche zwar zumindest eines der Schlagwörter im Lehrinhalt aufweisen, jedoch nicht als unmittelbar Industrie 4.0 relevant eingestuft wurden.

Screening ergab, dass von den 203 Kursen mit Industrie 4.0 Relevanz insgesamt 27 (13,3%) als „hoch“ und 176 (86,7%) als „mittel bis niedrig“ relevanten bezeichnet werden können.

Abbildung 30 stellt die Verteilung der Industrie 4.0 relevanten BFI-Kurse nach Standorten dar.

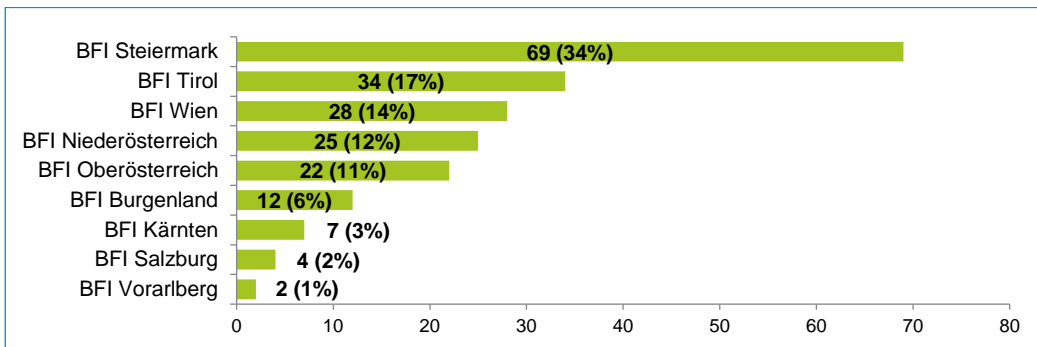


Abbildung 30. Absolute und relative Verteilung der Industrie 4.0 relevanten BFI-Kurse nach Standorten.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

Das BFI Steiermark ist mit 69 (17 „hoch“ und 52 „mittel bis niedrig“ relevant) Kursen das Bundesland mit den am meisten Industrie 4.0 relevanten BFI Kursen. Alleine in Graz werden 21 (2 „hoch“ und 19 „mittel bis niedrig“ relevant) Kurse angeboten. Mit 34 (1 „hoch“ und 33 „mittel bis niedrig“ relevant) Kursen folgt Tirol, wobei in Innsbruck 15 (1 „hoch“ und 14 „mittel bis niedrig“ relevant) Industrie 4.0 relevante Kurse angeboten werden. Eine vergleichbar geringere Auswahl bieten Salzburg mit lediglich 4 (1 „hoch“ und 3 „mittel bis niedrig“) Kursen sowie Schlusslicht Vorarlberg mit 2 (2 „mittel bis niedrig“ relevant) Kursen. Am BFI Steiermark sowie am BFI Oberösterreich werden die Kurse mit den am meisten identifizierten Schlagwörtern (jeweils 5 von 13) angeboten. Es handelt sich in der Steiermark um die Kurse „bfi-Werksmeisterschule für Berufstätige für Maschinenbau-Betriebstechnik“ und „BFI-Werksmeisterschule für Berufstätige für Maschinenbau-Automatisierungstechnik“ sowie in Oberösterreich um den Kurs „BFI-Werksmeisterschule plus Maschinenbau-Betriebstechnik“.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass österreichweit 2 BFI-Kurse Industrie 4.0 als Lehrinhalt anführen. Zu diesen zählt der Diplomlehrgang „Logistik und Supply Chain Management“ des BFI Wien und das Seminar „Smart Factory – Einführung in die Industrie 4.0“ des BFI Steiermark. Die Bildungsangebote am BFI Steiermark, welches mit 34% die höchste Anzahl an Industrie 4.0 relevanten Kursen stellt, verteilen sich auf insgesamt 12 Standorte. Die Kurse des BFI Tirol (17%) werden an 7 unterschiedlichen Standorten angeboten. Auffallend ist, dass in Vorarlberg (1%) ausschließlich in Feldkirch ein Industrie 4.0 relevantes Angebot besteht.

Unter der Berücksichtigung des Detail-Screening (Unterscheidung der Kurse nach „hoch“ bzw. „mittel bis niedrig relevant“) wird die graphische Verteilung der 203 identifizierten Kurse anhand der Bildungslandkarte des BFI in Abbildung 31 ersichtlich.

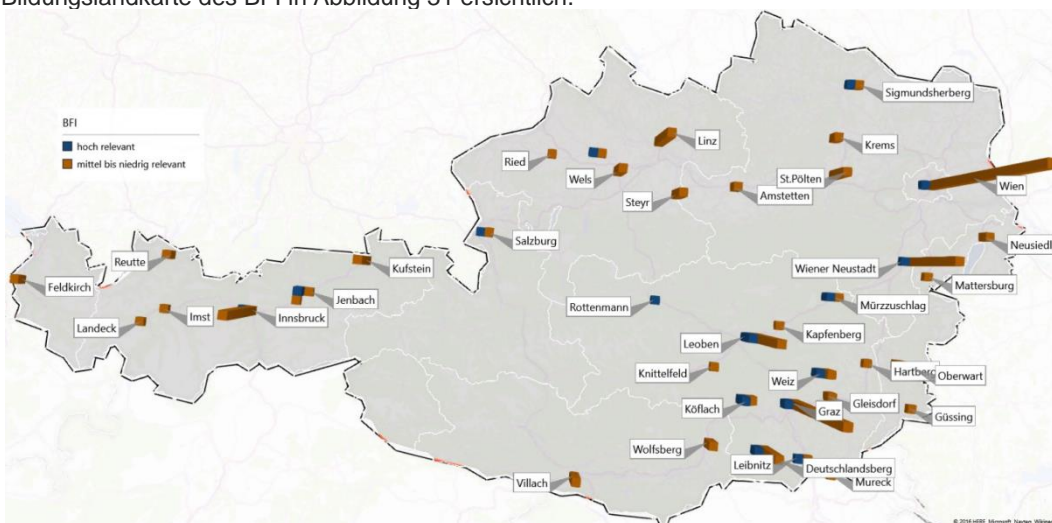


Abbildung 31. Bildungslandkarte Industrie 4.0: BFI.

Quelle: IWI, FHSTP (2017)

4.3 Zusammenfassung

Das Screening der österreichischen Aus- und Weiterbildungslandschaft hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Lehrgänge macht charakteristische Unterschiede zwischen den einzelnen Bildungseinrichtungen sichtbar. Wenig überraschend weisen bspw. naturwissenschaftliche-technische Bildungseinrichtungen einen höheren Industrie 4.0 Bezug auf als ihre geisteswissenschaftlichen Pendanten. Deutlich erkennbar sind auch Unterschiede in der zeitlichen Dynamik, in welcher einzelne Bildungseinrichtungen ihr Lehrangebot aufgrund veränderter Rahmenbedingungen anpassen.

Am tertiären Bildungssektor zeigt sich, dass deutlich mehr Fachhochschulen Industrie 4.0 relevante Studiengänge anbieten als Universitäten. Während 71% der Fachhochschulen Studienrichtungen mit Industrie 4.0 Bezug führen, listen 29% der österreichischen Universitäten entsprechende Curricula in ihrem Studienangebot. Bei Letzteren konnte der Begriff „Industrie 4.0“ (noch) in keinem Studienprogramm eruiert werden, bei Fachhochschulen fand die Bezeichnung hingegen bereits Eingang in die Curricula. Einzelne Fachhochschulen bieten Studienrichtungen, die mit dem Thema Industrie 4.0 in einem unmittelbaren Bezug stehen bzw. direkt darauf abzielen, wie die Bachelorstudien „Smart Engineering of Production - Technologies and Processes“ der FH St. Pölten und „Automatisierungstechnik“ der FH Oberösterreich. Bei den Universitäten ist der (Industrie 4.0) Spezifizierungsgrad geringer, der Fokus liegt auf einer möglichst umfassenden Ausbildung in den jeweiligen Grundlagen, wie Maschinenbau, Mechatronik etc. Das schmälert aber keineswegs die Bedeutung der Universität als wichtige „Industrie 4.0 Bildungseinrichtung“ in Österreich, sondern verdeutlicht v.a. nur den im Vergleich zu den Fachhochschulen anderen Aufgaben- und Tätigkeitsbereich. Zentren der tertiären Ausbildung betreffend Industrie 4.0 relevanter Studiengänge sind v.a. die Städte Wien und Graz und das Bundesland Oberösterreich.

Im sekundären Bildungsbereich sind in erster Linie bei den Höheren Technischen Lehranstalten und den Berufsbildenden Schulen (Lehre) Industrie 4.0 relevante Lehrangebote zu finden. In beiden Institutionen bietet Oberösterreich jeweils das im Bundesländervergleich größte Industrie 4.0 Ausbildungsangebot. Insgesamt 35 HTL-Fachrichtungen an in Summe 11 Standorten sind in Oberösterreich Industrie 4.0 relevant. Das ist knapp ein Fünftel der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen in Österreich. Ebenso hoch ist der Oberösterreich-Anteil des österreichweiten Lehrangebotes mit Industrie 4.0 Bezug.

Neben dem angeführten Angebot des „ersten Bildungsweges“ bieten WIFI und BFI zusätzlich Industrie 4.0 relevante Weiterbildungskurse an. Mit über 350 identifizierten Kursen mit Industrie 4.0 Bezug ist das WIFI in der Industrie 4.0 Relevanzreihung vor dem BFI mit über 200 Kursen. So kommt auch der Begriff „Industrie 4.0“ bei WIFI Kursen signifikant häufiger vor. Einzelne WIFI-Standorte in Wien, Niederösterreich und Oberösterreich bieten bereits explizit Industrie 4.0 Kurse an.

Abschließend sind in der nachfolgenden Abbildung 32 alle Industrie 4.0 relevanten Aus- und Weiterbildungsangebote in einer Karte dargestellt.

Wie aus der Bildungslandkarte hervorgeht, ergibt sich eine „sichelartige“ Verteilung, wobei die Alpen eine Schneise bilden. Agglomerationen von Bildungsangeboten mit Industrie 4.0 Bezug finden sich vor allem entlang der Linie der Süd- und der Westautobahn. Wien, Graz und Oberösterreich bilden dabei die Hauptzentren, die von „Subzentren“ rund um Wiener Neustadt, Leoben, Villach-Klagenfurt, Salzburg, Innsbruck und Dornbirn-Bregenz etc. ergänzt werden.

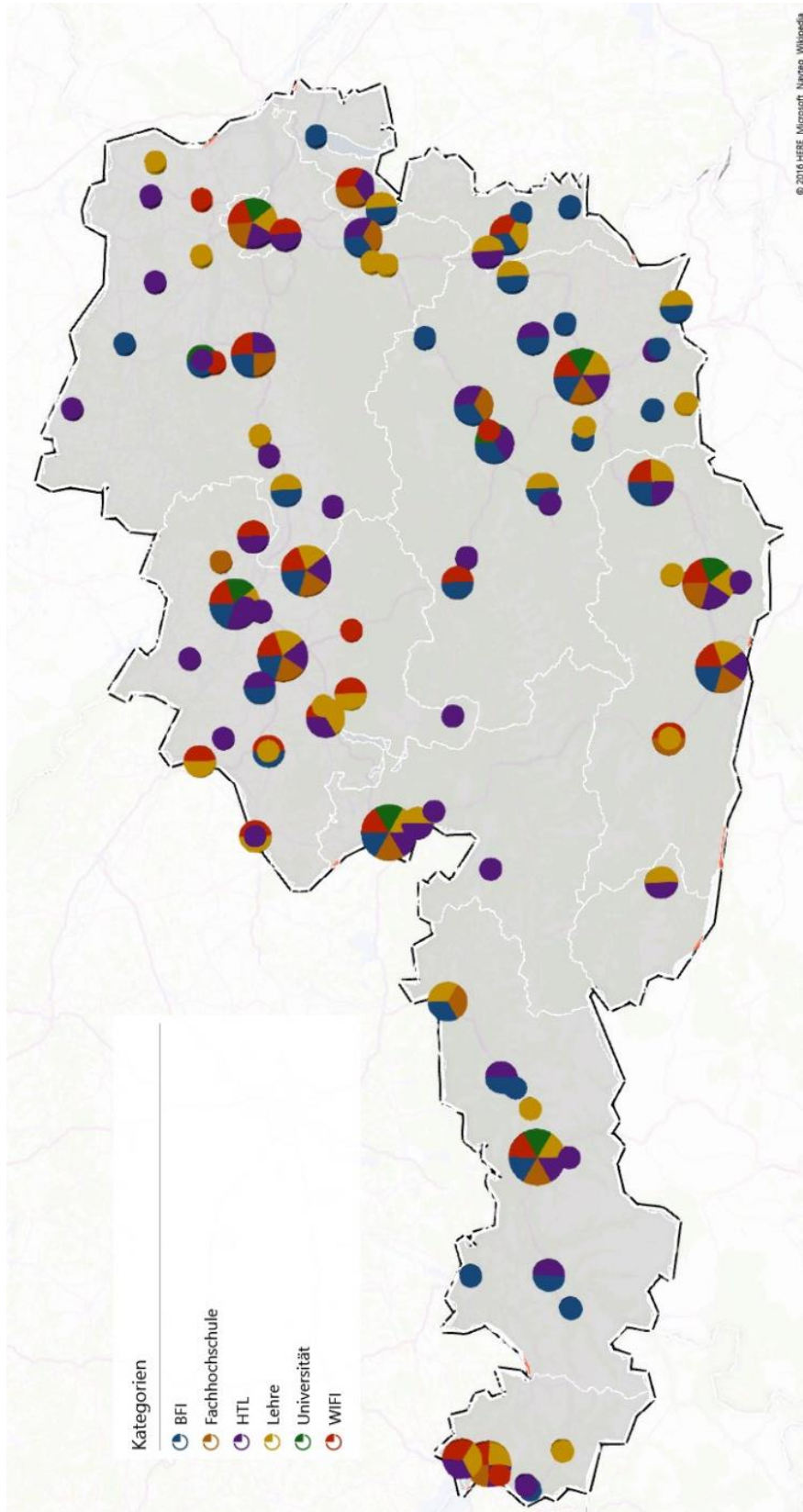


Abbildung 32. Industrie 4.0 Bildungslandkarte Gesamt.
Quelle: IWI, FHSTP, Fraunhofer IAO (2017)

5. Entwicklungen im nationalen Industrie 4.0 Aus- und Weiterbildungsangebot

Das folgende Kapitel bildet verschiedene Änderungen und Weiterentwicklungen von Aus- und Weiterbildungsangeboten zu Industrie 4.0 ab. Das Forschungsteam dieser Studie weist hier jedoch darauf hin, dass solche Änderungen bzw. Anpassungen nicht für alle Bildungsangebote ausreichend dokumentiert sind, um sie systematisch zu erfassen. Daher wurden Änderungen für die thematisierten Bildungsangebote stichprobenartig erhoben. Die Auswertung und Erhebung von Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen folgt in ihrer Struktur dem Screening im vorangegangenen Kapitel. Das bedeutet, unterteilt wurde auch hier in Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen bzw. hochschulischen Bereich sowie im Bereich der Weiterbildungsangebote.

Um Änderungen bzw. Anpassungen im tertiären Bildungssektor erfassen zu können, wurden eine Kohärenzanalyse verschiedener Studienangebote sowie ein Vergleich der vermittelten Kompetenzen in der Ausbildung mit den Anforderungen der Praxis durchgeführt. Darüber hinaus wurden Studienprogramme erhoben, die kürzlich von der Agentur für Qualitätssicherung und Akkreditierung Austria (AQ Austria) akkreditiert wurden. Miteinbezogen wurde auch jene Studienprogramme, die geplant, jedoch noch nicht akkreditiert sind.

5.1 Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen bzw. hochschulischen Bereich

5.1.1 Anpassungen/Weiterentwicklungen im schulischen Bereich

Um Änderungen in den höheren technischen Lehranstalten darzustellen, wurde ein Vergleich der Lehrpläne des Jahres 2011 mit den aktuellen Lehrplänen des Jahres 2015 durchgeführt. Lehrpläne und andere Informationen wurden im Portal der höheren technischen Lehranstalten⁶⁷, im Verzeichnis der Schulen und Bildungseinrichtungen des Bundesministeriums für Bildung⁶⁸, der Website des Bundesministeriums für Bildung⁶⁹ oder direkt in den Websites der Lehranstalten abgerufen.

Um aktuellen Entwicklungen gerecht werden zu können, wird den SchülerInnen der Freigegegenstand „Entrepreneurship und Innovation“ angeboten. Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen im Bereich Industrie 4.0 wurden darüber hinaus in den Wahlpflichtfächern bzw. -modulen sowie in der Fachpraxis umgesetzt.

Zu erwähnen ist hier auch, dass Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen von Ausbildungsschwerpunkten bzw. Fachrichtungen auch in Form von Schulversuchen umgesetzt werden, die in dieser Analyse aber nicht berücksichtigt wurden.

5.1.2 Anpassungen/Weiterentwicklungen im tertiären Bildungssektor

Um Änderungen bzw. Anpassungen im tertiären Bildungssektor erfassen zu können, wurden eine Kohärenzanalyse verschiedener Studienangebote sowie ein Vergleich der vermittelten Kompetenzen in der Ausbildung mit den Anforderungen der Praxis durchgeführt. Darüber hinaus wurden Studienprogramme erhoben, die kürzlich von der Agentur für Qualitätssicherung und Akkreditierung Austria (AQ Austria) akkreditiert wurden. Erhoben wurden auch Studienprogramme im Bereich Industrie 4.0, die geplant aber noch nicht akkreditiert wurden.

⁶⁷ www.htl.at, aufgerufen am 17.08.2016.

⁶⁸ <http://www.schulen-online.at>, aufgerufen am 17.08.2016.

⁶⁹ https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_oberstufe.html, aufgerufen am 17.08.2016.

5.1.2.1 Kohärenzanalyse ausgewählter bestehender Studienangebote

Vergleich ausgewählter Bachelor Studienangebote:

Ziel der Analyse war es, die Schwerpunkte bzw. Ausrichtungen verschiedener Studienangebote zu erheben und miteinander zu vergleichen. Untersucht wurden Angebote auf Bachelor-Ebene im Bereich der Produktionstechnik aufgrund ihrer interdisziplinären Ausrichtung und der Verzahnung von technischen mit wirtschaftlichen Kenntnissen. Verglichen wurde im Zuge dessen der Studienabschluss, die Studiendauer, die Organisationsform der Angebote, die ECTS, die Studienplätze (gemessen an der Anzahl der ordentlichen Studierenden des Wintersemesters 2015/16, mit Ausnahme der Studienprogramme an Universitäten), sowie die Inhalte der Angebote. Informationen zu den jeweiligen Studienangeboten, Curricula, etc. wurden direkt von den Websites der Fachhochschulen bzw. Universitäten abgerufen.

Im Zuge der Kohärenzanalyse wurden die in Tabelle 7 dargestellten Bachelor-Angebote untersucht.

Studienangebot	Anbieter
Dualer Bachelor Produktionstechnik und Organisation	FH Joanneum
Bachelor Innovations- und Produktmanagement	FH Oberösterreich
Dualer Bachelor Smart Engineering of Production Technologies and Processes	FH St. Pölten
Bachelor Smart Systems Engineering	FH Kärnten
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen	FH Kärnten
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen	FH Vorarlberg
Bachelor internationales Wirtschaftsingenieurwesen	FH Technikum Wien
Bachelor Wirtschaftsingenieur	FH Wr. Neustadt
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen	MCI Innsbruck
Bachelor High Tech Manufacturing	FH Campus Wien
Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau	TU Wien
Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau	TU Graz
Bachelorstudium Wirtschaftsingenieurwesen	FH Kufstein
Studienzweig Wirtschaftsingenieurwesen des Bachelorstudiums Informationstechnik	Alpen Adria Universität Klagenfurt

Tabelle 7. Kohärenzanalyse ausgewählter Bachelor Studienangebote.

Quelle: FHSTP (2017)

Was den Inhalt der Studiengänge bzw. -programme betrifft, so vermitteln alle der analysierten Studienangebote ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in den Bereichen Mathematik, Physik, Elektrotechnik, Konstruktionslehre/Maschinenbau, Informatik/Informationstechnologie, Mechanik und Mechatronik/Automatisierungstechnik. Dennoch liegt in den universitären Ausbildungen der Fokus verstärkt auf der Vermittlung von technischen/ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen.

Da auf der Ebene der höheren berufsbildenden Lehranstalten wie der HTL zunehmend wirtschaftliche Elemente in den technischen Ausbildungsschwerpunkten gelehrt werden, wurde auch erhoben, inwiefern wirtschaftliche Lehrinhalte im tertiären Bildungssektor eine Rolle spielen. Die Inhaltsanalyse brachte hervor, dass alle der untersuchten Studienangebote auch wirtschaftliche Lehrinhalte in ihren Curricula aufweisen, Unterschiede gibt es allerdings hinsichtlich der Anzahl der angebotenen Inhalte. Abgedeckt werden hier die Bereiche Betriebswirtschaftslehre, Finanzierung/Controlling, rechtliche Grundlagen, Organisationslehre und Projektmanagement. Ausnahmen bilden die FH St. Pölten und die FH Kärnten (Studiengang Systems Engineer) mit jeweils lediglich zwei Elementen im Bereich der Wirtschaft. Bereits 5 der untersuchten Studienangebote vermitteln im Zuge des Studienplans zudem Kompetenzen im Innovationsmanagement.

Mit Ausnahme der TU Graz sind in allen analysierten Studienangeboten Inhalte aus dem Bereich der Produktionstechnik bzw. des Produktmanagements enthalten. Gelehrt wird hier in den Bereichen Qualitätsmanagement, Produktentwicklung/-entstehung, Informationssystemen, Logistik/Supply Chain Management sowie Fertigungs-/Verfahrenstechnik. Auffallend ist, dass die Fachhochschulen hier ein breiteres Spektrum abdecken als die Universitäten. In Hinblick auf Industrie 4.0 beschäftigen sich 4 der untersuchten Fachhochschulen in ihren Studienplänen mit den Themen E-Business, Produktionsautomation, IT-Sicherheit in der Produktion oder der digitalen Produktentwicklung.

Von den insgesamt 14 analysierten Studienangeboten werden in 4 Studiengängen/-programmen keine Wahlpflichtfächer oder Spezialisierungen geboten. Diese vier Angebote verzeichnen jedoch eine höhere Anzahl an Lehrveranstaltungen im Bereich der Produktionstechnik bzw. des Produktmanagements.

In den universitären Studienangeboten wird auf die Integration von überfachlichen Kompetenzen verzichtet, lediglich wissenschaftliches Arbeiten wird hier gelehrt. In den Studienangeboten der Fachhochschulen werden die Bereiche Präsentationstechnik, Moderationstechnik, Teambuilding sowie Englisch vermittelt. Darüber hinaus ist in zwei der 14 untersuchten Angebote auch die Thematik der „Cross Cultural Communication“ bzw. der „Intercultural Awareness“ im Studienplan enthalten.

Darüber hinaus kann der starke Praxisbezug der Fachhochschulen hervorgehoben werden: Während praktische Problemstellungen in den universitären Studienangeboten in Form von Übungen, Laborprojekten oder Lehrwerkstätten vermittelt werden, ist in den Fachhochschulangeboten zusätzlich zu Projekten/Projektarbeiten ein Berufspraktikum in einem Unternehmen vorgesehen. Weiters werden 8 der untersuchten Fachhochschulstudiengänge auch berufsbegleitend angeboten. Drei der Angebote sind nach dem dualen Modell gestaltet, das bedeutet mit abwechselnden Theoriephasen an der Fachhochschule und Praxisphasen in einem Unternehmen.

Vergleich ausgewählter Master Studienangebote:

Ziel der Analyse war es auch hier, die Schwerpunkte bzw. Ausrichtungen verschiedener Studienangebote zu erheben und miteinander zu vergleichen. Untersucht wurden Angebote auf Master-Ebene im Bereich der Mechatronik aufgrund der interdisziplinären Ausrichtung dieses Fachbereichs. Verglichen wurde im Zuge dessen der Studienabschluss, die Studiendauer, die Organisationsform der Angebote, die ECTS, die Studienplätze (gemessen an der Anzahl der ordentlichen Studierenden des Wintersemesters 2015/16, mit Ausnahme der Studienprogramme an Universitäten), sowie die Inhalte der Angebote. Auch hier wurden Informationen zu den Studienangeboten direkt von den Websites der jeweiligen Hochschulen abgerufen.

Im Zuge der Kohärenzanalyse wurden die in Tabelle 8 dargestellten Master-Angebote untersucht.

Studienangebot	Anbieter
Master Mechatronik/Wirtschaft	FH Oberösterreich
Master Mechatronik	FH Wr. Neustadt
Master Mechatronik/Robotik	FH Technikum Wien
Master Mechatronics	FH Vorarlberg
Master Mechatronics & Smart Technologies	MCI Innsbruck
Master Mechatronik	JKU Linz
Master Mechatronik	Universität Innsbruck

Tabelle 8. Kohärenzanalyse ausgewählter Master Studienangebote.

Quelle: FHSTP (2017)

Auch in den Studienangeboten mit Master-Abschluss werden ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in den Bereichen Mathematik und Informatik/Elektronik vermittelt. Der Fokus liegt hier jedoch deutlich in der Spezialisierung/Vertiefung, der Vermittlung von technischen Grundlagen wird, im Vergleich zu den Bachelorstudienangeboten, in den Curricula der Masterstudiengänge bzw. -programme eine geringe Rolle beigemessen.

Im Zuge der Analyse wurde ebenso die Integration wirtschaftlicher Lehrinhalte erhoben: Im Gegensatz zu den universitären Angeboten werden in den Fachhochschulstudiengängen auch wirtschaftliche Elemente gelehrt, wie zum Beispiel Controlling, Innovationsmanagement oder Unternehmensführung.

Darüber hinaus fördern die Master Studienangebote der Fachhochschulen im Gegensatz zu den universitären Angeboten die Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen. In den Curricula enthalten sind hier beispielsweise Englisch, Führungskompetenz oder wissenschaftliches Arbeiten.

Zudem weisen die Angebote der Fachhochschulen einen starken Praxisbezug auf: Insgesamt werden 4 der 5 untersuchten Studienangebote auch berufsbegleitend angeboten.

5.1.2.2 Vergleich der vermittelten Kompetenzen im Studium mit den Industrie Anforderungen

Vergleich Bachelor Studienangebote:

Um feststellen zu können, ob bzw. inwiefern die Kompetenzen von HochschulabsolventInnen mit den Anforderungen von Unternehmen übereinstimmen, wurde ein Abgleich der vermittelten Kompetenzen von Studienangeboten mit den geforderten Kompetenzen in Stellenausschreibungen/Anzeigen von Unternehmen vorgenommen. Auch hier wurde die Analyse auf die oben bereits angeführten Bachelor Studienangebote aus dem Bereich der Produktionstechnik eingeschränkt. Informationen zu den vermittelten Kompetenzen wurden direkt von den Websites der Hochschulen übernommen. Aufgrund der Vielzahl an Stellenausschreibungen, deren systematische Analyse den Rahmen dieser Studie sprengen würde, wurden offene Stellenanzeigen⁷⁰ in einigen der Unternehmen der befragten betrieblichen ExpertInnen im Bereich der Produktion untersucht. Folgende Positionen wurden in die Analyse einbezogen:

- Senior Quality Assurance Engineer (m/w)
- LieferantenentwicklerIn - Supplier Quality Assurance
- Industrial Engineer (m/w)
- Produktionstechnologe/IN
- Product Engineer
- IT System Engineer (m/w)

Fachliche Kompetenzen	
Vermittelte Qualifikation der Bachelor Studienangebote	Anforderungen der Unternehmen
Technische Grundlagenausbildung, technisches Know-How	Fundierte technische Ausbildung
Breites Wissen über alle Abläufe entlang der Wertschöpfungskette	Ausgezeichnetes technisches Verständnis
Ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen unter Einsatz von EDV (Informatik) mit naturwissenschaftlichen Methoden (Mathematik) zu lösen	
Einbinden von aktuellen Trends/Entwicklungen	
Interdisziplinäre Problemlösungs- und Handlungskompetenz	
Hoher Praxisbezug	Mehrjährige Berufserfahrung
Wirtschaftliche Ausbildung	Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse
Zertifizierungen im Zuge des Studiums	SAP-Kenntnisse
Projektmanagement	Projektmanagement-Fähigkeiten
Vertiefende Kenntnisse im Bereich der Produktionstechnologie	Tiefgehende Kenntnisse in Fertigungstechnologie
	Sicherer Umgang mit MS Office, insbesondere MS Excel (Pivot)

Tabelle 9. Abgleich der fachlichen Kompetenzen ausgewählter Bachelorstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.
Quelle: FHSTP (2017)

Tabelle 9 und Tabelle 10 zeigen den Vergleich der vermittelten Kompetenzen der Studienangebote mit den geforderten Kompetenzen in den Stellenanzeigen der Unternehmen.

⁷⁰ Eine Kopie der Stellenanzeigen findet sich im Anhang unter Kapitel 11.1.1.

Die Tabellen verdeutlichen, dass die untersuchten Studienangebote den Studierenden nicht nur die geforderten Kompetenzen der Unternehmen vermitteln, sondern den AbsolventInnen ein umfassendes Spektrum an Kompetenzen mit auf den Weg geben. Die Analyse zeigt aber auch, dass überfachliche Kompetenzen, wie beispielsweise kritisches Denken oder interkulturelle Kompetenz in der hochschulischen Ausbildung an Bedeutung gewinnen. An den Fachhochschulen bieten zudem das berufsbegleitende Studium und das duale Studienmodell die Möglichkeit, bereits die von Unternehmen gewünschte mehrjährige Berufserfahrung aufzuweisen.

Überfachliche Kompetenzen	
Vermittelte Qualifikation der Bachelor Studienangebote	Anforderungen der Unternehmen
Teamfähigkeit und Kommunikationsstärke	Teamfähigkeit
Präsentationstechnik, Rhetoriktraining	Redegewandtheit, Professionelles Auftreten, Durchsetzungsvermögen
Lösungsorientierung, lösungsorientiertes Denken	Lösungsorientierung
Interkulturelle Kommunikationskompetenz	Ausgezeichnete Englischkenntnisse
Strukturiertes, projektorientiertes Arbeiten	Strukturierte Arbeitsweise
Genauigkeit	Genauigkeit
Innovationsdenken	
Zielorientiertes Arbeiten	
Kompetenz zum selbstständigen lebensbegleitenden Lernen	
Kritisches Denken	
	Schnelle Auffassungsgabe
	Hohes Verantwortungsbewusstsein

Tabelle 10. Abgleich der überfachlichen Kompetenzen ausgewählter Bachelorstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.

Quelle: FHSTP (2017)

Obwohl die Anforderungen der Industrie von den Hochschulen gut abgedeckt werden, liegt dennoch in vielen Unternehmen ein Fachkräftemangel vor. Ein Grund hierfür könnte in der Beschränkung der Studienplätze an den Fachhochschulen liegen, denn mit Ausnahme der FH Wiener Neustadt und dem Technikum Wien liegt die Anzahl der Studienplätze wie auch die Anzahl der StudienanfängerInnen im Wintersemester 2015/16 der analysierten Studiengänge unter 60 Studienplätzen bzw. StudienanfängerInnen.⁷¹

An der Entwicklung der StudienanfängerInnen im Vergleich zum Vorjahr 2014/15 ist zudem eine steigende Nachfrage an Studiengängen im Bereich der Produktionstechnik erkennbar: Mit Ausnahme der FH Wiener Neustadt, des IMC Innsbruck und der FH Vorarlberg konnte in allen der analysierten Studiengänge im Jahr 2015/16 ein Anstieg an StudienanfängerInnen verzeichnet werden. Dies zeigt die nachfolgende Abbildung 33.

⁷¹ Die Anzahl der verfügbaren Studienplätze wurde direkt von den Websites der analysierten Studiengänge abgerufen, Quelle für die Anzahl der StudienanfängerInnen im Wintersemester 2015/16 bildete eine Auswertung nach „Ordentliche Studierende an Fachhochschul-Studiengängen nach Erhalter“ mit uni:data, abgerufen unter: <https://suasprod.noc-sci-ence.at/XLCubedWeb/WebForm/ShowReport.aspx?rep=004+studierende/002+fachhochschulen/014+ordentliche+studienanf%C3%A4ngerinnen+an+fh+nach+organisationsform+der+studierenden.xml&toolbar=true>.

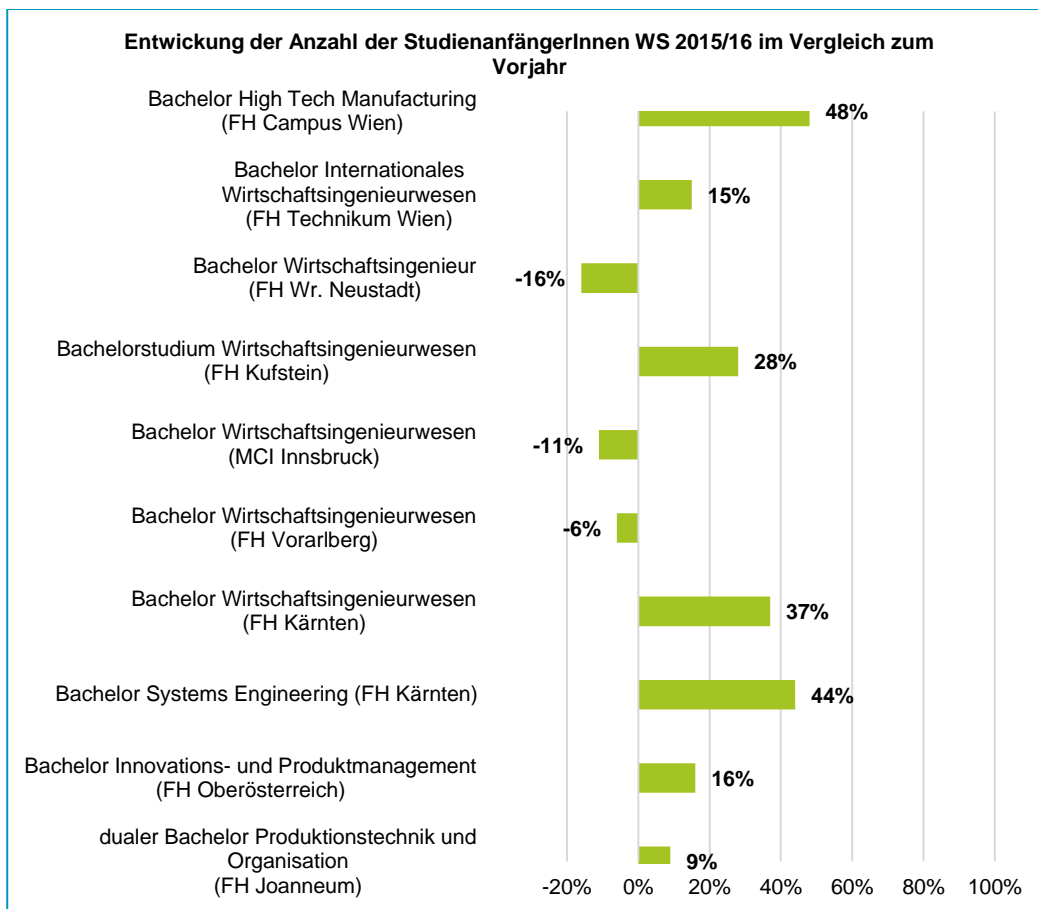


Abbildung 33. Entwicklung der Anzahl der StudienanfängerInnen 2015/16.

Quelle: FHSTP (2017) nach der Auswertung mit uni:data

Vergleich Master Studienangebote:

Um feststellen zu können, ob bzw. inwiefern die Kompetenzen von Hochschul-AbsolventInnen mit den Anforderungen von Unternehmen übereinstimmen, wurde ein Abgleich der vermittelten Kompetenzen von Studienangeboten mit den geforderten Kompetenzen in Stellenausschreibungen/Anzeigen von Unternehmen ebenfalls für die Master Studienangebote vorgenommen. Auch hier wurde die Analyse auf die oben bereits angeführten Master Studienangebote aus dem Bereich der Mechatronik eingeschränkt. Informationen zu den vermittelten Kompetenzen wurden direkt von den Websites der Hochschulen übernommen. Aufgrund der Vielzahl an Stellenausschreibungen, deren systematische Analyse den Rahmen dieser Studie sprengen würde, wurden offene Stellenausschreibungen⁷² in einigen der Unternehmen der befragten betrieblichen ExpertInnen im Bereich der Mechatronik untersucht.

Folgende Positionen wurden in die Analyse einbezogen:

- Automatisierungstechniker (m/w)
- Spezialist/in Instandhaltung/TPM (m/w)
- Inbetriebnahmetechniker/in
- Instandhaltungsingenieur/in

⁷² Eine Kopie der Stellenausschreibungen findet sich im Anhang unter Kapitel 11.1.2.

Tabelle 11 und Tabelle 12 zeigen den Vergleich der vermittelten Kompetenzen der Studienangebote mit den geforderten Kompetenzen in den Stellenanzeigen der Unternehmen.

Fachliche Kompetenzen	
Vermittelte Qualifikation der Master Studienangebote	Anforderungen der Unternehmen
Technische Aufgabenstellungen auch in ihren betriebswirtschaftlichen Auswirkungen hinsichtlich Kosten, Ertrags-, Finanz- und Erfolgskennzahlen professionell beurteilen, technische Grundlagen	Fundierte technische Ausbildung (HTL/FH)
Ausbildung auf dem neuesten Stand	
Komplexeste technische Zusammenhänge zu analysieren, zu beschreiben, zu modellieren und zu simulieren	Ausgeprägtes technisches Verständnis
Interdisziplinäres Herangehen bei der Entwicklung, Produktion und Vermarktung innovativer, integrierter Produkte und Systeme	
Integration der unterschiedlichen Disziplinen in ein Gesamtsystem, unter Berücksichtigung spezifischer Kenntnisse insbesondere aus den Fächern Elektrotechnik, Informatik und Mechanik Mechatronische Probleme analysieren und innovative technische Lösung entwickeln	Umfangreiches mechanisches wie elektrotechnisches Verständnis
Hoher Praxisbezug	Mehrjährige Berufserfahrung

Tabelle 11. Abgleich der fachlichen Kompetenzen ausgewählter Masterstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.

Quelle: FHSTP (2017)

Überfachliche Kompetenzen	
Vermittelte Qualifikation der Master Studienangebote	Anforderungen der Unternehmen
Technologiefolgenabschätzung	Analytisches Denken
Teamfähigkeit	Teamfähigkeit
Selbstständigkeit und Lernfähigkeit	Selbstständige Arbeitsweise, Lernbereitschaft
Soziale und Gender Kompetenz	Gute Kommunikationsfähigkeit und Ausdrucksweise
Internationale Kontakte	Gute Englischkenntnisse
Problemlösungskompetenz	Fähigkeit zur systematischen Problemlösung
Vorbereitung auf Führungsverantwortung, Führungskompetenzen	Gute organisatorische und koordinative Fähigkeiten
Flexibilität	Flexibilität
Strukturierte Arbeitsweise	Strukturierte Arbeitsweise
Kritik- und Entscheidungsfähigkeit	
	Zuverlässigkeit
	Kundenorientiertes Auftreten
	Einsatzbereitschaft, Initiative

Tabelle 12. Abgleich der überfachlichen Kompetenzen ausgewählter Masterstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.

Quelle: FHSTP (2017)

Auch bei den Master Studienangeboten stimmen die Kompetenzen, die die AbsolventInnen der verschiedenen Hochschulen mitbringen, mit den Anforderungen der Unternehmen überein. Wie die Tabelle zeigt, werden ebenso in den Master Studienangeboten zusätzlich zur fachlichen Ausbildung umfassende überfachliche Kompetenzen vermittelt. Wie schon beim Bachelor, so ermöglicht die berufsbegleitende Organisationsform auch bei Master-AbsolventInnen die Chance, mehrjährige Berufserfahrung vorweisen zu können.

Die Anforderungen der Industrie werden von den Hochschulen gut abgedeckt, dennoch liegt in vielen Unternehmen ein Fachkräftemangel vor. Ein möglicher Grund hierfür könnte die stagnierende bzw. rückläufige Anzahl an StudienanfängerInnen in diesem Bereich sein, wie in Abbildung 34 ersichtlich.

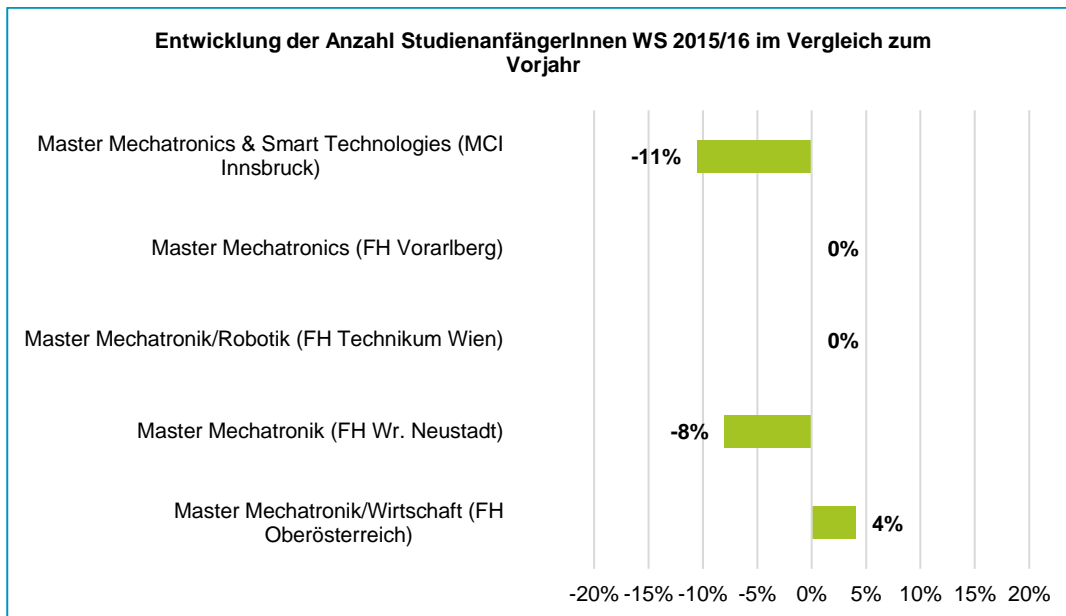


Abbildung 34. Entwicklung der Anzahl der StudienanfängerInnen 2015/16.

Quelle: FHSTP (2017) nach der Auswertung mit uni:data, aufgerufen unter: Fehler! Linkreferenz ungültig.

Der Masterstudiengang „Mechatronics & Smart Technologies“ am MCI Innsbruck wurde im Jahr 2015 zudem verändert (Genehmigung durch die AQ Austria im Juni 2015⁷³), um der geplanten Erweiterung in Richtung ‚smarter‘ Technologien gerecht zu werden und so zu einer Vernetzung der einzelnen Fachgebiete beizutragen. So wurde nicht nur die Bezeichnung des Studiengangs in „Mechatronics & Smart Technologies“ geändert, sondern die Studierenden können sich nun auch in der neuen Vertiefung „Elektrotechnik“ stärker spezialisieren.⁷⁴ Dennoch ist die Anzahl der StudienanfängerInnen aber rückläufig.

⁷³ Siehe dazu aktuelle Entscheidungen der AQ Austria, aufgerufen unter: https://www.aq.ac.at/de/akkreditierte-hochschulen-studien/entscheidungen_fh.php, Gutachten verfügbar unter: https://www.aq.ac.at/de/akkreditierte-hochschulen-studien/dokumente-entscheidungen-fh/MCI_AeA_0620_Gutachten_Veroeffentlichung.pdf?m=1446130254.

⁷⁴ Ergebnisbericht verfügbar unter: https://www.aq.ac.at/de/akkreditierte-hochschulen-studien/dokumente-entscheidungen-fh/MCI_AeA_0620_Ergebnisbericht.pdf?m=1446129719.

5.1.2.3 Sonstige Initiativen im tertiären Bildungssektor

Stiftungsprofessur⁷⁵:

Die Ausschreibung einer „Stiftungsprofessur“ durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) verfolgt das Ziel, wichtige Wissensbereiche für den Innovationsstandort Österreich zu unterstützen und einen Beitrag zur vertiefenden Weiterentwicklung von Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu leisten.⁷⁶

Die 1. Ausschreibung wurde 2014 gemeinsam vom BMVIT und der Marshallplan-Jubiläumstiftung mit zwei Schwerpunkten aus dem Themenbereich "Produktion der Zukunft" durchgeführt. In der 2. Ausschreibung 2015 wurden die Schwerpunkte auf Nachhaltige Transportlogistik 4.0, Innovative Werkstoffe und Fertigungstechniken mit Schwerpunkt Luftfahrt, Data Science und Industrie 4.0 gesetzt. In der diesjährigen 3. Ausschreibung (2017) sind weitere Stiftungsprofessuren zum Thema Elektronik basierte Systeme aus der Initiative IKT der Zukunft geplant.⁷⁷

Zum Thema Industrie 4.0 wurde in der zweiten Ausschreibung eine Stiftungsprofessur an die Technische Universität Wien für das Projekt „HCCPPAS“ vergeben. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf „Cyber Physical Production and Assembly Systems“ mit besonderer Schwerpunktsetzung auf die Forschung und Entwicklung der Interoperabilität von Technologie, Mensch und Organisation.⁷⁸

Pilotfabrik Industrie 4.0 (Technische Universität Wien)⁷⁹:

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) beabsichtigte 2016 die Förderung von drei Pilotfabriken im Themenfeld Industrie 4.0 mit einem Gesamtvolumen von ca. 4 Millionen Euro. Aufgerufen waren dabei vor allem Universitäten, Fachhochschulen, Kompetenzzentren und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen ihr Interesse zur Einrichtung einer Pilotfabrik zu bekunden.⁸⁰

Folgende Merkmale sind demnach, der FFG zufolge, kennzeichnend für eine Pilotfabrik:

„Eine Pilotfabrik ist ein realitätsnahes Modell einer Fabrik in einem Labor. An einem zentralen physischen Ort stehen reale Maschinen und Logistiksysteme (geförderte F&E Infrastruktur) als neutrale Test- und Forschungsumgebung zur Verfügung. Pilotfabriken stellen keine kommerzielle Produktion dar, sondern dienen der Erforschung, Entwicklung, dem Testen oder der Demonstration von neuen Methoden, Verfahren, Technologien oder Prozessen in einem realistischen Umfeld, ohne die laufende Produktion der involvierten Unternehmen an deren Produktionsstätten zu beeinflussen.“⁸¹

Die Pilotfabrik Industrie 4.0 der technischen Universität Wien verfolgt drei inhaltliche Schwerpunkte:⁸²

- die Stärkung der Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Produktionstechnik,
- die Erweiterung der Ausbildungsbildungsaktivitäten in der akademischen Ausbildung wie auch in der berufs begleitenden Weiterbildung für Unternehmensinteressenten
- Wissens-/Innovationstransfer

Die Zielgruppe der Pilotfabrik sind dabei vor allem kleine und mittlere Unternehmen, deren Bedürfnisse bei den Aktivitäten der Pilotfabrik auch berücksichtigt würden. Angesiedelt ist die Pilotfabrik derzeit in der Seestadt Aspern in Wien. Dort werden Themen wie Industrie 4.0, neue Methoden und Produktionsverfahren in der Pilotfabrik erforscht und entwickelt, damit sie später von Unternehmen in ihrer regulären Produktion aufgenommen werden können.⁸³

⁷⁵ Siehe dazu <https://www.ffg.at/programme/stiftungsprofessuren>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁷⁶ Vgl. <https://www.ffg.at/programme/stiftungsprofessuren>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁷⁷ Vgl. <https://www.ffg.at/programme/stiftungsprofessuren>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁷⁸ Vgl. <https://www.ffg.at/presse/stoeger-neue-forschungsgebiete-erschliessen-und-die-besten-ins-boot-holen>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁷⁹ Siehe dazu <http://pilotfabrik.tuwien.ac.at/>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁸⁰ Vgl. <https://www.ffg.at/pilotfabrik2016>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁸¹ <https://www.ffg.at/pilotfabrik2016/interessensbekundung>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁸² Vgl. <http://pilotfabrik.tuwien.ac.at/die-pilotfabrik-der-tu-wien/zielsetzung/>, aufgerufen am 28.02.2017.

⁸³ Vgl. <http://pilotfabrik.tuwien.ac.at/2015/08/24/oesterreichs-erste-pilotfabrik-eroeffnet-in-der-seestadt-aspern/>, aufgerufen am 28.02.2017.

5.1.3 Überblick geplanter Studienangebote mit Bezug zu Industrie 4.0⁸⁴

Im folgenden Teilabschnitt werden stichprobenartig geplante, aber noch nicht von der AQ Austria akkreditierte Studienangebote aufgezeigt, die einen starken Bezug zu Industrie 4.0 aufweisen. Anhand einer kurzen Beschreibung sowie eines Kurzprofils werden die wichtigsten Eckpunkte der verschiedenen Angebote dargestellt, wodurch die unterschiedliche Herangehensweise der verschiedenen Fachhochschulen an die Thematik Industrie 4.0 sichtbar wird. Erkennbar ist hier aber auch der deutliche Fokus auf das Anbieten von Masterstudiengängen mit berufsbegleitender Organisationsform.

5.1.3.1 Masterstudium Safety and Systems Engineering (FH Campus Wien)⁸⁵

Das berufsbegleitende Masterstudium Safety and Systems Engineering soll System-Denken sowohl auf der Engineering- als auch auf der Managementebene mit Technologie-Know-how zusammenzuführen. Studierende sollen dabei lernen, ein technisches System über den gesamten System-Lebenszyklus zu betrachten. Die geforderten Safety-Normen richtig zu interpretieren und umzusetzen sowie geeignete Safety-Analyse Methoden anzuwenden und den Sicherheitsnachweis entsprechend darzustellen, sind weitere wichtige Elemente des Studiums. Eine vergleichbare Ausbildung in Europa bietet, der FH Campus Wien zufolge, derzeit lediglich die englische University of York an, hier liegt die Konzentration allerdings auf militärischer Sicherheit.⁸⁶

Art des Studium	Masterstudium
ECTS	120
Dauer des Studiums	4 Semester
Abschluss	Master of Science in Engineering (MSc)
Organisationsform	berufsbegleitend
Studienplätze	20
Geplanter Start des Studiengangs	WS 2017/18

Tabelle 13. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Safety and Systems Engineering“ an der FH Campus Wien.
Quelle: FHSTP (2017)

5.1.3.2 Masterstudium Integrative Stadtentwicklung – Smart City (FH Technikum Wien)⁸⁷

Der berufsbegleitende Masterstudiengang Integrative Stadtentwicklung – Smart City an der FH Technikum Wien bildet ExpertInnen im Bereich Smart Cities aus. Inhaltlich im Fokus stehen dabei die Entwicklung und Umsetzung von IT-gestützten und stadt-integrativen Lösungen zur Erreichung einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung in den Domänen von Mobilität und erneuerbare Energien.⁸⁸

Art des Studium	Masterstudium
ECTS	120
Dauer des Studiums	4 Semester
Abschluss	Master of Science in Engineering (MSc)
Organisationsform	berufsbegleitend
Studienplätze	28
Geplanter Start des Studiengangs	WS 2017/18

Tabelle 14. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Integrative Stadtentwicklung – Smart City“ an der FHTW.
Quelle: FHSTP (2017)

⁸⁴ vorbehaltlich der Genehmigung durch die AQ Austria

⁸⁵ Siehe dazu Presseaussendung der FH Campus Wien am 27.06.2016, aufgerufen unter: <https://www.fh-campuswien.ac.at/die-fh/presse-service.html>

⁸⁶ Siehe <https://www.fh-campuswien.ac.at/studium/studien-und-weiterbildungsangebot/detail/safety-and-systems-engineering.html>

⁸⁷ Siehe dazu Pressemeldung des FH Technikum Wien am 04.08.2016, aufgerufen unter: <https://www.technikum-wien.at/newsroom/pressemeldungen/master-studium-fh-technikum-wien-bildet-expertinnen-fuer-smart-city-aus/>

⁸⁸ Siehe <https://www.technikum-wien.at/studium/master/integrative-stadtentwicklung-smart-city-master-studiengang/>

5.1.3.3 Masterstudium Smart Products & Solutions (FH Kufstein)⁸⁹

Im Fokus des Masterstudiums Smart Products & Solutions an der FH Kufstein steht die integrative Betrachtung von Smarten Produkten und Lösungen aus Sicht der Produktentstehung, der Datengenerierung und Transformation in Unternehmen.⁹⁰

Art des Studium	Masterstudium
ECTS	120
Dauer des Studiums	4 Semester
Abschluss	Master of Science in Engineering (MSc)
Organisationsform	berufsbegleitend
Studienplätze	15
Geplanter Start des Studiengangs	WS 2017/18

Tabelle 15. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Smart Products & Solutions“ an der FH Kufstein.
Quelle: FHSTP (2017)

5.1.3.4 Masterstudium Digital Business Innovation and Transformation (IMC Krems)⁹¹

Der Masterstudiengang „Digital Business Innovation and Transformation“ verfolgt das Ziel, die Absolventinnen und Absolventen in den Bereichen Digital Transformation, Digital Business Innovation und Betriebswirtschaftslehre für die Übernahme von operativen und strategischen Managementaufgaben in einem zukunftsorientierten Unternehmen vorzubereiten.⁹²

Art des Studium	Masterstudium
ECTS	120
Dauer des Studiums	4 Semester
Abschluss	Master of Arts in Business (MA)
Organisationsform	berufsbegleitend
Studienplätze	begrenzt
Geplanter Start des Studiengangs	WS 2017/18

Tabelle 16. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Digital Business Management“ an der IMC Krems.
Quelle: FHSTP (2017)

⁸⁹ Siehe dazu <https://www.fh-kufstein.ac.at/Studieren/Master/Smart-Products-Solutions-BB>, aufgerufen am 10.03.2017.

⁹⁰ Siehe dazu <https://www.fh-kufstein.ac.at/Studieren/Master/Smart-Products-Solutions-BB>, aufgerufen am 10.03.2017.

⁹¹ Siehe dazu <https://www.fh-krems.ac.at/de/studieren/master/digital-business-innovation-and-transformation/details-zum-studium/>, aufgerufen am 28.02.107.

⁹² Siehe dazu <https://www.fh-krems.ac.at/de/studieren/master/digital-business-innovation-and-transformation/details-zum-studium/>, aufgerufen am 28.02.107.

5.2 Änderungen/Weiterentwicklung von Weiterbildungsangeboten

Nachdem auf Änderungen/Weiterentwicklungen im schulischen sowie hochschulischen Bereich eingegangen wurde, sollen nun stichprobenartig Änderungen/Weiterentwicklungen im Bereich der Weiterbildungsangebote erläutert werden. Danach werden ausgewählte Förderungsprogramme bzw. regionale Angebote im Besonderen eingegangen.

5.2.1 Änderungen/Weiterentwicklung von Weiterbildungsangeboten

Um Änderungen bzw. Weiterentwicklungen der Weiterbildungsangebote zu erheben, wurde eine Analyse von neu angebotenen Kursen der Wirtschaftsförderungsinstitute und des Berufsförderungsinstitutes durchgeführt. Allerdings war eine systematische Erfassung der Änderungen bzw. Weiterentwicklungen der Angebote nicht möglich. Der Grund dafür lag in der Zugänglichkeit der Daten. Entwicklungen oder neue Angebote werden von den Weiterbildungsinstitutionen nicht zentral erhoben, sondern von den einzelnen Landesstellen erfasst. Aus diesem Grund wurden die jeweiligen Landesstellen der Weiterbildungsinstitute als Datenquelle für die Analyse herangezogen. Neue Angebote des BFI wurden stichprobenartig von den Landesstellen Tirol, Steiermark und Salzburg in die Analyse miteinbezogen. Vom WIFI wurden stichprobenartig Daten aus den Landesstellen Steiermark, Niederösterreich und Oberösterreich geliefert.

Die Analyse der Angebote ergab, dass neue Angebote im technischen Bereich den Fachgebieten der Automatisierungs-/Steuerungs-/Regelungstechnik, Elektrotechnik/Elektronik, Informationstechnologie/Informatik, Maschinenbau oder der Produktion zuzuordnen sind.

Auffallend ist, dass kaum neue Angebote mit dem expliziten Titel „Industrie 4.0“ angeboten wurden. Durch die fehlende einheitliche Definition des Begriffs und die unterschiedliche Implementierung in den Unternehmen ist eine Ausbildung mit dem konkreten Titel Industrie 4.0 aber auch den betrieblichen ExpertInnen zufolge nicht zielführend.

5.2.2 Programm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“⁹³

Im Bereich der Weiterbildungen wurde neben den Angeboten der Weiterbildungsinstitutionen auch das Förderprogramm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“ des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (bmwfw) als Beispiel für nationale Weiterbildungsmöglichkeit bzw. Fördermöglichkeit speziell für Unternehmen untersucht:

5.2.2.1 Qualifizierungsseminare⁹⁴

Qualifizierungsseminare fördern kurzfristige, zeitlich begrenzte und maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahmen zwischen Unternehmen (KMU) und Universitäten bzw. Fachhochschulen. Sie dienen dem Aufbau von Kompetenzen in den beteiligten Unternehmen und sollen den Einstieg in neue Technologien erleichtern.⁹⁵ Die maximale Förderungshöhe pro Vorhaben beträgt 50.000 EUR. Beispiele für solche Qualifizierungsseminare sind unter anderem Qualifizierungsmaßnahmen⁹⁶

- zu aktuellen Technologieentwicklungen
- zur Einführung neuer Technologien in Unternehmen
- zu unternehmensrelevanten FTEI-Fragestellungen
- für Innovationen im Dienstleistungsbereich (z.B. Service Engineering)

⁹³ Siehe dazu <https://www.ffg.at/Forschungskompetenzen>, aufgerufen am 12.01.2017.

⁹⁴ Siehe dazu <https://www.ffg.at/Qualifizierungsseminare>, aufgerufen am 12.01.2017.

⁹⁵ Vgl. <https://www.ffg.at/Forschungskompetenzen>, aufgerufen am 12.01.2017.

⁹⁶ Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/qualifizierungsseminare-3-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

Die Qualifizierungsseminare der FFG wurden 2011 zum ersten Mal angeboten, bisher fanden 4 Ausschreibungen statt.⁹⁷ In der diesjährigen (vierten) Ausschreibung von 10.01.2017 bis 31.10.2017 wurde neben der regulären Förderung auch eine Bildungsprämie in Form einer Pauschalförderung in Höhe von 1.500 EUR für die teilnehmenden Unternehmen vergeben.⁹⁸

Die vierte Ausschreibung wurde den Themenfeldern Digitalisierung und EduTech gewidmet⁹⁹. Im Rahmen der dritten Ausschreibung von 27.07.2015 bis 31.10.2016 wurde aber explizit ein Schwerpunkt auf Projekte zum Thema Industrie 4.0 gelegt¹⁰⁰.

5.2.2.2 Qualifizierungsnetze¹⁰¹

Als Qualifizierungsnetze werden von der FFG zeitlich begrenzte, maßgeschneiderte Qualifizierungsmaßnahmen zwischen Unternehmen und Hochschulen mit max. 500.000 EUR pro Vorhaben definiert. Dabei sind Universitäten oder Fachhochschulen gemeinsam mit Unternehmen aufgerufen, Ausbildungsangebote zu konzipieren und durchzuführen. Ziel dieser Angebote ist es der FFG zufolge, maßgeschneiderte Angebote für Unternehmen zu entwerfen, die auf den Qualifizierungsbedarf der beteiligten Unternehmen abgestimmt sind.¹⁰² Die Qualifizierungsnetze sollen im Gegensatz zu den Qualifizierungsseminaren Kompetenzen in den beteiligten Unternehmen vertiefen und vor allem die Innovationskompetenz ausbauen.¹⁰³ Als Beispiele für solche Qualifizierungsnetze können angeführt werden:¹⁰⁴

- Schulungen zu aktuellen Technologieentwicklungen
- Schulungen zur Einführung neuer Technologien in Unternehmen
- Schulungen zu unternehmensrelevanten FTEI-Fragestellungen
- Schulungen zu neuen Anwendungsfeldern
- Schulungen zur Kompetenz- und Kreativitätserhöhung
- Schulungen zum Aufbau von Innovations- und Nachfragekompetenz

Erstmals wurden die „Qualifizierungsnetze“ im Oktober 2011 vergeben, bisher fanden 3 Ausschreibungen statt. Dabei wurden Förderungen in der Höhe von etwa 14 Millionen Euro für insgesamt 32 Projekte vergeben.

In der vergangenen Ausschreibung von 14.12.2015 bis 18.04.2016 wurden 11 Projekte mit einem Fördervolumen von insgesamt 5 Millionen Euro gefördert. Zudem wurde von der FFG ein besonderer Schwerpunkt auf Projekte zum Thema Industrie 4.0 gesetzt.¹⁰⁵ Insgesamt 5 der Projekte befassen sich gezielt mit Industrie 4.0, wobei folgende Problemstellungen/Ziele bearbeitet werden/wurden:¹⁰⁶

- computergestützte Planung und Fertigung mit systematisierten Bauweisen aus Holz
- Kompetenzvertiefung im Themenfeld Industrie 4.0 in den beteiligten Unternehmen

⁹⁷ Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/qualifizierungsseminare-1-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

⁹⁸ Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/qualifizierungsseminare-4-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

⁹⁹ Vgl. Ebd.

¹⁰⁰ Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/qualifizierungsseminare-3-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰¹ Siehe dazu <https://www.ffg.at/qualifizierungsnetze>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰² Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/qualifizierungsnetze-1-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰³ Vgl. <https://www.ffg.at/Forschungskompetenzen>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰⁴ Vgl. Ebd.

¹⁰⁵ Vgl. <https://www.ffg.at/3-ausschreibung-qualifizierungsnetze/geoerderte-projekte>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰⁶ Vgl. <https://www.ffg.at/presse/mittlerlehner-klein-und-mittelbetriebe-ruesten-sich-fuer-industrie-40>, aufgerufen am 12.01.2017.

- Aufbau von Know-How im Bereich Industrie 4.0 in den beteiligten Unternehmen, um Vorteile von Industrie 4.0 im eigenen Unternehmen bewerten und umsetzen zu können, Aufbau eines Wettbewerbsvorsprungs durch die rechtzeitige Implementierung von neuen Technologien
- Planung und Umsetzung hochspezialisierter Module und Wissensaustausch zum Thema "Sichere Softwareentwicklung"
- Qualifizierung des Value Networks Süd in den High-Tech-Bereichen Elektronik, IT & Systemlösungen

5.2.2.3 Innovationslehrgänge¹⁰⁷

Innovationslehrgänge sind längerfristige, zeitlich begrenzte Qualifizierungsnetzwerke in neuralgischen und derzeit unterbesetzten Themenfeldern. Das Angebot soll die Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationskompetenz der teilnehmenden Mitarbeitenden erhöhen und muss in Kooperation zwischen mindestens drei Unternehmen und mindestens einer Universität oder Fachhochschule aufgesetzt werden. Ziele dieser Lehrgänge sind weiters die Intensivierung des Wissenstransfers zwischen Universitäten bzw. Fachhochschulen und Unternehmen sowie der Beitrag zu einer stärkeren Verankerung unternehmensrelevanter Lehr- und Forschungsschwerpunkte an österreichischen Universitäten und Fachhochschulen.¹⁰⁸ Die maximale Förderungshöhe pro Vorhaben beträgt 1.000.000 EUR.¹⁰⁹

Beispiele solcher Innovationslehrgänge sind Qualifizierungsmaßnahmen:¹¹⁰

- zu aktuellen Technologieentwicklungen
- zu unternehmensrelevanten FTEI-Fragestellungen
- zu neuen Anwendungsfeldern in dynamischen Themenstellungen
- zur Kompetenz- und Kreativitätserhöhung in Schlüsseltechnologien
- zum Aufbau von Innovations- und Nachfragekompetenz
- zur Einführung neuer Technologien in Unternehmen

Auch im Bereich der Innovationslehrgänge wurde in der zweiten Ausschreibung von 27.07.2015 bis 30.11.2015 der Schwerpunkt auf das Themengebiet Industrie 4.0 gesetzt.¹¹¹ Bei der aktuellen, dritten Ausschreibung von 10.01.2017 bis 31.05.2017 liegt der Fokus auf den beiden Themenbereichen Digitalisierung und EduTech.¹¹²

¹⁰⁷ Siehe dazu <https://www.ffg.at/innovationslehrgaenge>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰⁸ Vgl. <https://www.ffg.at/Innovationslehrgaenge>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹⁰⁹ Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/innovationslehrgaenge-2-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

¹¹⁰ Vgl. ebd.

¹¹¹ Vgl. ebd.

¹¹² Vgl. <https://www.ffg.at/ausschreibungen/innovationslehrgaenge-3-ausschreibung>, aufgerufen am 12.01.2017.

Geförderte Projekte/Beispiele für solche Innovationslehrgänge sind unter anderem:

DigiTrans 4.0¹¹³:

Qualifizierungsziel des Innovationslehrgangs DigiTrans 4.0 ist es, die teilnehmenden Unternehmen in ihrer Gesamtheit in das Zeitalter von Industrie 4.0 zu führen. Dazu haben sich die Lehrenden fakultätsübergreifend vernetzt, um im Sinne einer Integration von Fachabteilung, Business-IT und Produktions-IT und zur Vernetzung sämtlicher Informationsströme entlang der Wertschöpfungskette unterrichten zu können. Die Zielerreichung dieser schrittweisen Umsetzung von Industrie 4.0 wird durch den modularen und interdisziplinären Aufbau des Innovationslehrgangs erreicht.¹¹⁴

TUSI Bau und Betrieb¹¹⁵:

Mit dem Innovationslehrgang der Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Subsurface Engineering - soll durch innovative Technologien, vernetzte Systeme und Prozesse in Planung, Ausführung und Betrieb die Sicherheit im Tunnel erhöht werden.¹¹⁶

5.2.3 Regionale Weiterbildung

Im Bereich der Weiterbildungen wurden neben den Angeboten der Weiterbildungsinstitutionen auch das Projekt „FoP-Net“ des Landes Niederösterreich und das Regionale Innovations Centrum (RIC) des Landes Oberösterreich als Beispiele für regionale Weiterbildungsmöglichkeit bzw. Fördermöglichkeit speziell für Unternehmen untersucht:

5.2.3.1 Projekt FoP-Net des Landes Niederösterreich¹¹⁷

Das Projekt „FoP-Net | future of production“ ist ein gefördertes Projekt des Landes Niederösterreich. Es ist auf den KMU-Bedarf ausgerichtet und soll der fachlichen Weiterbildung von Beschäftigten in produzierenden und produktionsnahen Bereichen zum Thema Industrie 4.0 dienen. Das 2-jährige Programm umfasst mehr als 40 Seminare zu den vier produktionsspezifischen Themenschwerpunkten Technologie, Infrastruktur, Organisation und Wertschöpfung. Die Seminare aus dem FoP-Net sind dabei als bereichsübergreifende Fachseminare konzipiert. Insgesamt sollen über das Projekt in zwei Jahren rund 100 Schulungstage im Mostviertel abgewickelt werden. Das Konzept sieht idealerweise eine modulweise Buchung vor, es ist aber ebenfalls möglich, Einzelseminare zu buchen.¹¹⁸

5.2.3.2 Regionales Innovations Centrum (RIC) Oberösterreich¹¹⁹

Das Regionale Innovations Centrum (RIC) in Oberösterreich wurde 2007 vom Land Oberösterreich und der BRP-Rotax GmbH & Co KG gegründet. Das angestrebte Ziel dabei war es, ein internationales Partnerschafts- und Kooperations-Netzwerk aufzubauen sowie durch die Vertiefung und Vermittlung von technologischem Wissen zu einem nachhaltigen Kompetenzaufbau beizutragen um für Themen wie Industrie 4.0 gerüstet zu sein.¹²⁰

¹¹³ Siehe dazu <http://www.digitrans.at/>, aufgerufen am 21.02.2017.

¹¹⁴ Siehe dazu <http://www.digitrans.at/>, aufgerufen am 21.02.2017.

¹¹⁵ Siehe dazu <https://www.ffg.at/news/mittlerlehnermahrer-34-millionen-euro-zur-steigerung-der-innovationskraft>, aufgerufen am 28.02.2017.

¹¹⁶ Vgl. <https://www.ffg.at/news/mittlerlehnermahrer-34-millionen-euro-zur-steigerung-der-innovationskraft>, aufgerufen am 28.02.2017.

¹¹⁷ Siehe dazu <https://www.zukunftsakademie.or.at/projektangebot/fop-net>, aufgerufen am 28.02.2017.

¹¹⁸ Siehe dazu <https://www.zukunftsakademie.or.at/projektangebot/fop-net>, aufgerufen am 28.02.2017.

¹¹⁹ Siehe dazu <http://www.ric.at/de/>, aufgerufen am 28.02.2017.

¹²⁰ Siehe dazu <http://www.ric.at/de/>, aufgerufen am 28.02.2017.

5.3 Zusammenfassung

Um aktuellen Entwicklungen gerecht werden zu können, wird den SchülerInnen der höheren technischen Lehranstalten der Freigegegenstand „Entrepreneurship und Innovation“ angeboten. Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen im Bereich Industrie 4.0 wurden darüber hinaus in den Wahlpflichtfächern bzw. -modulen sowie in der Fachpraxis umgesetzt. Zu erwähnen ist hier auch, dass Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen von Ausbildungsschwerpunkten bzw. Fachrichtungen auch in Form von Schulversuchen umgesetzt werden, die in dieser Analyse aber nicht berücksichtigt wurden.

Die Analyse verschiedener Bachelor- und Masterstudienangebote im Bereich der Produktionstechnik und der Mechatronik hat einige Spezifika der Ausbildungen an Fachhochschulen aufgezeigt: In den universitären Studienangeboten wird auf die Integration von überfachlichen Kompetenzen verzichtet, lediglich wissenschaftliches Arbeiten wird hier gelehrt. In den Studienangeboten der Fachhochschulen werden die Bereiche Präsentationstechnik, Moderationstechnik, Teambuilding sowie Englisch vermittelt. Außerdem ist in einigen Angeboten auch die Thematik der „Cross Cultural Communication“ bzw. der „Intercultural Awareness“ im Studienplan enthalten. Somit werden den Studierenden nicht nur fachliche, sondern auch überfachliche Kompetenzen vermittelt.

Darüber hinaus kann der starke Praxisbezug der Fachhochschulen hervorgehoben werden: Während praktische Problemstellungen in den universitären Studienangeboten in Form von Übungen, Laborprojekten oder Lehrwerkstätten vermittelt werden, ist in den Fachhochschulangeboten zusätzlich zu Projekten/Projektarbeiten ein Berufspraktikum in einem Unternehmen vorgesehen.

Da auf der Ebene der höheren berufsbildenden Lehranstalten wie der HTL zunehmend wirtschaftliche Elemente in den technischen Ausbildungsschwerpunkten gelehrt werden, wurde auch erhoben, inwiefern wirtschaftliche Lehrinhalte im tertiären Bildungssektor eine Rolle spielen. Die Inhaltsanalyse brachte hervor, dass bei den Bachelorstudienangeboten alle der untersuchten Studienangebote auch wirtschaftliche Lehrinhalte in ihren Curricula aufweisen, Unterschiede gibt es allerdings hinsichtlich der Anzahl der angebotenen Inhalte. Bei den Studienangeboten mit Masterabschluss fanden sich wirtschaftliche Elemente in der Ausbildung nur in Angeboten an den Fachhochschulen.

Hinsichtlich geplanter, aber noch nicht akkreditierter Studiengänge wurden folgende Schwerpunkte mit Bezug zu Industrie 4.0 gesetzt:

- Safety and Systems Engineering
- Integrative Stadtentwicklung – Smart City
- Smart Connected Products – Engineering & Management
- Smart Products and Solutions
- Digital Business Innovation and Transformation

Abseits neuer Studienangebote wurden im tertiären Bildungssektor bei verschiedenen Initiativen, wie der Stiftungsprofessur oder der Pilotfabrik Industrie 4.0, Weiterentwicklungen im Bereich Industrie 4.0 geschaffen.

Bezüglich der Änderungen/Anpassungen im Bereich der Weiterbildungsangebote ist auffallend, dass kaum neue Angebote mit dem expliziten Titel „Industrie 4.0“ angeboten wurden. Durch die fehlende einheitliche Definition des Begriffs und die unterschiedliche Implementierung in den Unternehmen ist das Anbieten einer solchen Ausbildung aber auch nicht zielführend.

Neben den Angeboten der Weiterbildungsinstitutionen können hier auch nationale Weiterbildungsmöglichkeiten bzw. Fördermöglichkeiten im Bereich Industrie 4.0 speziell für Unternehmen angeführt werden, beispielsweise das Förderprogramm „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft“ des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (bmwfw). Zudem werden beispielsweise mit dem Projekt FoP-Net des Landes Niederösterreich und dem Regionalen Innovations Centrum (RIC) Oberösterreich zudem verschiedene regionale Weiterbildungsinitiativen im Bereich Industrie 4.0 angeboten.

6. Internationale Entwicklungen und deren Auswirkungen auf Österreich

Auf der Grundlage der erfassten Bedarfe aus Industrie und Forschung sowie der Ist-Situation der Aus- und Weiterbildung in Österreich werden die maßgeblichen erwarteten Migrationslinien von Industrie 4.0 in Österreich beschrieben. Da momentan noch unklar ist, welche dominierenden Technologien und Lösungen langfristig das Themenfeld „Industrie“ 4.0“ in der praktischen Umsetzung prägen werden; sollen mit Blick auf die drei dominierenden Wirtschaftsräume EU (hier insbesondere Deutschland), China und USA die relevanten Entwicklungslinien dargestellt werden. Anhand dieser lassen sich prioritäre Zielsetzungen für die Aus- und Weiterbildung in Österreich ableiten und die daraus resultierenden relevanten Ausbildungs- und Weiterbildungsbedarfe sowie deren grundsätzliche Inhalte im Detail beschreiben. Außerdem werden als Grundlage für die Handlungsempfehlungen für die wesentlichen Stakeholder im Themenfeld die Bedarfe hinsichtlich des Wissenstransfers zusammengeführt, geklärt und interpretiert.

Die Grundlage für die in der Folge dargestellten Entwicklungslinien bildet eine aktuelle, vergleichende Untersuchung des internationalen Entwicklungsstands im Themenfeld. Diese wurde im Rahmen des deutschen BMBF-Forschungsprojekts InBenZHaP („Industrie 4.0 - Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung“) im Frühjahr 2016 vorgestellt¹²¹. Ziel der Studie war die Einschätzung der notwendigen Rahmenbedingungen, welche einen zukünftigen Leitmarkt für Industrie 4.0 kennzeichnen. Zusätzlich sollten relevante Märkte für die Leitanbieterindustrie im Bereich Industrie 4.0 samt ihren jeweiligen Spezifika eingeschätzt werden. Dazu wurden in einem vergleichenden Benchmark insgesamt 13 internationale Standorte (Länder) eingehend untersucht und für sieben Vorausschau-Zukunftsbilder erstellt. Besonderer Fokus lag dabei auf Deutschland, den USA, Japan, Singapur, Südkorea, China und Taiwan.

Für die dezidierte Einschätzung zukünftig relevanter Bedarfe für Aus- und Weiterbildungsanbieter wurden zusätzlich weitere aktuelle Studien ausgewertet und zusammengestellt. Besonders relevant waren hierbei Studien zu den aus Industrie 4.0 resultierenden Qualifizierungsbedarfen für den Maschinenbau¹²², der Zwischenbericht der Kompetenzentwicklungsstudie der deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech¹²³, der Abschlussbericht des Projekts FutureKomp4.0¹²⁴ sowie eine aktuelle Befragung der Unternehmensberatung BCG von mehr als 600 deutschen und US-amerikanischen Unternehmensvertretern zur jeweiligen Einschätzung des Entwicklungsstands im Themenfeld „Industrie 4.0“¹²⁵. Die einzelnen Studien wurden im gleichen Untersuchungszeitraum (2015/16) durchgeführt und fokussierten jeweils den zukünftig durch die Umsetzung des Programms „Industrie 4.0“ erwarteten Kompetenz- und Qualifikationsbedarf. Für die drei Kernbereiche der Bedarfsklärung in Aus- und Weiterbildung (Erwartete Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe, Lernwege und Lernorte, Unterschiede zwischen Großbetrieben und Mittelstand) werden in der Folge die zentralen Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen dargestellt.

6.1 Erwartete Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe im internationalen Kontext

Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf eine Ableitung prioritärer Zielsetzungen für die Aus- und Weiterbildung in Österreich und daraus resultierender relevanter Ausbildungs- und Weiterbildungsmodule feststellen, dass sich die aktuellen Mainstream-Entwicklungspfade zur Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfungsketten in den betrachteten Weltregionen fundamental unterscheiden. Teilweise lassen sich diese durch die Verschiedenartigkeit der jeweiligen Industriestruktur und bestehende Faktorkostenunterschiede erklären. Beispielsweise existieren in China im Vergleich zu stark industrialisierten Volkswirtschaften noch immer signifikante Nachholbedarfe im Bereich der konventionellen (Industrie-)Automatisierung. So steht die Roboterichte in der Volksre-

¹²¹ Gausemeier et al., 2016.

¹²² Pfeiffer et al., 2016.

¹²³ Acatech, 2016.

¹²⁴ Dworschak/Zaiser, 2016.

¹²⁵ BCG, 2016.

publik China trotz weit überdurchschnittlicher Wachstumsraten mit 49 Robotern pro 10.000 Industriearbeitsplätzen noch immer weit hinter Spitzenreiter Südkorea (531), Deutschland (301), den USA (176) oder Österreich (128)¹²⁶. Bedingt durch diese Nachholinvestitionen dominiert in China der Fokus auf die Automatisierung industrieller Prozesse auch die Ausrichtung des Themas Industrie 4.0 bzw. der Umsetzung der nationalen Strategie „Made in China 2025“. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Automatisierungswelle ein Nachholbedarf in den Bereichen technikgetriebener Systemgestaltung sowie bei der anwendungsnahen Prozessverbesserung folgt. Aufgrund dieser Besonderheit der chinesischen Volkswirtschaft sollen primär die absehbaren Entwicklungspfade der US-amerikanischen und der deutschen bzw. europäischen Ausrichtung des Themas Industrie 4.0 den Rahmen für die Erstellung von Empfehlungen für Maßnahmen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen nationalen Wissenstransfers zwischen Industrie und Aus- und Weiterbildungslandschaft bilden.

genannte Kompetenzen	Häufigkeit in Prozent
Datenauswertung und -analyse	60,60%
Prozessmanagement	53,70%
Kundenbeziehungsmanagement	46,50%
Umgang mit spezifischen IT-Systemen	45,60%
IT-Geschäftsanalyse	44,10%
IT-Sicherheit	41,60%

Tabelle 17. Kompetenzbedarf bei Unternehmen.

Quelle: acatech (2016); in Deutschland, N=220

Für die erwarteten Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe in Deutschland wird eine durchgängig stärkere Orientierung an IT-Inhalten erwartet. Gleichzeitig wird jedoch von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis erwartet. Zu qualitativ ähnlichen Ergebnissen kommen die unabhängig voneinander im gleichen Untersuchungszeitraum durchgeführten Studien^{127,128,129}. Zu den Ergebnissen bleibt allerdings anzumerken, dass die AutorInnen allesamt darauf hinweisen, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung selbst bei befragten Industrie 4.0-Vorreiterunternehmen und den direkt für das Thema Verantwortlichen noch große Unsicherheiten hinsichtlich der notwendigen Kompetenzen und Qualifizierungsbedarfe existieren. Die Ergebnisse unterscheiden sich vor allem in der inhaltlichen Breite der abgefragten Items, weniger in der Relevanzgewichtung der Themen. Beispielhaft dafür stehen bei der Untersuchung der acatech mit den Kompetenzbedarfen Datenauswertung und -analyse, Umgang mit spezifischen IT-Systemen, IT-Geschäftsanalyse und IT-Sicherheit gleich vier klare IT-Themen unter den sechs am häufigsten genannten Inhalten.

genannte Kompetenzen	Häufigkeit in Prozent
Interdisziplinäres Denken und Handeln	61,10%
Zunehmendes Prozess Know-How	56,20%
Führungskompetenz	55,40%
Mitwirkung an Innovationsprozessen	54,20%
Problemlösungs und -optimierungskompetenz	53,70%
Eigenverantwortliche Entscheidungen	50,00%

Tabelle 18. Bedarf künftiger Mitarbeiterfähigkeiten.

Quelle: acatech (2016); in Deutschland, N=216

¹²⁶ IFR, 2016.

¹²⁷ Vgl. Acatech, 2016, S.13f.

¹²⁸ Vgl. Pfeiffer et al., 2016, S.123ff.

¹²⁹ Vgl. Dworschak/Zaiser, 2016.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass bei den zusätzlich abgefragten künftig notwendigen Mitarbeiterfähigkeiten zusammenfassend eine aktivere und verantwortlichere Rolle der Mitarbeiter abgeleitet werden kann. Die hohen Zustimmungswerte zu den damit zusammenhängenden abgefragten Items spiegeln sich beispielsweise in den sechs häufigsten Nennungen in Tabelle 18 wider.

Für die notwendigen Einzelkompetenzen als Inhalte der daraus resultierenden relevanten Ausbildungs- und Weiterbildungsbedarfe stellen Dworschak und Zaiser¹³⁰ innerhalb der vier Kompetenzarten (fachlich, methodisch, sozial, persönlich) die jeweils relevanten Kompetenzfelder auf. Die folgende Auflistung wird hinsichtlich der Einzelkompetenzen sowie des als notwendig erachteten Kompetenzniveaus im Sinne einer Maximalliste unterteilt:



Abbildung 35. Relevante Kompetenzfelder durch Industrie 4.0.

Quelle: FHSTP (2017)

¹³⁰ Dworschak/Zaiser, 2016, S.30ff.

Wie in Abbildung 36 ersichtlich, liegt im Vergleich zu Deutschland in den USA der Fokus primär auf der Entwicklung und Gestaltung digitaler Geschäftsmodelle und bei der datengetriebenen Systemgestaltung¹³¹. Nachholbedarf existiert im Vergleich zu europäischen Standorten, aber auch im Vergleich zu asiatischen Ländern außerhalb Chinas (wie bspw. Japan) im Bereich der anwendungsnahe Prozessverbesserung.



Abbildung 36: Zielsetzungen für Aus- und Weiterbildung im internationalen Kontext. Quelle: FHSTP (2017)

Which qualifications will your employees need more or less in the future?	
Data Management (for example, data information and data storage)	51%
Data Security (for example, security architecture and defense mechanisms)	50%
Software Development (for example, development of client-specific applications & adaption of software solutions)	50%
Programming (for example, programming of machines, automation, robots, integrated systems)	49%
Data Science (for example, smart big data from client data and device data)	48%
Analytics (for example, algorithms for predictive maintenance and simulations)	46%
Human-machine interface (for example, support service activities and collaborative robotics)	39%
Machine-machine and machine-part communication (for example, production process control and autonomous part recognition)	35%
Control of manufacturing processes (for example, supervision of production processes & management of human-machine interfaces)	34%
Development of manufacturing processes (for example, mechanical engineering and process engineering)	32%
Operation of machines (for example, machine control)	20%
Manuel processing and work (for example, warehouse work, assembly line work, mechanics)	9%

Tabelle 19. Zukünftiger Kompetenzbedarf. Quelle: BCG (2016); Deutschland und USA, N=627

¹³¹ Vgl. Gausemeier et al., 2016.

Für einen Unternehmensquerschnitt US-amerikanischer und deutscher Unternehmen ermittelte die Beratungsfirma BCG die in Tabelle 19 dargestellte Priorisierung zukünftiger Kompetenzbedarfe. Hier zeigt sich die Dominanz von IT-Themen wie bspw. Datenmanagement, Datensicherheit, Softwareentwicklung, Programmierung, Data Science, HMI, M2M-Kommunikation im Gegensatz zu prozessnahen Gestaltung. Eine Unterscheidung zwischen fachlichen Kompetenzen und Querschnittsinhalten fand in dieser Untersuchung nicht statt, bleibt allerdings auch in der US-amerikanischen Diskussion zum Thema relativ unbeachtet

6.2 Lernwege und Lernorte

Die Studie von Pfeiffer et al. zu Industrie 4.0-induzierten Qualifizierungsbedarfen untersucht zusätzlich zu den erforderlichen Qualifizierungsbedarfen die Rolle unterschiedlicher Lernwege und Lernorte zur Aneignung der notwendigen Kompetenzen.

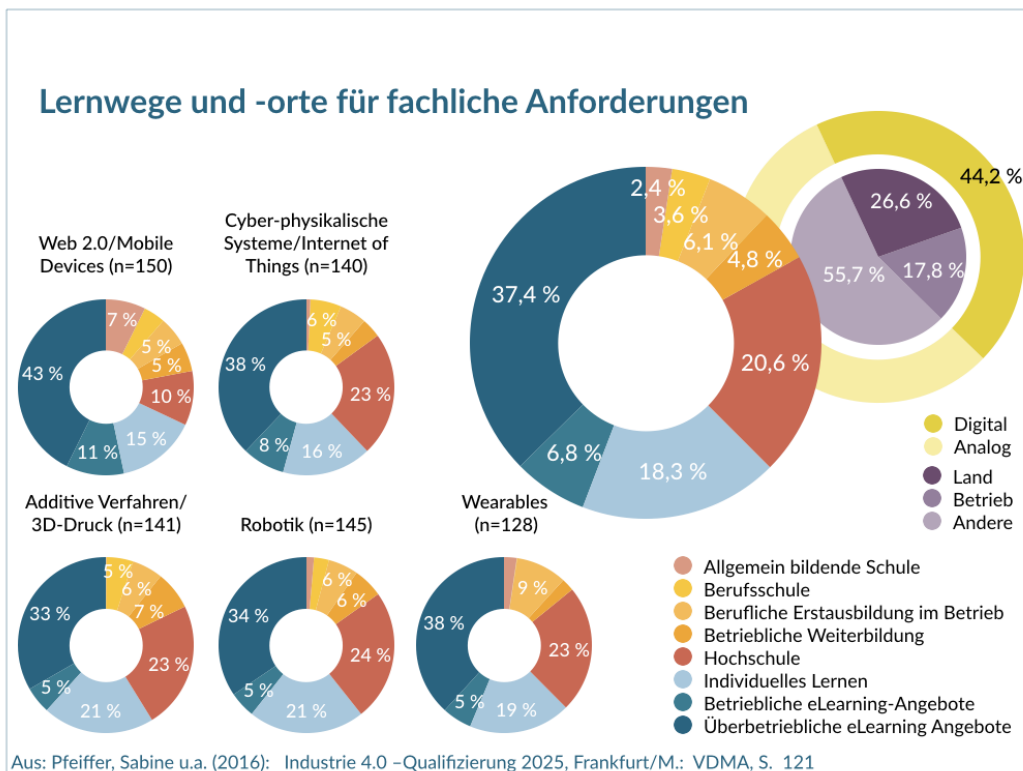


Abbildung 37. Lernwege und -orte für fachliche Anforderungen (in Deutschland).
Quelle: Pfeiffer et al. (2016)

Auffällig hierbei ist die starke Erwartungshaltung auf überbetriebliche eLearning-Angebote sowohl für fachliche Anforderungen als auch für Querkompetenzen. Direkt danach wird die Hochschule als Lernort genannt, während betrieblichen Lernorten eine eher geringe Bedeutung beigemessen wird. Im Gegensatz zur Ausgangshypothese der Notwendigkeit der Anwendung neuer Qualifizierungsinhalte „on-the-job“¹³², überrascht diese Antwortverteilung. Folgerichtig kommen die Autoren zu folgender Schlussfolgerung „Die Befragten sehen die Unternehmen erstaunlich wenig in der Verantwortung“¹³³.

Für die weitere Ausgestaltung der Qualifizierungsangebote lohnt gerade die eingehendere Auseinandersetzung mit der Frage der Lernwege und Lernorte. Die Ergebnisse der Studie lassen dabei zweierlei Schlussfolgerungen zu. Zum einen können, wie von den AutorInnen beschrieben, die

¹³² Vgl. Spath et al., 2013.

¹³³ Pfeiffer et al., 2016, S.120.

unerwarteten Ergebnisse auf die Art der Befragung (online), die Befragten-Struktur und deren eigene Qualifizierungsbiographie (mit vorwiegend akademischen Bildungshintergrund) zurückführbar sein. Zum anderen könnte die Notwendigkeit betrieblicher Verantwortung von Qualifizierungsmaßnahmen nicht in den Unternehmen vorherrschen.

Die Erwartungshaltung eines überbetrieblichen Aufbaus von bspw. eLearning-Angeboten träge dann auf ein heute noch stark unterrepräsentiertes Angebot von Lern-Apps, MOOCs¹³⁴ und Online-Inhalten.

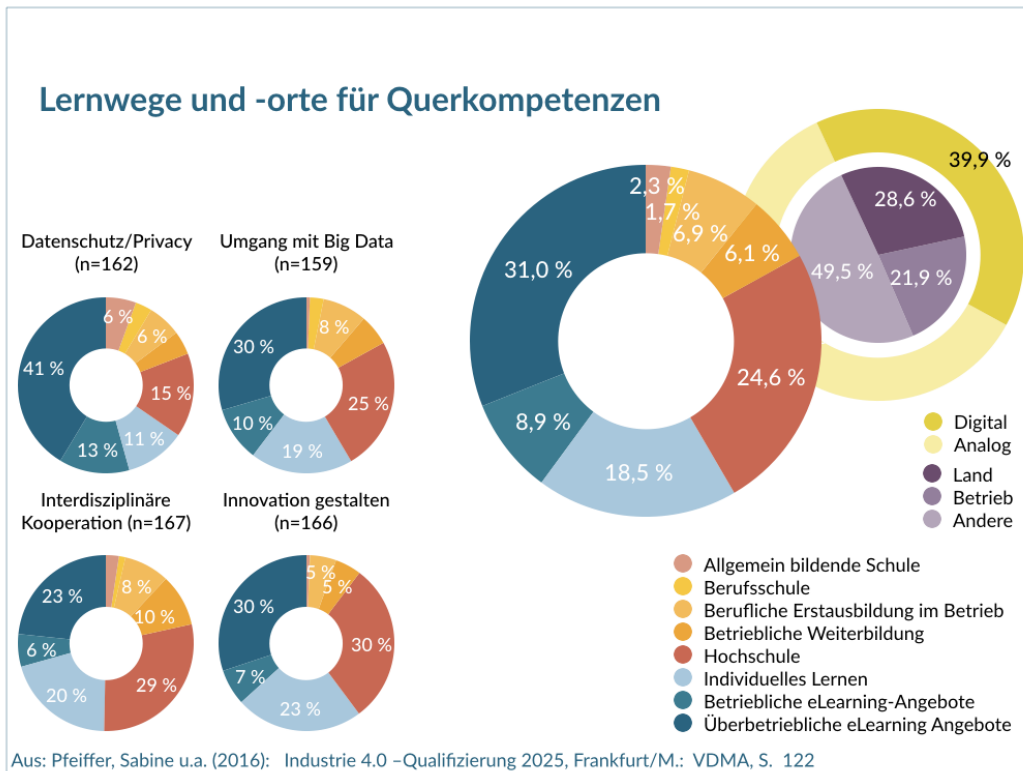


Abbildung 38: Lernwege und -orte für Querkompetenzen (in Deutschland).
 Quelle: Pfeiffer et al. (2016).

¹³⁴ Massive Open Online Courses.

6.3 Unterschiede zwischen Großbetrieben und Mittelstand

Während die grundsätzlichen Trends der erwarteten Qualifizierungsbedarfe über alle Unternehmensgrößen gleich verlaufen (IT-Inhalte + stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis), lassen sich Unterschiede erkennen, die Großbetriebe von mittelständischen Unternehmen unterscheiden. Die Befragung der acatech liefert hier bezogen auf die Mittelstandseingrenzung auf Unternehmen mit einem Jahresumsatz von bis zu 50 Mio. Euro die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Ergebnisse für die Priorisierung von Unternehmenskompetenzen und Mitarbeiterfähigkeiten.

Kompetenz	Großunternehmen	KMU
Datenauswertung und –analyse	44%	39%
IT-Sicherheit	45%	27%
Prozessmanagement	29%	28%
Umgang mit spezifischen IT-Systemen	24%	23%
IT-Architekturen	29%	20%
Kundenbeziehungsmanagement	20%	21%
Datenschutz	17%	20%
Cloud-Architekturen	23%	11%
Netzwerk-/Datenbankadministration	12%	16%
IT-Geschäftsanalyse	12%	15%
eCommerce / Online-Marketing	3%	13%
Beratung	5%	13%
Künstliche Intelligenz / Algorithmen	11%	7%
User-Support / Service-Technik	2%	9%
Andere Bereiche	3%	10%

Tabelle 20. Prioritäten für die Entwicklung der Unternehmenskompetenzen.

Quelle: acatech (2016); in Deutschland, N=211¹³⁵

Mitarbeiterfähigkeit	Großunternehmen	KMU
Interdisziplinäres Denken und Handeln	74%	53%
Zunehmendes Prozess Know-How	68%	48%
Führungskompetenz	59%	53%
Mitwirkung an Innovationsprozessen	60%	53%
Problemlösungs- und Problemoptimierungskompetenz	56%	53%
Eigenverantwortliche Entscheidungen	57%	46%
Sozial-/Kommunikationskompetenz	45%	49%
Fähigkeit zur Koordination von Arbeitsabläufen	45%	48%
Dienstleistungsorientierung	44%	48%
Beherrschung komplexer Arbeitsinhalte	46%	47%
Fähigkeit zum Austausch mit Maschinen	37%	32%

Tabelle 21. Bedarf für Mitarbeiterfähigkeiten.

Quelle: acatech (2016); in Deutschland, N=207¹³⁶

¹³⁵ Großunternehmen (Umsatz > 50 Mio. EUR); KMU (Umsatz < 50 Mio. EUR).

¹³⁶ Großunternehmen (Umsatz > 50 Mio. EUR); KMU (Umsatz < 50 Mio. EUR).

Großunternehmen priorisieren laut den Ergebnissen dieser Studie momentan wesentlich deutlicher technologie- und datenorientierte Unternehmenskompetenzen wie z.B. IT-Sicherheit und Cloud-Architekturen. Zudem wird bei den Mitarbeiterfähigkeiten der Entwicklung des interdisziplinären Denkens und Handelns sowie des Prozess-Knowhows wesentlich höherer Stellenwert beigemessen. Bei den mittelständischen Unternehmen lassen sich weniger stark aktuelle Entwicklungsschwerpunkte innerhalb des als notwendig erachteten Qualifizierungskanons erkennen. Dies betrifft sowohl die Unternehmenskompetenzen als auch die erwarteten Mitarbeiterfähigkeiten. Überproportional hoch im Vergleich zu den Großunternehmen werden Beratung und Datenschutz eingeschätzt. Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass sich bei ähnlichen erwarteten Qualifizierungsanforderungen die Prioritätensetzung zwischen Großunternehmen und Mittelständlern vor allem dahingehend unterscheidet, dass in größeren Unternehmen bereits stärker einzelne speziellere Kompetenzen und Fähigkeiten priorisiert werden, während im Mittelstand momentan ein breites Anforderungsprofil der zukünftigen Beschäftigten erwartet wird.

6.4 Zusammenfassung

Auf der Grundlage der erfassten Bedarfe aus Industrie und Forschung sowie der Ist-Situation der Aus- und Weiterbildung in Österreich beschreibt das Kapitel die maßgeblichen erwarteten Migrationslinien von Industrie 4.0 in Österreich. Da momentan noch unklar ist, welche dominierenden Technologien und Lösungen langfristig das Themenfeld „Industrie“ 4.0“ in der praktischen Umsetzung prägen werden, orientiert sich die Darstellung an den drei dominierenden Wirtschaftsräumen EU (hier insbesondere Deutschland), China und USA. Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf eine Ableitung prioritärer Zielsetzungen für die Aus- und Weiterbildung in Österreich feststellen, dass sich die aktuellen Mainstream-Entwicklungspfade zur Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfungsketten in den betrachteten Weltregionen fundamental unterscheiden. Beispielsweise existieren in China im Vergleich zu stark industrialisierten Volkswirtschaften noch immer signifikante Nachholbedarfe im Bereich der konventionellen (Industrie-)Automatisierung. Im Vergleich zu Deutschland liegt in den USA der Fokus primär auf der Entwicklung und Gestaltung digitaler Geschäftsmodelle und bei der datengetriebenen Systemgestaltung. Nachholbedarf existiert im Vergleich zu europäischen Standorten, aber auch im Vergleich zu asiatischen Ländern außerhalb Chinas (wie bspw. Japan) im Bereich der anwendungsnahen Prozessverbesserung. Für die erwarteten Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe wird eine durchgängig stärkere Orientierung an IT-Inhalten erwartet. Gleichzeitig wird jedoch von den Mitarbeitern ein stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis vorausgesetzt. Auffällig hierbei ist die starke Erwartungshaltung auf überbetriebliche eLearning-Angebote sowohl für fachliche Anforderungen als auch für Querkompetenzen.

Während die grundsätzlichen Trends der erwarteten Qualifizierungsbedarfe über alle Unternehmensgrößen gleich verlaufen (IT-Inhalte + stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis), lassen sich Unterschiede zwischen Großunternehmen und Mittelständlern erkennen. Großunternehmen priorisieren momentan wesentlich deutlicher technologie- und datenorientierte Unternehmenskompetenzen wie IT-Sicherheit und Cloud-Architekturen. Zudem wird bei den Mitarbeiterfähigkeiten der Entwicklung des interdisziplinären Denkens und Handelns sowie des Prozess-Knowhows wesentlich höherer Stellenwert beigemessen. Bei den mittelständischen Unternehmen lassen sich weniger stark aktuelle Entwicklungsschwerpunkte innerhalb des als notwendig erachteten Qualifizierungskanons erkennen.

7. Abgeleitete Maßnahmenempfehlungen für den Bildungsbereich

Die Quellen der im weiteren Verlauf des Kapitels angeführten einzelnen Maßnahmenempfehlungen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen nationalen Wissenstransfers zwischen Industrie und Aus- und Weiterbildungslandschaft bilden die in Kapitel 3 beschriebenen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen der Industrie, die Analyse nationaler Bildungsangebote aus Kapitel 4, sowie die in Kapitel 5 beschriebenen vorgenommenen bzw. geplanten Anpassungen/Änderungen des nationalen Industrie 4.0-Bildungsangebotes. Zusätzlich wurde auch eine Fokusgruppendifkussion mit Workshops¹³⁷ abgehalten, in der ExpertInnen aus dem Bildungsbereich weitere Vorschläge für Maßnahmen erarbeitet haben.

Die verschiedenen Empfehlungen für Maßnahmen wurden dabei folgenden vier übergeordneten Kategorien zugeordnet.

Förderung von Interdisziplinarität

Industrie 4.0 ist Folge und zugleich Ursache eines stetig steigenden Vernetzungsgrades in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die sich ausbildenden Beziehungsgeflechte auf den verschiedensten Ebenen (Mensch-Maschine-Unternehmen-Kunden-Staat-globale Welt etc.) verlangen neue Denk- und Arbeitsweisen und folglich neue Qualifikationen. (Zukünftige) MitarbeiterInnen müssen verstärkt interdisziplinär denken und agieren. Dementsprechend braucht es bereits in der Aus- und Weiterbildung eine intensivere Vernetzung von Fachdisziplinen und die gezielte Förderung von überfachlichen Kompetenzen. Über allem steht dabei die Vermittlung eines IT-Grundverständnisses in sämtlichen Fachdisziplinen. Es besteht somit die Notwendigkeit IT-Grundlagen als inhärenten Bestandteil aller natur-/geisteswissenschaftlicher Bildungsangebote zu betrachten und die Vermittlung entsprechender Inhalte neu zu evaluieren.

Anstreben eines "Life Long Learnings"

Aufgrund der ebenfalls durch die Digitalisierung hervorgerufenen immer schneller werdender Innovationszyklen und der ständigen Implementierung immer neuerer Technologien in den Produktionsprozess braucht es eine kontinuierliche Weiterentwicklung der erlernten Qualifikationen. Die abnehmende Halbwertszeit des Wissens macht ein lebenslanges Lernen unumgänglich und verlangt von den Bildungsinstitutionen eine ständige Anpassung ihrer Lehrinhalte. Um ein Life-Long-Learning zu ermöglichen, müssen seitens der öffentlichen Entscheidungsträger und der Unternehmen die entsprechenden Rahmenbedingungen gesetzt bzw. umgesetzt werden. Ein mögliches Ziel ist die Entwicklung von der Work-Life-Balance hin in zu einer Work-Life-Learning-Balance.

Transparenzherhöhung und externe Qualitätssicherung für Bildungsangebote

Empfehlungen für Maßnahmen im Bereich der Qualitätssicherung für Weiterbildungsangebote dienen nicht nur der Erhöhung der Transparenz bzw. Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Weiterbildungsangeboten, sondern sind ebenso Baustein für die Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („Recognition of Prior Learning“). Beispiele von Vorschlägen bzw. Maßnahmenempfehlungen dieser Kategorie sind die Vergabe von einheitlichen Punkten für Weiterbildungsangebote (vgl. ECTS-System) sowie der Aufbau einer organisationsübergreifenden Datenbank der Angebote (evtl. in Zusammenhang mit dem nationalen Qualifikationsregister). Außerdem thematisiert werden in dieser Kategorie die Anrechnung bzw. Berücksichtigung vorgängig erworbener Kompetenzen sowie die soziale und strukturelle Durchlässigkeit zur Hochschule. Beispiele für Empfehlungen hierfür sind die Durchlässigkeit zwischen Bildungssystemen (Lehre-FH, FH-Doktorat), die institutionsübergreifende Anerkennung von Bildungsabschlüssen oder die Entwicklung von fachübergreifenden Kompetenzen.

Initiierung neuer und Ausbau bestehender Plattformen

Dynamische Märkte, vernetzte Organisationsformen oder die Implementierung von neuen Technologien führen verstärkt zu disruptiven Entwicklungsszenarien. Somit gehören lineare Kausalketten von Ursache und Wirkung immer mehr der Vergangenheit an. Gearbeitet wird verstärkt in komplexen von Wechselwirkungen gekennzeichneten Systemen. Auf diese Veränderungen müssen die betreffenden Akteure auch im Bereich der Qualifikation mit neuen bzw. angepassten Organisationsformen reagieren, wobei der Ausbau von bestehenden bzw. die Initiierung neuer Kooperationen eine wesentliche Rolle einnehmen kann. Dafür braucht es dementsprechende Plattformen, auf denen sich potentielle Kooperationspartner kennenlernen und interagieren können.

¹³⁷ Agenda und TeilnehmerInnen der Fokusgruppe finden sich im Anhang in Kapitel 11.5.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Empfehlungen für Maßnahmen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen nationalen Wissenstransfers zwischen Industrie und Aus- und Weiterbildungslandschaft, welche den oben erläuterten Kategorien zugeordnet wurden, findet sich im nächsten Teilkapitel. Die Empfehlungen richten sich an Entscheidungsträger im nationalen Aus- und Weiterbildungsbereich, wobei zwischen institutionsübergreifenden Maßnahmen, dem hochschulischen, schulischen und berufsbegleitenden Bildungssektor, sowie dem Aus- und Weiterbildungsbereich unterschieden wird. Dabei wurde farblich gekennzeichnet, welche Entwicklung einer bestimmten Empfehlungskategorie zugeordnet werden kann.

7.1 Institutionsübergreifende Maßnahmenempfehlungen für den Bildungsbereich

Verstärkter Austausch über die tatsächlichen Bedürfnisse der Unternehmen

Durch die abnehmende Halbwertszeit des Wissens werden in den Bildungseinrichtungen den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich zufolge oftmals Kenntnisse vermittelt, die - den Stand-der-Technik bzw. den Stand-der-Forschung betreffend - bereits wieder überholt sind. Ein Umstand der vor allem auch bei Industrie 4.0 relevanten Technologien zum Tragen kommt. Die Herausforderung für die Bildungsinstitutionen besteht darin, immer schneller auf veränderte Anforderungen reagieren zu müssen. Gerade beim Aufkommen neuer Trends ist eine umfassende Erhebung der tatsächlichen Bedürfnisse des Arbeitsmarktes wichtig. Dazu braucht es sogenannte „Gatekeeper“, die aktuelle Entwicklungen beobachten und aufzeigen, welche Anforderungen an zukünftige Qualifikationsprofile gestellt werden. Besondere Bedeutung kommt auch hier „neutralen“ Marktbeobachtern zu, beispielsweise Zusammenschlüssen verschiedener Unternehmen oder nationalen Verbänden (z.B. WKO, Plattform Industrie 4.0, Industriellenvereinigung, Mechatronik-Cluster, etc.).

Die Rolle des Gatekeepers wurde von den Autoren dieser Studie nach Vorbild der 3 Planungsebenen des strategischen Managements (strategisch, taktisch und operativ) nach der Laufzeit bzw. Umsetzungsgeschwindigkeit von Maßnahmen eingeteilt. Berücksichtigt wurde im Zuge dessen auch, wie schnell auf Anforderungen des Arbeitsmarktes eingegangen werden kann.

Dieser Einteilung folgend, können beispielsweise Weiterbildungseinrichtungen sowie regionale Zusammenschlüsse von Unternehmen und Bildungseinrichtungen als operative Gatekeeper bezeichnet werden, da sie Maßnahmen auch kurzfristig umsetzen können und in ihren Angeboten innerhalb kurzer Zeitskalen auf Bedürfnisse von Unternehmen und Arbeitsmarkt eingehen können.

Gatekeeper der taktischen Ebene sind gekennzeichnet durch eine starke Berufsfeldorientierung, z.B. berufsbildende höhere Schulen, berufsbildende Schulen (Lehrlingsausbildung) sowie Fachhochschulen. Maßnahmen können hier mittelfristig implementiert werden und, wie z.B. an den Fachhochschulen, besteht die Möglichkeit Anforderungen des Arbeitsmarktes durch Unternehmensbeiräte einfließen zu lassen. Auf der Ebene der Hochschulen bietet etwa das duale Studium hier eine gute Möglichkeit, Unternehmen in die Entwicklung eines Curriculums miteinzubinden, die Unternehmen als einen qualitätsgesicherten Lernort zu integrieren und so individuell auf Anforderungen des Arbeitsmarktes einzugehen.

Die Funktion des Gatekeepers auf der strategischen Ebene nehmen demnach z.B. Universitäten, Fachhochschulen und politische Akteure (Institutionen, Behörden) ein, mit Maßnahmen in diesem Bereich die als langfristig zu bewerten sind und wo auf Bedürfnisse des Arbeitsmarktes bzw. der Unternehmen im Sinn einer strategischen Planung eingegangen werden kann.

Einfachere Übergänge

Den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich zufolge sind vor allem die Übergänge der einzelnen Bildungsbereiche (von Hauptschule/neuer Mittelschule/AHS Unterstufe zu BHS/AHS Oberstufe und von BHS/AHS Oberstufe zu FH/Universität) aufgrund unterschiedlicher Zuständigkeiten eine Herausforderung, da oftmals nicht einfach nachvollziehbar ist, welche konkreten Lehrinhalte Teil der Ausbildung eines zuvor absolvierten Bildungsbereiches sind. Ein Vorschlag der ExpertInnen um dem entgegenzuwirken war hier, Lehrpersonal aus der Hauptschule/neuen Mittelschule/AHS Unterstufe in eine berufsbildende höhere Schule einzuladen und die Schulform vorzustellen.

Fachbereichsübergreifende Wissensvermittlung

Die betrieblichen ExpertInnen hoben in den durchgeführten Interviews weiters die Wichtigkeit der Vermittlung von fachlichem Grundlagenwissen hervor. Dies sei essentiell, um SchülerInnen, Lehrlinge oder Studierende nach ihrem Eintritt ins Unternehmen weiter auszubilden bzw. schulen zu können. Dabei soll stets der Mensch im Mittelpunkt stehen und Bildungsinstitutionen sollten versuchen, den Fokus auf die Kompetenzorientierung (anstelle einer reinen Wissensvermittlung) zu legen. Ein besonderes Anliegen der betrieblichen ExpertInnen ist es, auch den Zusammenhang verschiedener Fachbereiche zu vermitteln. Gelehrt werden sollten nicht nur einzelne Fachdisziplinen, sondern auch die Schnittstellen und Zusammenhänge verschiedener Fachbereiche und Prozesse entlang der Wertschöpfungskette eines Unternehmens. Wichtig erschien den betrieblichen ExpertInnen hier zudem, dass AbsolventInnen in der Lage sind, auch die „Sprache“ von anderen Fachdisziplinen zu verstehen und in einem interdisziplinären Team von SpezialistInnen eingesetzt werden zu können. Curricula und Lehrpläne sollten dabei (natürlich mit unterschiedlichen Spezialisierungen) immer sowohl eine technische als auch eine wirtschaftliche Ausprägung haben.

Flexibilität

Aufgrund der steigenden internationalen und organisationalen Vernetzung der Unternehmen auf verschiedenen Ebenen werden überfachliche Kompetenzen (soziale Kompetenzen, persönliche Kompetenzen) immer wichtiger. Es gewinnen Fremdsprachenkenntnisse und interkulturelle Kompetenzen zunehmend an Bedeutung. Personen müssen zunehmend mit komplexen Aufgabenstellungen umgehen können, müssen flexibel auf verschiedene – hochkomplexe aber unstrukturierte - Gegebenheiten reagieren und verstärkt in inter- und intraorganisatorischen Teams zusammenarbeiten können. Diesen Anforderungen entsprechend, bedarf es einer Berücksichtigung in Ausbildungsangeboten hinsichtlich Inhalt und Durchführung. Beispiele dafür sind kompetenzorientierte Lehrformate bzw. Lernsettings die bewusst auf eine Stärkung der kognitiven Flexibilität der Lernenden ausgerichtet sind. Damit einhergehend ist laut den betrieblichen ExpertInnen auch die Flexibilisierung von Rahmenbedingungen, wie z.B. dem Arbeitsrecht zu evaluieren (Arbeitszeitregelungen, ...).

Anpassen der Inhalte von Bildungsangeboten an aktuelle Bedürfnisse des Arbeitsmarktes

In den durchgeführten Interviews wurde von den betrieblichen ExpertInnen zudem der Wunsch nach einer stärkeren Integration von Praxisinhalten in der Ausbildung geäußert. Wichtig sei hier, SchülerInnen, Lehrlinge und StudentInnen in Problemstellungen der Unternehmen einzubinden, wobei in praktischen Lehrprojekten bestimmte Prozessabläufe in den Unternehmen nachgezeichnet werden sollten. Das duale Studium sei hier bereits ein guter Weg, um ausreichenden Austausch zwischen Ausbildungsinstitutionen und Unternehmen sicherzustellen. Da sich, den befragten betrieblichen ExpertInnen zufolge, die Berufsbilder in den nächsten Jahren auf allen Ebenen (massiv) verändern werden und die Digitalisierung überall Einzug halten wird, ist ein gewisses IT-Grundverständnis zwingend erforderlich und müsse Teil eines jeden Ausbildungsprogrammes sein. Den betrieblichen ExpertInnen zufolge ist es außerdem notwendig, aktuelle Entwicklungen (Stand-der-Forschung) bzw. Trends auch in der Ausbildung aufzugreifen (derzeit z.B. Aspekte rund um Data Science, IT-Security oder den Umgang mit neuen digitalen Technologien) die alle oder viele MitarbeiterInnen im Unternehmen betreffen können. Im Zuge dessen sollen auch die Implikationen von Industrie 4.0 Inhalt in den Ausbildungen sein. Mögliche Schwerpunkte, die von den betrieblichen ExpertInnen genannt wurden, wären hier das Verständnis der Ganzheitlichkeit von Industrie 4.0, Industrial Management oder Geschäftsmodelle und Innovationen im Bereich Industrie 4.0.

„Lernen“ lernen

Den betrieblichen ExpertInnen zufolge ist es essentiell, dass gelehrt wird, wie Wissen in kurzer Zeit selbstständig angeeignet werden kann und wie Informationen schnell eingeholt werden können. Auch hier soll und kann verstärkt auf die Möglichkeiten von digitalen Medientechnologien in Ausbildungsprogrammen zurückgegriffen werden um schon dort verschiedene Lernsettings vorzustellen und kennenzulernen.

Recognition of Prior Learning

Außerdem wichtig erscheint den ExpertInnen, im Sinne der Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („Recognition of Prior Learning“), eine frühe und systematische Anerkennung überfachlicher Kompetenzen, um auch Berufe mit höheren Qualifikationen ausüben zu können. So soll auch einschlägige Berufserfahrung entsprechend bewertet und anerkannt werden.

7.2 Maßnahmenempfehlungen für den hochschulischen Bildungsbereich

Intensivierung der Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulbereich

Industrie 4.0 verlangt eine stetige Integration neu entwickelter Konzepte, Methoden und Technologien in das Studienangebot („State of the Art“ Anspruch) und eine verstärkte Kombination einzelner Grundlagenfächer (interdisziplinäre Fachkompetenz). Die Curricula der Hochschulen (Universitäten wie Fachhochschulen) müssen fortwährend flexibel auf die Anforderungen der Wirtschaft ausgerichtet werden. Laut den betrieblichen ExpertInnen sollen sich die Hochschulen (z.B. nach dem Vorbild von Stanford) verstärkt auf die Industrie eingehen und einen höheren Praxisbezug herstellen. Gefordert wird eine intensive Kooperation zwischen den Hochschulen und den Unternehmen, um einerseits eine den heutigen Anforderungen entsprechende Ausbildung zu gewährleisten (duale Ausbildung in Theorie und Praxis) und andererseits in Gemeinschaftsprojekten an der Entwicklung neuer Technologien und Innovationen zu arbeiten. Die Erhebung des Industrie 4.0 relevanten Angebotes am tertiären Bildungssektor zeigt, dass Universitäten ihr Angebot an Industrie 4.0 relevanten Studienrichtungen noch besser in diesem Kontext darstellen müssten, um für Unternehmen mehr Transparenz zu schaffen.

7.3 Maßnahmenempfehlungen für den schulischen Bildungsbereich

Interesses für Technik wecken

Die betrieblichen ExpertInnen äußerten darüber hinaus den Wunsch der Förderung des Interesses für Technik bei SchülerInnen. Dies solle so früh als möglich erfolgen, nach der Meinung der betrieblichen ExpertInnen bereits in der Volksschule bzw. der Hauptschule oder der neuen Mittelschule (NMS) oder der allgemein bildenden höheren Schule (AHS)-Unterstufe. In diesem Zusammenhang ist (stärkere) Integration technischer Aspekte/Fächer in den Lehrplänen vor allem der geisteswissenschaftlichen Bildungseinrichtungen von hoher Relevanz, wobei der Fokus nicht nur auf die reine Wissensvermittlung, sondern vor allem auch auf das Ziel der Erhöhung der Attraktivität technischer Fragestellungen gelegt werden soll.

Technik in Lehrplänen

Die durchgeführten Analysen zum Bildungsangebot in Österreich zeigen, dass wirtschaftliche Elemente in technischen Ausbildungen zunehmend von Bedeutung sind, technische Elemente in wirtschaftlichen Ausbildungen aber bis dato nur geringfügig gelehrt werden. Demnach lässt sich vor allem in der allgemeinen Ausbildung, also den allgemeinen höheren Schulen, der Bedarf nach der Eingliederung von technischen Inhalten feststellen.

Fokus auf IT

In der Studie des ITA und des AIT wird zudem die Vermittlung von IT-Basiskompetenzen zur Herausbildung von „Industrie 4.0 Natives“ empfohlen: *„Schließlich gelte es, IT-Basiskompetenzen breiter in der Bevölkerung zu verankern. Der bewusste Umgang mit der digitalen Realität soll neben Schreiben, Lesen und Rechnen als vierte Kulturtechnik etabliert und die digitale Kompetenz integraler Bestandteil der schulischen Lehr- und Lerninhalte sein. Die Frühförderung im digitalen Bereich soll auch dazu beitragen, dass sich der Frauenanteil in MINT-Studien deutlich erhöht.“*¹³⁸ Diese Meinung wird auch durch die Interviews mit den betrieblichen ExpertInnen gestützt.

¹³⁸ Vgl. Aichholzer et al., 2015. S. 31.

**Lernfördernde
Strukturen an Schulen
ermöglichen**

Nach Meinung der ExpertInnen aus dem Bildungsbereich sollte den Lehrkräften gesetzlich sowie strukturell die Möglichkeit geboten werden, neue didaktische Modelle anzuwenden bzw. auch situationsbedingt zu adaptieren. So kann den Bildungsinstitutionen ein rasches Anpassen nicht nur der Lehrinhalte, sondern auch der didaktischen Methoden und ein Eingehen auf Veränderungen der Lernorte oder Lernwege ermöglicht werden. Den Schulen/Ausbildungseinrichtungen müsse den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich zufolge beispielsweise die Möglichkeit geboten werden, die Lerninfrastruktur (z.B. entsprechende Räume, flächendeckende Verfügbarkeit von WLAN) an diese Entwicklungen anzupassen.

**Kompetenz-
orientierung**

Essentiell sei laut den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich auch die Forcierung der Kompetenzorientierung anstelle einer reinen Wissensvermittlung. So sollten innovatives Denken („über den Tellerrand sehen“) und Sprachkompetenzen möglichst früh in der Ausbildung gefördert werden. Vorgeschlagener Zeitpunkt in der Fokusgruppe für eine verstärkt kompetenzorientierte Ausbildung war ab einem Alter von etwa 14 Jahren, weil hier ein entsprechendes Grundlagenwissen bereits vorhanden ist. Eine weitere Empfehlung der ExpertInnen aus dem Bildungsbereich in diesem Bereich war es, im Unterricht mit Beispielen (z.B. in Form von Anschauungsobjekten oder Modellen) und Emotionen zu arbeiten, um Handlungskompetenzen aufzubauen.

7.4 Maßnahmenempfehlungen für die berufsbildende Ausbildung

**Upgrade
der Lehre**

Bei der Ausbildung von Lehrlingen sind die betrieblichen ExpertInnen der Ansicht, dass zusätzliche Maßnahmen zur Qualitätssicherung in der Ausbildung ausgearbeitet werden sollen, um qualitätsgesicherte Lehre im Umfeld der Industrie 4.0 gewährleisten zu können. Außerdem müsse die Wertschöpfung dieser Ausbildungsform angehoben werden. Dies könnte beispielsweise durch die Erhöhung der Durchlässigkeit zwischen Bildungssystemen, durch die Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („Recognition of Prior Learning“) oder durch den Erwerb von technischen Zertifikaten im Rahmen der Lehre erfolgen.

**Up2date
Lehrpläne**

Was die Ausbildung von Lehrlingen betrifft, so sprechen sich die betrieblichen ExpertInnen ebenfalls für die verstärkte Einbindung von aktuellen Inhalten/Themen in den Lehrplan aus. Als Beispiele wurden Robotik, digitale Technologien sowie die Vermittlung von IT-Kompetenzen angeführt. Ferner sollten die auch die Bereiche Sensorik, Steuerungstechnik, Programmierung und Automatisierung verstärkt berücksichtigt werden. Ein größeres Lehrangebot wäre vor allem im Umfeld der Mechatronik, Elektronik, EDV-Kaufmann/frau sowie für die Informationstechnologie wünschenswert.

**Zugang und Durchläs-
sigkeit**

Im Arbeitspapier von Prof. Hirsch-Kreinsen¹³⁹ wird die Annahme vertreten, dass einfache Tätigkeiten durch die Automatisierung nicht verschwinden, sondern vielmehr neue einfache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen entstehen. Zurückzuführen sei dies darauf, dass ursprünglich komplexe Tätigkeiten durch computergestützte Informationsvorgaben und/oder den Einsatz digitaler Assistenzsysteme weitgehend standardisiert und vereinfacht werden könnten. Dies erlaubt eine verbesserte Integration von Personen in den Arbeitsmarkt, die über keinerlei berufliche oder hochschulische Ausbildung verfügen (z.B. HilfsarbeiterInnen, Menschen mit körperlicher Beeinträchtigung, Menschen mit Behinderung, Menschen mit Lernschwächen, ...).

¹³⁹ Vgl. Hirsch-Kreinsen/Weyer/Wilkesmann, 2015, S. 9ff.

7.5 Maßnahmenempfehlungen für den Weiterbildungsbereich

Neue Weiterbildungsformate

Die betrieblichen ExpertInnen erläuterten in den Interviews die Schwierigkeit, passende Weiterbildungsangebote für MitarbeiterInnen mit langjähriger Berufserfahrung zu finden. Ein Studium ist für diese Zielgruppe beispielsweise zu zeitintensiv und ein Workshop oder ein Seminar wiederum zu kurz, um sich ausreichend weiterbilden zu können. Weiterbildungsangebote würden laut den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich zudem oft aus Zeitmangel nicht in Anspruch genommen, hier könnte man durch die Entwicklung entsprechender geeigneter didaktischer Konzepte entgegenwirken. Ebenso könnten digitale Technologien („digitale Lernräume der Zukunft“) hier eingesetzt werden. Als Beispiel kann hier die Verzahnung von realen und virtuellen Umgebungen bzw. physischen und realen Räumen in Form von „Blended Learning“ oder „Inverted Classroom“ angeführt werden.¹⁴⁰

Train the Trainers

Nach Meinung der ExpertInnen aus dem Bildungsbereich sollen TrainerInnen auch didaktisch wissen, wie sie Bildungsinhalte konzipieren können und Kompetenzen didaktisch vermitteln können. Daher sei eine Weiterbildung der TrainerInnen zur didaktischen Konzeption von Bildungsinhalten hoch relevant. Die ExpertInnen aus dem Bildungsbereich sehen außerdem die Notwendigkeit, auch die Lehrkräfte bzw. TrainerInnen in Weiterbildungseinrichtungen im Umgang mit Medien und neuen Technologien zu schulen, um auf aktuelle Entwicklungen eingehen zu können.

Mehr Transparenz

Sowohl die betrieblichen ExpertInnen als auch die ExpertInnen aus dem Bildungsbereich äußerten den Wunsch nach einer Erhöhung der Transparenz bzw. Kommunikation verfügbarer Weiterbildungsangebote. Thematisiert wurde hier einerseits die Schwierigkeit, bei einer Fülle an unterschiedlichen Angeboten den Überblick darüber zu behalten, welche Angebote es gibt bzw. andererseits ein passendes Angebot für das Unternehmen zu finden. Ein nationales Qualifikationsregister wird derzeit bereits entwickelt, die Fertigstellung ist für 2018 geplant. In einem solchen Register könnte dann beispielsweise eine Auflistung möglicher Aus- und Weiterbildungsangebote erfolgen, in denen bestimmte Kompetenzen erworben werden können. Zusätzliche Maßnahmen, wie beispielsweise die Einführung eines österreichweiten Industrie 4.0 Logos als „Zertifizierung“ eines Industrie 4.0 relevanten Bildungsangebotes sind anzudenken, um eine bessere Übersicht, Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit betreffender Aus- und Weiterbildungsinhalte hinsichtlich Industrie 4.0 zu ermöglichen.

Mehr Weiterbildungsangebote

Den betrieblichen ExpertInnen zufolge befinden sich externe Weiterbildungsangebote im Umfeld der Industrie 4.0 noch in der Entwicklung und sollten ausgebaut werden. Da der Begriff „Industrie 4.0“ an sich, wie bereits erörtert, von Unternehmen unterschiedlich definiert und interpretiert wird, ist eine allgemeine Ausbildung mit dem expliziten Titel „Industrie 4.0“ den betrieblichen ExpertInnen zufolge dennoch nicht zielführend. Es besteht die Notwendigkeit nach transparenten Differenzierungen.

Regionalität

Der Meinung der ExpertInnen aus dem Bildungsbereich zufolge sollten regionale Aus- und Weiterbildungsangebote in Kooperationen zwischen Bildungsinstitutionen und Unternehmen entwickelt bzw. gestärkt werden. So können maßgeschneiderte Angebote für Unternehmen konzipiert werden, um MitarbeiterInnen modular weiterbilden zu können.

¹⁴⁰ Vgl. Gerlich, 2014 IN: Haag et al., 2014, S. 83

Bessere Vergleichbarkeit

Die Konzipierung von einheitlichen Punktesystemen für Weiterbildungsangebote, ähnlich den ECTS-Punkten in Studiengängen/-programmen, zur Steigerung der Vergleichbarkeit und Transparenz wird empfohlen. Dadurch wäre auch die Vergabe von Punkten für überfachliche Kompetenzen und in Folge die Anrechnung solcher Kompetenzen besser möglich.

Unerlässlich sei auch, dem Problem der zeitlichen Synchronisierung entgegenzuwirken: Laut den ExpertInnen aus dem Bildungsbereich benötigen Unternehmen gewisse Kompetenzen häufig nicht zur selben Zeit, weshalb sich vor allem in ländlichen Regionen bei technischen Weiterbildungsangeboten oft nicht genügend TeilnehmerInnen finden. Daraus ergibt sich für die ExpertInnen aus dem Bildungsbereich die Notwendigkeit, bestehende Bildungsangebote nach ihrer Laufzeit (Unterscheidung in kurz-, mittel- und langfristige Angebote) zu differenzieren.

8. Conclusio

Die viel diskutierte „vierte industrielle Revolution“ beschreibt technische Entwicklungen zu einer deutlich stärker vernetzten Welt und zu intelligenten Technologien, die neue und andersartige Anforderungen an den Menschen und sein Arbeitsvermögen stellen wird. Für die erfolgreiche unternehmensinterne Implementierung von Industrie 4.0 spielen Qualifikationen und damit Aus- und Weiterbildung eine zentrale Rolle. Die Entwicklung, Umsetzung und Kontrolle datengetriebener Prozesse und Geschäftsmodelle unter Einbeziehung von IKT und digitalen Technologien verlangt nach neuen bzw. sich wandelnden Kompetenzen und/oder Berufsfeldern. Damit stehen die vorliegenden Aus- und Weiterbildungsangebote der unterschiedlichen Stufen (berufliche Aus- und Weiterbildung, schulische Ausbildung, akademische Aus- und Weiterbildung) auf dem Prüfstand. Es ist daher unumgänglich, sich vorausschauend mit der Bandbreite an möglichen Auswirkungen, Chancen und Risiken, sowie sich abzeichnender Herausforderungen im Bildungsbereich auseinanderzusetzen, um Umsetzungspotentiale zu erkennen und daraus mögliche Gestaltungsoptionen für eine wünschenswerte Entwicklung von Qualifizierungsangeboten für die Industrie 4.0 abzuleiten. Im Rahmen der vorliegenden Studie „Anwendungsfallbasierte Erhebung Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen und deren Auswirkungen auf die österreichische Bildungslandschaft“ (AEIQU) wurden dabei folgende Schwerpunkte adressiert:

Industrie 4.0 relevante Qualifikationen aus der Literatur

In Österreich gibt es bisher kaum Studien, die sich mit der Auswirkung von Industrie 4.0 auf die Qualifikationsanforderungen von Unternehmens-MitarbeiterInnen auseinandersetzen. Dennoch lassen sich sowohl aus einer Literaturanalyse als auch aus einer Marktanalyse erste Annahmen hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Qualifikationsanforderungen ableiten: Es ergibt sich ein klares Bild, dass nicht nur ganze Unternehmensbereiche, sondern auch einzelne MitarbeiterInnen mit neuen Arbeitsweisen konfrontiert werden. Wesentliche Aufgaben zur Vorbereitung auf Veränderungen in den Unternehmen sind die Heranführung an neue Rahmenbedingungen, das Aufzeigen von Vorteilen und die Steigerung der Akzeptanz von Industrie 4.0, iteratives Lernen, sowie die Motivation der Beschäftigten für diese neuen Themen. Zusätzlich ist es notwendig, den Mitarbeitern die neu gewonnene Verantwortung sowie die laufende Auseinandersetzung mit Innovation und Technologie zu vermitteln.

Auf Basis der Literatur scheinen Medienkompetenz bzw. der Umgang mit digitalen Technologien, interdisziplinäre Fachkenntnisse sowie IT-Kenntnisse zukünftig essentiell. Allerdings mangelt es in der Literatur noch an einer branchenspezifischen Betrachtung und den notwendigen Differenzierungen nach akademischen und beruflichen Ausbildungswegen.

Industrie 4.0 relevante Anwendungsfälle

Der Großteil der betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews versteht unter Industrie 4.0 die Digitalisierung und Vernetzung in der Produktion sowie die Digitalisierung von Unternehmensabläufen oder -prozessen. Der Begriff Industrie 4.0 kann daher im Kontext dieser Studie zusammengefasst werden als Digitalisierung bzw. Vernetzung der Wertschöpfungskette in einem Unternehmen. Die befragten betrieblichen ExpertInnen weisen jedoch darauf hin, dass der Begriff „Industrie 4.0“ von Unternehmen unterschiedlich interpretiert wird und daher immer im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens bzw. einer Branche zu sehen ist.

Änderungen durch Industrie 4.0 ergeben sich, den betrieblichen ExpertInnen der qualitativen Interviews zufolge, im gesamten Unternehmen bzw. entlang der gesamten Wertschöpfungskette: Änderungen wurden und werden in den befragten Unternehmen im Personalwesen/HR, im Vertrieb, in der Logistik, in der Produktion, auf der Ebene des Managements/der Geschäftsführung, im Bereich Forschung & Entwicklung (F&E) durchgeführt. Die Intensität der Betroffenheit der angeführten Unternehmensbereiche wurde in den qualitativen Interviews von den betrieblichen ExpertInnen unterschiedlich wahrgenommen, da die Implementierung von Industrie 4.0 bisher auch unterschiedlich gestaltet wurde. In den quantitativen Erhebungen gaben 75 Prozent der Befragten an, von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen zu sein, lediglich 4 Prozent sahen sich überhaupt nicht davon betroffen.

Industrie 4.0 Betroffenheit und benötigte Kompetenzen aus Sicht der Industrie

Bei der Betroffenheit der Unternehmen von Änderungen durch Industrie 4.0 kann folglich von einer Abhängigkeit der Definition des Begriffs Industrie 4.0 des jeweiligen Unternehmens sowie der Ausgestaltung des Implementierungsprozesses im Unternehmen ausgegangen werden. Durchgeführte Änderungen in einem Unternehmen durch Industrie 4.0 sind daher im Kontext der spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens/einer Branche zu beurteilen. Anhand der erhobenen Anwendungsfälle in den qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen lässt sich die Vielfältigkeit an Umsetzungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 erkennen. Dennoch wird auch hier die unterschiedliche Sichtweise bzw. Definition des Begriffs Industrie 4.0 deutlich. Hinsichtlich der Beurteilung der Veränderungen produktionspezifischer Arbeitsprofile durch Industrie 4.0 prognostizieren die betrieblichen ExpertInnen beider Erhebungen Veränderungen sowohl für Menschen bzw. Berufsgruppen, die direkt oder indirekt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten, als auch für Tätigkeiten im Bereich der Verwaltung/Leitung.

Notwendige Kompetenzen in der Produktion der Zukunft bzw. durch Industrie 4.0 identifizieren die betrieblichen ExpertInnen in den qualitativen wie auch in den quantitativen Erhebungen sowohl bei den fachlichen als auch bei den überfachlichen Kompetenzen: Kenntnisse im IT-Bereich, der Mechatronik und der Umgang mit digitalen Technologien sehen die betrieblichen ExpertInnen als zukünftig sehr wichtige fachliche Kompetenzen. Bei den überfachlichen Kompetenzen sind den betrieblichen ExpertInnen zufolge Kenntnisse im Projekt- und Prozessmanagement, Interdisziplinarität (wobei hier Kompetenzen über mehrere Fachbereiche hinweg gemeint sind), Flexibilität sowie Kommunikation und Teamfähigkeit nötig. Die eingangs in der Literaturrecherche identifizierten Kompetenzen - Medienkompetenz/Umgang mit digitalen Technologien, Interdisziplinarität, sowie IT-Kenntnisse – können so durch die empirischen Erhebungen bestätigt werden.

Aktuell bestehende nationale Qualifikationsangebote zu Industrie 4.0

Das Screening der österreichischen Aus- und Weiterbildungslandschaft hinsichtlich Industrie 4.0 relevanter Lehrinhalte macht charakteristische Unterschiede zwischen den einzelnen Bildungseinrichtungen sichtbar. Wenig überraschend weisen bspw. naturwissenschaftliche-technische Bildungseinrichtungen einen höheren Industrie 4.0 Bezug auf als ihre geisteswissenschaftlichen Pendanten. Deutlich erkennbar sind auch Unterschiede in der zeitlichen Dynamik, in welcher einzelne Bildungseinrichtungen ihr Lehrangebot aufgrund veränderter Rahmenbedingungen anpassen.

Am tertiären Bildungssektor zeigt sich, dass deutlich mehr Fachhochschulen Industrie 4.0 relevante Studiengänge anbieten oder zumindest verstärkt nach außen kommunizieren als Universitäten. Während 71% der Fachhochschulen Studienrichtungen mit Industrie 4.0 Bezug führen, listen „lediglich“ 29% der österreichischen Universitäten entsprechende Curricula in ihrem Studienangebot. Bei Letzteren konnte der Begriff „Industrie 4.0“ (noch) in keinem Studienprogramm eruiert werden, bei Fachhochschulen fand die Bezeichnung hingegen bereits Eingang in die Curricula. Einzelne Fachhochschulen bieten Studienrichtungen, die mit dem Thema Industrie 4.0 in einem unmittelbaren Bezug stehen bzw. direkt darauf abzielen (wie z.B. die Bachelorstudien „Smart Engineering“ der FH St. Pölten oder „Automatisierungstechnik“ der FH Oberösterreich). Bei den Universitäten ist der (Industrie 4.0) Spezifizierungsgrad geringer, der Fokus liegt auf einer möglichst umfassenden Ausbildung in den jeweiligen Grundlagen, wie Maschinenbau, Mechatronik etc. Das schmälert aber keineswegs die Bedeutung der Universität als wichtige „Industrie 4.0 Bildungseinrichtung“ in Österreich, sondern verdeutlicht v.a. nur den im Vergleich zu den berufsfeld- und anwendungsorientierten Fachhochschulen anderen Aufgaben- und Tätigkeitsanspruch in Hinblick auf eine stark grundlagenforschungsgetriebene Lehre.

Im sekundären Bildungsbereich sind in erster Linie bei den Höheren Technischen Lehranstalten und den Berufsbildenden Schulen (Lehre) Industrie 4.0 relevante Lehrangebote zu finden. In beiden Institutionen bietet Oberösterreich jeweils das im Bundesländervergleich größte Industrie 4.0 Ausbildungsangebot. Insgesamt 35 HTL-Fachrichtungen an in Summe 11 Standorten sind in Oberösterreich Industrie 4.0 relevant. Das ist knapp ein Fünftel der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen in Österreich. Ebenso hoch ist der Oberösterreich-Anteil des österreichweiten Lehrangebotes mit Industrie 4.0 Bezug.

Neben dem angeführten Angebot des „ersten Bildungsweges“ bieten WIFI und BFI zusätzlich Industrie 4.0 relevante Weiterbildungskurse an. Mit über 350 identifizierten Kursen mit Industrie 4.0 Bezug ist das WIFI in einer Industrie 4.0 Relevanzreihung etwas vor dem BFI mit über 200 Kursen. So kommt auch der Begriff „Industrie 4.0“ bei WIFI Kursen signifikant häufiger vor. Einzelne WIFI-Standorte in Wien, Niederösterreich und Oberösterreich bieten bereits explizit Industrie 4.0 Kurse an.

Entwicklungen im nationalen Bildungsangebot zu Industrie 4.0

Um aktuellen Entwicklungen und Trends wie z.B. Industrie 4.0 gerecht werden zu können, gibt es je nach Bildungsebene unterschiedliche Ansätze:
Auf der Ebene der höheren berufsbildenden Lehranstalten wie der HTL werden Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen im Bereich Industrie 4.0 derzeit in den Wahlpflichtfächern bzw. -modulen sowie in der Fachpraxis und in Abschlussarbeiten umgesetzt. Zu erwähnen ist hier auch, dass Anpassungen bzw. Weiterentwicklungen von Ausbildungsschwerpunkten bzw. Fachrichtungen auch in Form von Schulversuchen umgesetzt werden.
Im Bereich der tertiären Ausbildungsangebote beschäftigen sich sowohl Universitäten als auch Fachhochschulen mit der Thematik. Eine Differenzierung ergibt sich hier aufgrund des starken Praxis- und Berufsfeldbezugs der österreichischen Fachhochschulen: Während praktische Problemstellungen in den universitären Studienangeboten in Form von Übungen, Laborprojekten, Lehrwerkstätten und Abschlussarbeiten vermittelt werden, ist in den Fachhochschulangeboten neben Projekten/Projektarbeiten ein Berufspraktikum in einem Unternehmen bis hin zu dualen Ausbildungsangeboten vorgesehen. Bezüglich der Änderungen/Anpassungen im Bereich der Weiterbildungsangebote ist auffallend, dass kaum neue Angebote mit dem expliziten Titel „Industrie 4.0“ angeboten werden. Durch die fehlende einheitliche Definition des Begriffs und die unterschiedliche Implementierung in den Unternehmen erscheint das Anbieten einer solchen Ausbildung aber auch nicht zielführend. Neben den Angeboten der Weiterbildungsinstitutionen können hier auch nationale Weiterbildungsmöglichkeiten bzw. Fördermöglichkeiten im Bereich Industrie 4.0 speziell für Unternehmen angeführt werden, zudem werden außerdem verschiedene regionale Weiterbildungsiniciativen im Bereich Industrie 4.0 angeboten.

Internationale Entwicklungen/Migrationspfade im Bereich Industrie 4.0

Da momentan noch unklar ist, welche dominierenden Technologien und Lösungen langfristig das Themenfeld „Industrie“ 4.0“ in der praktischen Umsetzung prägen werden, orientiert sich die Darstellung der maßgeblich erwarteten Migrationslinien von Industrie 4.0 in Österreich an den drei dominierenden Wirtschaftsräumen EU (hier insbesondere Deutschland), China und USA. Zusammenfassend lässt sich mit Blick auf eine Ableitung prioritärer Zielsetzungen für die Aus- und Weiterbildung in Österreich feststellen, dass sich die aktuellen Mainstream-Entwicklungspfade zur Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfungsketten in den betrachteten Weltregionen fundamental unterscheiden. Beispielsweise existieren in China im Vergleich zu stark industrialisierten Volkswirtschaften noch immer signifikante Nachholbedarfe im Bereich der konventionellen (Industrie-)Automatisierung. In den USA liegt der Fokus primär auf der Entwicklung und Gestaltung digitaler Geschäftsmodelle und bei der datengetriebenen Systemgestaltung. Nachholbedarf existiert in Österreich im Vergleich zu europäischen Standorten wie etwa Deutschland, aber auch im Vergleich zu asiatischen Ländern außerhalb Chinas (wie bspw. Japan) im Bereich der anwendungsnahen Prozessverbesserung.
Für die erwarteten Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe wird eine durchgängig stärkere Orientierung an IT-Inhalten erwartet. Gleichzeitig wird jedoch von den Mitarbeitern ein stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis vorausgesetzt. Auffällig hierbei ist die starke Erwartungshaltung auf überbetriebliche eLearning-Angebote sowohl für fachliche Anforderungen als auch für Querkompetenzen. Während die grundsätzlichen Trends der erwarteten Qualifizierungsbedarfe über alle Unternehmensgrößen gleich verlaufen (IT-Inhalte + stärker ganzheitlich ausgeprägtes Prozessverständnis), lassen sich Unterschiede zwischen Großunternehmen und mittelständischen Unternehmen erkennen. Großunternehmen priorisieren momentan wesentlich deutlicher technologie- und datenorientierte Unternehmenskompetenzen wie IT-Sicherheit und Cloud-Architekturen. Zudem wird bei den Mitarbeiterfähigkeiten der Entwicklung des interdisziplinären Denkens und Handelns sowie des Prozess-Knowhows wesentlich höherer Stellenwert beigemessen. Bei den mittelständischen Unternehmen lassen sich weniger stark aktuelle Entwicklungsschwerpunkte innerhalb des als notwendig erachteten Qualifizierungskanons erkennen.

Basierend auf den qualitativen und quantitativen Erhebungen der vorliegenden Studie wurden die folgenden vier übergeordneten Kategorien für Empfehlungen für Maßnahmen zur Initiierung, Stärkung und dauerhaften Sicherung des strukturierten und kontinuierlichen nationalen Wissenstransfers zwischen Industrie und Aus- und Weiterbildungslandschaft abgeleitet.

Förderung von Interdisziplinarität

Industrie 4.0 ist Folge und zugleich Ursache eines stetig steigenden Vernetzungsgrades in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die sich ausbildenden Beziehungsgeflechte auf den verschiedensten Ebenen (Mensch-Maschine-Unternehmen-Kunden-Staat-globale Welt etc.) verlangen neue Denk- und Arbeitsweisen und folglich neue Qualifikationen. (Zukünftige) MitarbeiterInnen müssen verstärkt interdisziplinär denken und agieren. Dementsprechend braucht es bereits in der Aus- und Weiterbildung eine intensivere Vernetzung von Fachdisziplinen und die gezielte Förderung von überfachlichen Kompetenzen. Über allem steht dabei die Vermittlung eines IT-Grundverständnisses in sämtlichen Fachdisziplinen. Es besteht somit die Notwendigkeit IT-Grundlagen als inhärenten Bestandteil aller natur- sowie geisteswissenschaftlichen Bildungsangebote zu betrachten und die Vermittlung entsprechender Inhalte neu zu evaluieren. Maßnahmenempfehlungen dieser Kategorie sind zum Beispiel die Fachbereichsübergreifende Wissensvermittlung oder die Flexibilisierung von Rahmenbedingungen zur Stärkung der kognitiven Flexibilität der Lernenden.

Anstreben eines „Life Long Learnings“

Aufgrund der ebenfalls durch die Digitalisierung hervorgerufenen immer schneller werdenden Innovationszyklen und der ständigen Implementierung immer neuerer Technologien in den Produktionsprozess braucht es eine kontinuierliche Weiterentwicklung der erlernten Qualifikationen. Die abnehmende Halbwertszeit des Wissens macht ein lebenslanges Lernen unumgänglich und verlangt von den Bildungsinstitutionen eine ständige Anpassung ihrer Lehrinhalte. Um ein Life-Long-Learning zu ermöglichen, müssen seitens der öffentlichen Entscheidungsträger und der Unternehmen die entsprechenden Rahmenbedingungen gesetzt bzw. umgesetzt werden. Ein mögliches Ziel ist die Entwicklung von der Work-Life-Balance hin in zu einer Work-Life-Learning-Balance. Maßnahmenempfehlungen dieser Kategorie sind unter anderem das Lehren des selbstständigen Aneignens von Wissen, die Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („Recognition of Prior Learning“) oder IT-Kenntnisse als Querschnittskompetenzen in der Ausbildung zu vermitteln.

Transparenz- und externe Qualitätssicherung für Bildungsangebote

Empfehlungen für Maßnahmen im Bereich der Qualitätssicherung für Bildungsangebote dienen nicht nur der Erhöhung der Transparenz bzw. Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Weiterbildungsangeboten, sondern sind ebenso Baustein für die Anerkennung früher erworbener Kenntnisse („Recognition of Prior Learning“). Beispiele von Vorschlägen bzw. Maßnahmenempfehlungen dieser Kategorie sind die Vergabe von einheitlichen Punkten für Weiterbildungsangebote (vgl. ECTS-System) sowie der Aufbau einer organisationsübergreifenden Datenbank der Angebote (evtl. in Zusammenhang mit dem nationalen Qualifikationsregister). Außerdem thematisiert werden in dieser Kategorie die Anrechnung bzw. Berücksichtigung vorgängig erworbener Kompetenzen sowie die soziale und strukturelle Durchlässigkeit zur Hochschule. Beispiele für Empfehlungen hierfür sind die Durchlässigkeit zwischen Bildungssystemen (Lehre-FH, FH-Doktorat), die institutionsübergreifende Anerkennung von Bildungsabschlüssen oder die Verbesserung der Integration von Personen in den Arbeitsmarkt, die über keinerlei berufliche oder hochschulische Ausbildung verfügen (z.B. HilfsarbeiterInnen, Menschen mit körperlicher Beeinträchtigung, ...).

Initiierung neuer und Ausbau bestehender Plattformen

Dynamische Märkte, vernetzte Organisationsformen oder die Implementierung von neuen Technologien führen verstärkt zu disruptiven Entwicklungsszenarien. Somit gehören lineare Kausalketten von Ursache und Wirkung immer mehr der Vergangenheit an. Gearbeitet wird verstärkt in komplexen von Wechselwirkungen gekennzeichneten Systemen. Auf diese Veränderungen müssen die betreffenden Akteure auch im Bereich der Qualifikation mit neuen bzw. angepassten Organisationsformen reagieren, wobei der Ausbau von bestehenden bzw. die Initiierung neuer Kooperationen eine wesentliche Rolle einnehmen kann. Dafür braucht es dementsprechende Plattformen, auf denen sich potentielle Kooperationspartner kennenlernen und interagieren können. Maßnahmenempfehlungen dieser Kategorie sind zum Beispiel die Einrichtung von „Gatekeepern“, die aktuelle Entwicklungen beobachten und aufzeigen, welche Anforderungen an zukünftige Qualifikationsprofile gestellt werden oder die Anpassung der Inhalte von Bildungsangeboten an aktuelle Bedürfnisse des Arbeitsmarktes.

9. Literatur, Quellen

9.1 Literaturverzeichnis

acatech (Hrsg.): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, München: acatech, 2016.

Ahrens, D. / Spöttl, G.: Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften, IN: Hirsch-Kreinsen, H. / Ittermann, P. / Niehaus, J. (Hrsg.) Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: Nomos, S. 185–203, 2015.

Aichholzer, G. et al: Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution. Wien: Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA)/Austrian Institute of Technology (AIT), 2015.

Baumgarth, C. / Eisend, M. / Evanschitzky, H.: „Empirische Mastertechniken. Eine anwendungsorientierte Einführung für die Marketing- und Managementforschung“, Wiesbaden: Gabler, 2009.

Boston Consulting Group: Kompetenzen der Zukunft in der Industrie 4.0, Boston Consulting Group, 2016.

Becker, K.-D.: Arbeit in der Industrie 4.0 – Erwartungen des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e.V., IN: Botthof, A. / Hartmann, E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin Heidelberg: Springer, 2015, S. 23-29.

Botthof, A. / Hartmann, E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin Heidelberg: Springer, 2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Ergebnisdokumentation im Rahmen der Begleitforschung des BMWi Technologieprogramms AUTONOMIK, Berlin: BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie), 2014.

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) / Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO): Studie Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin: BITKOM/Fraunhofer, 2014.

Dombrowski / Riechel / Evers IN: Kersten, W. / Koller, H. / Lödding, H.: Industrie 4.0 Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern, Berlin: Gito Verlag, 2014.

Dworschak, B. / Zaiser, H.: FutureKomp 4.0 – Kompetenzen der Zukunft in der Industrie 4.0, Stuttgart, 2016 noch unveröffentlicht.

Festo Gesellschaft m.b.H.: Trendbarometer Industriemitarbeiter in Österreich. Wien: Festo Gesellschaft m.b.H, 2016.

Fidler, F: Entwarnung: Keine Angst vor Industrie 4.0. Industrie 4.0 und die Folgen. 5. Teil, Berufsbilder im Wandel,“ Der Standard, Nr. 21./22.3.2015, 2015.

Forschungsunion: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Frankfurt / Main, 2013.

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO): Studie: Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, 2013.

Gausemeier, J.: Industrie 4.0 - Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung (InBENZHAB-Studie), 2016.

Gerlich, W.: Lehrräume effektiv gestalten, IN: Haag, J. et al.: Neue Technologien – Kollaboration – Personalisierung, St. Pölten: Fachhochschule St. Pölten GmbH, 2014, S. 78-85.

Glaser, B.G. / Strauss, A.L.: „Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung“, 3., unveränderte Auflage, Bern: Hans Huber Verlag, 2010.

Gutenberg, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Die Produktion. 24. Auflage, Berlin Heidelberg.:Springer, 1983.

Haag, J. et al.: Neue Technologien – Kollaboration – Personalisierung, St. Pölten: Fachhochschule St. Pölten GmbH, 2014.

Hillmann, K.-H. / Hartfiel, G.: Wörterbuch der Soziologie, 5. Auflage, Stuttgart: Kröner, 2007.

Hirsch-Kreinsen, H. / Ittermann, P. / Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: Nomos, 2015.

Holtgrewe, U. / Riesenecker-Caba, T. / Flecker, J.: „Industrie 4.0“ - eine arbeitssoziologische Einschätzung. Endbericht für die AK Wien, Wien: Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt, 2015.

IFR (International Federation of Robotics): Welt-Roboter-Report 2016, www.ifr.org, 2016.

IMU-Institut Berlin GmbH: Digitaler Wandel der Arbeit in Brandenburg. Kurzexpertise am Beispiel der Metall- und Elektroindustrie, Brandenburg: Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie, 2016.

Industriewissenschaftliches Institut (IWI): Endbericht Bedarfs- und Akzeptanzanalyse für den dualen Fachhochschul-Bachelorstudiengang Smart Engineering of Processes and Production Technologies in St. Pölten, Wien: Industriewissenschaftliches Institut (IWI), 2014.

Kärcher, B.: Alternative Wege in die Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Grenzen, 2015 IN: Botthof, A. / Hartmann, E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin Heidelberg; Springer, 2015.

Kagermann, H. / Wahlster, W. / Helbig, J.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Vorabversion, Berlin: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft–Wissenschaft, 2012.

Kelle, U.: „Emergence“ oder „Forcing“? Einige methodologische Überlegungen zu einem zentralen Problem der Grounded-Theory, IN: Mey, G. / Mruck, K.: Grounded Theory Reader, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011, S. 235-260.

Lamnek, S.: „Qualitative Sozialforschung: Methodologie“, Band 1, 3. Auflage, Weinheim: Beltz, Psychologie-Verlags-Union, 1995.

Mey, G. / Mruck, K.: „Grounded Theory Reader“, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011, S. 279-297.

Mayer, H.O.: Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung, 3. Auflage, München: Oldenbourg, 2006.

Mayring, P.: „Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken“, 5. Auflage, Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 2002.

Peneder, M. et al.: Österreich im Wandel der Digitalisierung, Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2016.

Pfeiffer, S. et al.: Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025, Frankfurt am Main: VDMA Bildung, 2016.

Pfeiffer, S.: Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung, Wien: Institut für Technfolgen-Abschätzung (ITA), 2015.

Plattform Industrie 4.0: Industrie 4.0-Whitepaper FuE-Themen, 2014.

Reichertz, J.: „Abduktion: Die Logik der Entdeckung der Grounded Theory“, 2011, IN: Mey, G. / Mruck, K.: „Grounded Theory Reader“, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011, S. 279-297.

Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 - Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2016.

Schmid, K. / Winkler, B. / Gruber, B.: Skills for the Future. Zukünftiger Qualifizierungsbedarf aufgrund erwarteter Megatrends, Wien: ibw Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft, 2016.

Schlundwein, R.: Effizienzanalyse von Dienstleistungsproduktionen, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.

Spath, D. et al.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, 2013.

Springer / Gabler: Gabler Kompakt-Lexikon Wirtschaft, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2013.

Werthmann, D. / Teucke, M. / Lewandowski, M. / Freitag, M.: Benutzerschnittstellen im Kontext von Industrie 4.0, Industrie Management, Bd. 30, Nr. 4, pp. 39-44, 2014.

Windelband, L. / Spöttl, G.: Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel "Internet der Dinge", in Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen. Aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung, Opladen, 2012.

Witte, K.-W. / Vielhaber, W. (Hrsg.): Flexible und wirtschaftliche Serienmontage – Wege zu zukunftsstabilen Montagesystemen (MORATIO), Aachen: Shaker Verlag, 2003.

9.2 Quellen der Literaturrecherche

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften / Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML / equeo GmbH: Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, München: acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2016.

Aichholzer, G. et al: Industrie 4.0. Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution. Wien: Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA)/Austrian Institute of Technology (AIT), 2015.

Bauernhansl, T. et al.: Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025. Abschlussbericht, Stuttgart: Expertenkommission Ingenieurwissenschaften@BW2025, 2015.

Becker, K.-D.: Arbeit in der Industrie 4.0 – Erwartungen des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e.V, IN: Botthof, A. / Hartmann, E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin Heidelberg: Springer, 2015, S. 23-29.

Bertelsmann Stiftung / Stiftung neue Verantwortung: Auf dem Weg zum Arbeitsmarkt 4.0? Mögliche Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Beschäftigung in Deutschland bis 2030, Berlin/Gütersloh: Bertelsmann Stiftung / Stiftung neue Verantwortung, 2016.

Bischoff, J. et al: Erschließen der Potenziale der Anwendung von "Industrie 4.0" im Mittelstand, Mülheim an der Ruhr: agiplan GmbH, 2015.

Busch, J. et al.: Industrie 4.0. Österreichs Industrie im Wandel, o.OA: PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2015.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Industrie 4.0. Innovationen für die Produktion von morgen, 2. Auflage, Rostock: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Digitale Bildung. Der Schlüssel zu einer Welt im Wandel, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016.

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

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

Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM) e.V. / Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e.V. / Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) e.V.: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0, Berlin-Mitte/Frankfurt am Main: BITKOM e.V./VDMA e.V./ZVEI e.V., 2015.

Dombrowski / Riechel / Evers IN: Kersten, W. / Koller, H. / Lödding, H.: Industrie 4.0 Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern, Berlin: Gito Verlag, 2014.

Festo Gesellschaft m.b.H.: Trendbarometer Industriemitarbeiter in Österreich. Wien: Festo Gesellschaft m.b.H., 2016.

Hackel, M. et al.: Diffusion neuer Technologien. Veränderungen von Arbeitsaufgaben und Qualifikationsanforderungen im produzierenden Gewerbe (DifTech), Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung, 2012.

Hausegger, T. et al.: Qualifizierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0. Studie im Auftrag der Austria Wirtschaftsservice GmbH, der Arbeiterkammer Wien und des Bundesministeriums für Verkehr, Infrastruktur und Technologie, Wien: prospect Unternehmensberatung GmbH, 2016.

Hinrichsen, S. / Jasperneite, J.: Industrie 4.0 – Begriff, Stand der Umsetzung und kritische Würdigung, IN: Betriebspraxis & Arbeitsforschung, Zeitschrift für angewandte Arbeitswissenschaft, Ausgabe 2016, Juni 2013, S. 45-47.

Hinterseer, T.: Industrie 4.0: Revolution oder Evolution?, IN: WISO – Wirtschafts- und Sozialpolitische Zeitschrift des Institut für Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (ISW), Ausgabe 01, 2016.

Hirsch-Kreinsen, H. / Weyer, J. / Wilkesmann, M.: Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven, IN: Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 43, 2015.

Holtgrewe, U. / Riesenecker-Caba, T. / Flecker, J.: „Industrie 4.0“ - eine arbeitssoziologische Einschätzung. Endbericht für die AK Wien, Wien: Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt, 2015.

Igelsböck, J. et al.: Bestandsaufnahme Arbeitspolitik in Österreich. Herausforderungen und Perspektiven der Arbeitswelt im Kontext von Industrie 4.0 und veränderten Marktanforderungen, Linz: Institut für Arbeitsforschung und Arbeitspolitik an der Johannes Kepler Universität Linz (IAA), 2016.

IMU-Institut Berlin GmbH: Digitaler Wandel der Arbeit in Brandenburg. Kurzexpertise am Beispiel der Metall- und Elektroindustrie, Brandenburg: Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie, 2016.

Ittermann, P. / Niehaus, J. / Hirsch-Kreinsen, H.: Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder, Düsseldorf: Hans-Boeckler-Stiftung, 2015.

Kagermann, H. et al.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, Berlin: Arbeitskreis Smart Service Welt/ acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2014.

Kagermann, H. / Wahlster, W. / Helbig, J.: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Vorabversion, Berlin: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft–Wissenschaft, 2012.

Kelkar, O. / Heger, R. / Dao, D.-K.: Studie Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie, Reutlingen: Mieschke Hofmann und Partner (MHP)/ Reutlingen University, 2014.

Kuhlmann, M.: Arbeit in der Industrie 4.0 - wachsender arbeitspolitischer Gestaltungsbedarf, IN: Mitteilungen aus dem Soziologischen Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) an der Georg-August-Universität, Ausgabe 23, 9. Jahrgang, 2015, S. 1-6.

Kurz, C.: Arbeit in der Industrie 4.0, IN: IM die Fachzeitschrift für Information, Management und Consulting, Nr. 03, 2012, S. 56-59.

Lassnig, M. et al.: Studienkatalog zur digitalen Transformation durch Industrie 4.0 und neue Geschäftsmodelle, Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2016.

Lefenda, J. / Pöchlacker-Tröscher, G. / Wagner, K.: Einfluss- und Erfolgsfaktoren von Industrie 4.0 für den Standort Niederösterreich, Linz: Pöchlacker Innovation Consulting GmbH, 2016.

Lichtblau, K. et al.: Industrie 4.0-Readiness, Frankfurt: IMPULS-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik, 2015.

Peneder, M. et al.: Österreich im Wandel der Digitalisierung, Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2016.

Pfeiffer, S. et al.: Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025, Frankfurt am Main: VDMA Bildung, 2016.

Pfeiffer, S.: Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA), 2015.

Roland Berger Strategy Consultants / Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI): Die digitale Transformation der Industrie, o.OA.: Roland Berger Strategy Consultants / Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI), 2015.

Schmid, K. / Winkler, B. / Gruber, B.: Skills for the Future. Zukünftiger Qualifizierungsbedarf aufgrund erwarteter Megatrends, Wien: ibw Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft, 2016.

Schröder, C.: Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung, 2016.

Spath, D. et al.: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, 2013.

Spöttl, G.: Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, München: Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V. (bayme)/ Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V. (vbm), 2016.

Wolter, M.I. et al.: Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (IAB), Forschungsbericht Nr. 13, 2016.

Wolter, M.I. et al.: Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, 2015.

10. Abbildungsverzeichnis

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Prozess der Datenerhebung in der vorliegenden Studie.	12
Abbildung 2. Angewandte Methodik der Studien/Beiträge der Literaturrecherche.	14
Abbildung 3. Vier Arten der Kompetenz.	15
Abbildung 4. In der Literatur identifizierte notwendige Kompetenzen durch Industrie 4.0.	17
Abbildung 5. Definitionen von Industrie 4.0.	22
Abbildung 6. Bewertung des Status Quo von Industrie 4.0 im Unternehmen nach den Phasen des Produktlebenszyklus.	23
Abbildung 7. Änderungen der allgemeinen Arbeitstätigkeit der Industrie in den qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen.	26
Abbildung 8. Änderungen der allgemeinen Arbeitstätigkeiten durch Industrie 4.0 in den quantitativen Befragungen von betrieblichen ExpertInnen.	26
Abbildung 9. Rollen/Arbeitsprofile durch Industrie 4.0.	27
Abbildung 10. Identifizierte notwendige technische Kompetenzen laut den betrieblichen ExpertInnen.	28
Abbildung 11. Identifizierte notwendige überfachliche Kompetenzen laut den betrieblichen ExpertInnen.	29
Abbildung 12. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Universitätsstudiengängen.	34
Abbildung 13. Verteilung Industrie 4.0 relevanter Universitätsstudienprogramme in Österreich (absolute Häufigkeit).	34
Abbildung 14. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Universitäten.	35
Abbildung 15. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Universitäten Österreich und Süddeutschland.	36
Abbildung 16. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Fachhochschulstudiengängen.	37
Abbildung 17. Verteilung Industrie 4.0 relevanter Fachhochschulstudiengänge in Österreich.	38
Abbildung 18. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Fachhochschulen.	38
Abbildung 19. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Fachhochschulen Österreich u. Süddeutschland.	39
Abbildung 20. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei HTL-Lehrplänen.	40
Abbildung 21. Verteilung der Industrie 4.0 relevanten HTL-Fachrichtungen nach absoluter und relativer Häufigkeit.	41
Abbildung 22. Bildungslandkarte Industrie 4.0: HTL.	42
Abbildung 23. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei Lehrberufen.	43
Abbildung 24. Verteilung der Industrie 4.0 relevanten Lehren nach absoluter und relativer Häufigkeit.	44
Abbildung 25. Bildungslandkarte Industrie 4.0: Lehre.	44
Abbildung 26. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei WIFI-Kursen.	45
Abbildung 27. Absolute und relative Verteilung der Industrie 4.0 relevanten WIFI-Kurse nach Standorten.	46
Abbildung 28. Bildungslandkarte Industrie 4.0: WIFI.	46
Abbildung 29. Absolute und relative Häufigkeit der Schlagwörter bei BFI-Kursen.	47
Abbildung 30. Absolute und relative Verteilung der Industrie 4.0 relevanten BFI-Kurse nach Standorten.	48
Abbildung 31. Bildungslandkarte Industrie 4.0: BFI.	48
Abbildung 32. Industrie 4.0 Bildungslandkarte Gesamt.	50
Abbildung 33. Entwicklung der Anzahl der StudienanfängerInnen 2015/16.	56
Abbildung 34. Entwicklung der Anzahl der StudienanfängerInnen 2015/16.	58
Abbildung 35. Relevante Kompetenzfelder durch Industrie 4.0.	69
Abbildung 36. Zielsetzungen für Aus- und Weiterbildung im internationalen Kontext.	70
Abbildung 37. Lernwege und -orte für fachliche Anforderungen.	71
Abbildung 38: Lernwege und -orte für Querkompetenzen.	72

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Chancen und Herausforderungen durch Industrie 4.0.....	24
Tabelle 2. Schlagwortliste Definition Industrie 4.0.....	32
Tabelle 3. Quellenverzeichnis der Analyse der Universitäten.	33
Tabelle 4. Quellenverzeichnis – Fachhochschulen.	37
Tabelle 5. Quellenverzeichnis – WIFI.....	45
Tabelle 6. Quellenverzeichnis – BFI.....	47
Tabelle 7. Kohärenzanalyse ausgewählter Bachelor Studienangebote.	52
Tabelle 8. Kohärenzanalyse ausgewählter Master Studienangebote.....	53
Tabelle 9. Abgleich der fachlichen Kompetenzen ausgewählter Bachelorstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.....	54
Tabelle 10. Abgleich der überfachlichen Kompetenzen ausgewählter Bachelorstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.....	55
Tabelle 11. Abgleich der fachlichen Kompetenzen ausgewählter Masterstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.....	57
Tabelle 12. Abgleich der überfachlichen Kompetenzen ausgewählter Masterstudienprogramme mit den Anforderungen der Industrie.....	57
Tabelle 13. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Safety and Systems Engineering“ an der FH Campus Wien.....	60
Tabelle 14. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Integrative Stadtentwicklung – Smart City“ an der FHTW.	60
Tabelle 15. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Smart Products & Solutions“ an der FH Kufstein.	61
Tabelle 16. Kurzprofil des geplanten Masterstudiengangs „Digital Business Management“ an der IMC Krems.	61
Tabelle 17. Kompetenzbedarf bei Unternehmen.....	68
Tabelle 18. Bedarf künftiger Mitarbeiterfähigkeiten.	68
Tabelle 19. Zukünftiger Kompetenzbedarf.	70
Tabelle 20. Prioritäten für die Entwicklung der Unternehmenskompetenzen.	73
Tabelle 21. Bedarf für Mitarbeiterfähigkeiten.....	73

11. Anhang

11.1 Datenblätter und Anwendungsfälle (Use Cases) der befragten Unternehmen

11.1.1 Use Case ABB AG

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 160 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 370; Großunternehmen (GU)
- Gründungsjahr: seit 1883 in der Schweiz, in Österreich seit 1910
- Unternehmensstandort: Wien (Wien)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Der ABB-Konzern ist in der Energie- und Automationstechnik angesiedelt. Lösungen in diesem Bereich werden in den Geschäftsfeldern Stromnetze, Industrieautomation und Antriebe, Elektrifizierungsprodukte sowie in der Prozessautomatisierung für unterschiedliche Branchen angeboten.

Bezug zu Industrie 4.0:

Big Data ist ein großer Bestandteil der Industrie 4.0-Thematik. Als Anbieter von Automatisierungslösungen hat sich die ABB daher intensiv mit diesem Problem beschäftigt.

Name des Projekts	Einsatz von intelligenten Systemen in der Papierindustrie
Projektziel	Verbindung von Industrie- und Einkaufsprozessen in der Papierindustrie
Projektbeschreibung	Verbindung von Industrie- und Einkaufsprozess → Reporting-Systeme
Projektstatus	Abgeschlossen
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessoptimierung • Effizienz in der Produktion • Treffen Vorhersagen (Forecasts) • Analysen und Berichte des gesamten Produktionsprozesses
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt betrifft alle Ebenen des Unternehmens

Quellen:

- Interview mit DI Manfred Malzer am 13.06.2016
- <http://new.abb.com/at>

11.1.2 Use Case AMAG AUSTRIA METALL AG

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 913,3 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 1.704
- Gründungsjahr: 1939
- Unternehmensstandort: Ranshofen (OÖ)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die AMAG ist ein Anbieter von Primäraluminium und Aluminiumhalbzeugprodukten in ausgewählten Märkten. Durch unsere konsequente Ausrichtung auf die Anforderungen unserer Märkte und dem starken kunden- und qualitätsorientierten Denken und Handeln unserer Mitarbeiter sind wir ein verlässlicher Geschäftspartner. Gemeinsam mit unseren integrierten Produktionsanlagen in Ranshofen (Gießerei und Walzwerk) haben wir ein hohes Maß an Erfahrung und metallurgischer Kompetenz in Sachen Aluminium. Unsere Rohstoffbasis wird durch die Anteile an der kanadischen Elektrolyse Alouette und unserem Zugang zum Aluminium-Schrottmarkt gesichert.

Bezug zu Industrie 4.0:

Um den Kunden bestmögliche Qualität und individuelle Wünsche anbieten zu können, ist es essentiell, mit durchgängigen, exakten und konsistenten Daten zu arbeiten sowie unterschiedlichste Parameter zu berücksichtigen, die die Herstellung beeinflussen. Daher beschäftigt man sich bei AMAG intensiv mit den Themen Datenanalyse, Datenqualität bzw. Smart Data aber auch der Schnittstelle Mensch-Maschine.

Name des Projekts	Pro ² Future
Projektziel	Ziel ist es, Daten und Datenquellen entlang der Prozesskette ausfindig zu machen und diese optimal für das Unternehmen zu nutzen um die Produktqualität weiter zu erhöhen
Projektbeschreibung	AMAG hat sich mit einem „Letter of Intent“ (LoI) als möglicher Partner für das Pro ² Future Zentrum in Linz angeboten. Bei finaler Genehmigung des Zentrums wird dieser LoI umgewandelt in eine aktive Zentrumsbeteiligung. Dazu werden jetzt konkrete Inhalte definiert und daneben der Themenbereich Smart-Data im Herstellungsprozess thematisiert
Projektstatus	Konkrete Definition der Projektinhalte
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Tägliche Messungen in den Anlagen können erweitert werden und in die Qualitätsbetrachtung miteinfließen • Auch Nebenparameter können erfasst und ausgewertet werden • Korrelationen von Zielgrößen können hergestellt werden • Umgang mit großen Datenmengen (Datenreduktion und Datenaggregation)
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt betrifft vor allem die Ebene der Produktion

Quellen:

- Interview mit Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Kaufmann am 20.07.2016
- <https://www.amag.at/>

11.1.3 Use Case AVL LIST GMBH

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen in Österreich:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: 1,27 Milliarden Euro (Jahr 2015)
- Anzahl der Mitarbeiter: mehr als 8.050 weltweit Großunternehmen (GU)
- Gründungsjahr: 1948
- Unternehmensstandort: Graz

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die AVL List GmbH entwickelt und verbessert alle Arten von Antriebssystemen als kompetenter Partner der Motoren- und Fahrzeugindustrie. Die für die Entwicklungsarbeiten notwendigen Simulationsmethoden werden ebenfalls vom Unternehmen konstruiert und vermarktet. Zudem entwickelt die AVL List GmbH alle Geräte und Anlagen, die für das Testen von Motoren und Fahrzeugen erforderlich sind (Motorenmesstechnik und Testsysteme). Das Unternehmen ist weltweit der größte private Anbieter für die Entwicklung von Antriebssystemen mit Verbrennungsmotoren.

Bezug zu Industrie 4.0:

Die AVL List GmbH ist u.a. als Experte bei Antriebssimulationen – Entwicklung von Simulationssoftware als einer von drei Geschäftsbereichen – auf dem besten Weg eben jene steigende Komplexität mittels Simulationen und Prototypen zu bewältigen. Gerade die Modellierung und virtuelle Inbetriebnahme eines Produkts vor Markteintritt wird im Zuge von Industrie 4.0 an Bedeutung gewinnen.

Name des Projekts	Integrated and Open Development Platform (IODP)
Projektziel	Die integrierte und offene Entwicklungsplattform hat die Vision virtuelle und reale Welt, den physischen Test und virtuellen Prototypen, zu verbinden (Etablierung eines Cyber Physischen Systems; CPS)
Projektbeschreibung	Die integrierte und offene Entwicklungsplattform (IODP) vernetzt Simulation und Test über den gesamten Entwicklungsablauf. Aufgabe der IODP ist vor allem eine sukzessive Integration der einzelnen verwendeten Berechnungsmodelle (verschiedener Abteilungen) in eine einzige
Projektstatus	In Umsetzung. Erste Plattform- und Vernetzungsprodukte der IODP sind im Markt und werden in bekannten Anwendungen verwendet. Neue Anwendungen werden laufend gefunden und erschlossen.
Nutzenebene	Die IODP soll helfen die gewünschten Produkteigenschaften eines Fahrzeugs optimal zu gestalten. Dafür muss bereits in der frühen Entwicklungsphase das Wechselspiel zwischen den einzelnen verwendeten Komponenten und die Betriebsstrategie berücksichtigt werden. Wünscht man sich ein sportlich orientiertes elektrisch betriebenes Fahrzeug, müssen dementsprechend auch die elektrischen Komponenten größer dimensioniert werden oder auch dynamischer angesteuert werden, um das Anforderungsprofil zu erfüllen. Wird das nicht von Anfang an mitsimuliert, können die konzipierten Hardware-Komponenten gegebenenfalls Einschränkungen in den gewünschten Fahrzeugeigenschaften zur Folge haben. Grundsätzlich soll mit der IODP eine bessere Beherrschung der Komplexität in der Automobilindustrie möglich werden.
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt greift auf alle Abteilungen/Ebenen des Unternehmens über

Quellen:

- Interview mit DI Georg List (Vice President Corporate Strategy) und Herr Dr. Markus Tomaschitz (Vice President Corporate Human Resources) am 14.06.2016 um 14:00 Uhr
- <https://www.avl.com/>, 12.05.2016, Herold MD Online - Business Datenbank, <https://www.sfg.at/cms/4486/>, 09.06.2016
- Economic Engineering. Transformation. Simulation und Test. Geschickt kombinieren. Durch Kombination von Simulation und Test in eine neue Ära. April/Mai 2016

11.1.4 Use Case BRP

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 580 Mio.(Konzernumsatz)
- Anzahl der Mitarbeiter: 1200 (mittelmäßige KMU, Leitbetrieb)
- Gründungsjahr: 1947 (in Günskirchen), Unternehmensgründung Rotax 1920
- Unternehmensstandort: Günskirchen (OÖ)

Bezug zu Industrie 4.0:

Da die BRP Powertrain GmbH auch im Bereich der Automatisierung tätig ist, ist es für das Unternehmen essentiell, sich mit dem Thema der Industrie 4.0 auseinanderzusetzen und Chancen sowie Herausforderungen zu identifizieren, die sich spezifisch für das Unternehmen ergeben.

Name des Projekts	Digitale Architekturen verstehen, optimieren und standardisieren
Projektziel	Ziel ist es, Daten und Datenquellen ausfindig zu machen und diese optimal zu nutzen. Gemeinsam mit einem Kooperationspartner (FFG Förderung) digitale Architektur für zukünftige Anforderungen verstehen, standardisieren und generalisieren, sowie der Außenwelt zugänglich machen
Projektbeschreibung	Mitarbeiter müssen intellektuell zusammenarbeiten. Es wird zunächst geclustert und nach dem Try & Error Prinzip vorgegangen (strategische Ausrichtung) – jeder Mitarbeiter kann Tools ausprobieren und deren Effizienz mittels Kleinprojekten beobachten. Speziell in der Montage und in der Fertigung gibt es Industrie 4.0 Projekte, wo Tools aus dem I4.0 Baukasten gezielt zum Einsatz kommen (Ausprobieren von Assistenzsysteme, Mitarbeiterkenntnisse integrieren, Installation einer neuen Technologie, Anwendung von Automatisierungselement und Track-and-Trace Ability, Smart Products und Equipment, Cyber Processing)
Projektstatus	laufend
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung von Industrie 4.0 Tools • PLM System, Konstruktion, Programmiersystem • ERP System, Planungssystem, EMDS System, Maschinendaten erfassen • Technologie verstehen • Bilden von Lerngruppen unterschiedlichster Disziplinen
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt greift auf alle Abteilungen/Ebenen des Unternehmens über

Quellen:

- Interview mit Anton Stranzinger-Mayerhofer am 15.06.2016

11.1.5 Use Case ELMET Elastomere Produktions- und Dienstleistungs-GmbH

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 22 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 160; Klein- bis mittelständisches Unternehmen (KMU)
- Gründungsjahr: 1996
- Unternehmensstandort: Oftring (Oberösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Das Unternehmen ELMET ist im Bereich der Entwicklung und Herstellung von Equipment für die Produktion von Silikon- und Gummiteilen anzusiedeln.

Bezug zu Industrie 4.0:

Die Ausweitung der Automatisierung in der Produktion ist ein großer Bestandteil der Industrie 4.0-Thematik. ELMET verfolgt schon lange das Ziel der Vollautomatisierung in der Produktion und hat daher auch ein Projekt mit diesem Schwerpunkt gestartet.

Name des Projekts	Vollautomatisierte Kontrolle, Auswertung und Dokumentation
Projektziel	Vollautomatisierung der Kontrolle, Auswertung und Dokumentation von Teilen bzw. Produkten
Projektbeschreibung	Schwerpunkt des Projekts ist die vollautomatische Überwachung und Prüfung von Teilen bzw. Produkten, weil die manuelle/visuelle Kontrolle nicht mehr leistbar war
Projektstatus	laufend
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessoptimierung • Effizienz in der Produktion • Fehlerminimierung • Qualitätssicherung/-steigerung • Wettbewerbsvorteile, Behauptung gegen Billig-Lohn-Länder
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt betrifft alle Ebenen des Unternehmens

Quellen:

- Interview mit Kurt Manigatter am 01.07..2016
- <http://www.elmet.com/>

11.1.6 Use Case EPLAN Software & Service GmbH

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: k.A.
- Anzahl der Mitarbeiter Österreich: 33 (weltweit ca. 800)
- Gründungsjahr Österreich: 1996 (Zentrale 1984)
- Unternehmensstandort: Amstetten (Niederösterreich) (Zentrale in Deutschland)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

EPLAN berät Unternehmen in der Prozessoptimierung, entwickelt softwarebasierte Engineering-Lösungen für die Automatisierungstechnik und Mechatronik und realisiert maßgeschneiderte CAD-, PDM-, PLM- und ERP-Schnittstellen. Darüber hinaus zählen umfassende Dienstleistungen wie Unternehmensberatung zu Variantenmanagement und Konfiguration, Prozessberatung zu Standardisierung, Automatisierung und Integration, Implementierungen, Trainings und Support Services zum Leistungsspektrum des Unternehmens.

Bezug zu Industrie 4.0:

EPLAN bietet seinen Kunden auch die Digitalisierung von Produkten und Prozessen an. Ein weiterer Gestaltungsbereich mit Bezug zu Industrie 4.0 liegt in der automatischen Fertigung durch Erkennen der Bauteile und Teilergebnissen aus dem Engineering. Zudem setzt EPLAN auch Big Data-Projekte für die gesamte Wertschöpfung der Kunden um.

Name des Projekts	Die durchgängige Wertschöpfungskette der Friedhelm Loh Gruppe
Projektziel	Vollautomatische Wertschöpfungskette vom Engineering bis zur Produktion von Schaltschränken
Projektbeschreibung	EPLAN entwickelte für den Kunden eine umfassende Lösung zur Vollautomatisierung bzw. Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungskette im Unternehmen
Projektstatus	Fertige Implementierung und Umsetzung in der Fertigung bei RITTAL Deutschland sowie bei diversen Kunden aus der Industrie
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängigkeit / verbesserte Wertschöpfung / Kostenreduktion / Qualitätsverbesserung • Individualisierung der Kundenanforderungen durch Konfiguratoren
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	<ul style="list-style-type: none"> • Da die EPLAN Software & Service GmbH als dienstleistendes Unternehmen bzw. als Tool-Provider für produzierende Unternehmen einzustufen ist, sind alle Ebenen des Unternehmens von dem Projekt betroffen • Veränderungen der Prozesse im Engineering (von „engineering to order“ hin zu „configure to order“) • Zusammenführung unterschiedlicher Disziplinen (Engineering, Fertigung, Einkauf)

Quellen:

- Interview mit Ing. Robert Erasmus am 25.05.2016
- <http://training.eplan.at/at-de/home/>

11.1.7 Use Case EVOLARIS NEXT LEVEL GMBH

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 2,70 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 35; Klein- bis Mittelständisches Unternehmen (KMU)
- Gründungsjahr: 2000
- Unternehmensstandort: Graz (Steiermark)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die Evolaris next level GmbH bietet Expertise und Know-how auf dem Gebiet der Entwicklung von digitalen Assistenzsystemen an. Dabei werden verschiedenste Schulungs- und Serviceleistungen in diesem Bereich angeboten. Das Portfolio des Unternehmens erstreckt sich dabei von der Auswahl geeigneter Technologien, dem Entwerfen von individuellen Anwendungsszenarien bis hin zur Entwicklung von digitalen Assistenzsystemen auf Basis mobiler Endgeräte und Wearables.

Bezug zu Industrie 4.0:

Evolaris bietet neben der Entwicklung digitaler Assistenzsysteme für den Bereich Smart Commerce und Tourismus/Freizeit insbesondere auch für den Bereich Smart Production.

Name des Projekts	ASSIST 4.0
Projektziel	Digitales Assistenzsystem für MitarbeiterInnen in der Produktion des Auftraggebers
Projektbeschreibung	Die Evolaris next level GmbH entwickelte im Rahmen eines Förderprojekts, gemeinsam mit Konsortialführer KNAPP AG und anderen Industriepartnern, ein digitales Assistenzsystem für MitarbeiterInnen im Bereich der Produktion des Auftraggebers
Projektstatus	Abgeschlossen
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Die Evolaris next level GmbH kann ihre Assistenzsysteme im Bereich Industrie 4.0 testen und entwickeln • Umfangreiche Studien welche Assistenzsysteme von MitarbeiterInnen gebraucht werden • Akzeptanz der Technologie kann überprüft werden • Einige der Use Cases waren die Basis, um solche Systeme/Produkte überhaupt anbieten zu können • Projekt war Initialzündung für ein größeres EU-Projekt • Aus dem Projekt sind Produkte entstanden, die kommerziell bereits in Unternehmen genutzt werden
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Da die Evolaris next level GmbH als dienstleistendes Unternehmen bzw. als Tool-Provider für produzierende Unternehmen einzustufen ist, sind alle Ebenen des Unternehmens von dem Projekt betroffen. Überwiegend war hier aber das Produktmanagement betroffen.

Quellen:

- Interview mit Christian Kittl am 02.06.201
- <https://www.evolaris.net/de/>

11.1.8 Use Case FILL GMBH

- Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:
- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: 112 Mio. EUR (Jahr 2015)
- Anzahl der Mitarbeiter: 670 (davon 61 Lehrlinge); Großunternehmen (GU)
- Gründungsjahr: 1966
- Unternehmensstandort: Gurten, Ried im Innkreis (Oberösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die Fill Gesellschaft m.b.H. ist ein international führendes Maschinen- und Anlagenbau Unternehmen für verschiedenste Industriebereiche. Modernste Technik und Methoden in Management, Kommunikation und Produktion zeichnen das Familienunternehmen aus. Die Geschäftstätigkeit umfasst die Bereiche Metall, Kunststoff und Holz für die Automobil-, Luftfahrt-, Windkraft-, Sport- und Bauindustrie. In der Aluminium-Entkerntechnologie sowie für Ski- und Snowboardproduktionsmaschinen ist das Unternehmen Weltmarktführer.

Bezug zu Industrie 4.0:

In Zusammenarbeit mit namhaften oberösterreichischen Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen engagiert sich Fill auf breiter Basis bei der Realisierung der sogenannten „intelligenten Fabrik“. Zahlreiche Entwicklungsprojekte zu diesem Thema sind im Teststadium bzw. kommen teils schon im realen Arbeitsprozess zum Einsatz. Die Wirtschaftlichkeit der Entwicklung, Planung und der Betrieb der Anlage wird durch den Einsatz einer durchgängigen digitalen Planung bis zur virtuellen Anlageninbetriebnahme weiter erhöht.

Name des Projekts	Metallzerspanungsprojekt – Vollautomatisierte Bearbeitungsanlage
Projektziel	Produktion einer vollautomatisierten Bearbeitungsanlage für Kurbelgehäuse, die dem Endkunden völlige Transparenz und die Möglichkeit einer Qualitätskontrolle, wie bei einer Produktion im eigenen Haus, bietet
Projektbeschreibung	Fill hat für seinen Kunden ZMT Automotive eine vollautomatisierte Bearbeitungslinie entwickelt. Die Anlagenkonfiguration soll als Vorzeigeprojekt für die Verknüpfung intelligenter Anlagen im Sinne von Industrie 4.0 dienen, wobei sämtliche Prozessschritte (Bearbeiten, Automatisierung, Messen, Prüfen, Logging & Analyzing, Bildverarbeitung) voll Fill entwickelt und vollautomatisch zu einer Gesamtlösung verknüpft sind.
Projektstatus	Fertigstellung der Bearbeitungslinie im Herbst 2015 nach weniger als 2 Jahren Bauzeit
Nutzenebene	Im Unterschied zu anderen Anlagen steuern sich die Teile in dieser Anlage je nach Prozessparametern selbst. Die Daten sind zu jeder Zeit produktbezogen vorhanden, wodurch ein punktuelleres Reagieren (Echtzeitsteuerung des Produktes in der Anlage) ermöglicht wird. Jedes Bauteil sammelt automatisch Prozessdaten, hat demnach einen eigenen Status und kann dann speziell je nach Bedarf weiterverarbeitet werden.
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt greift auf alle Abteilungen/Ebenen des Unternehmens über.

Quellen:

- Interview mit DI Wiesinger (Innovationsmanager) am 02.06.2016 um 09:00 Uhr
- <http://www.fill.co.at/>, 10.05.2016, Herold MD Online - Business Datenbank

- http://www.technokontakte.at/?dtype=0&page=program-details&v_nr=70005, 14.06.2016
- <http://fillmaschinenbau.blogspot.co.at/2014/07/industrie-40-das-verschmelzen.html>,
14.06.2016

11.1.9 Use Case FRONIUS INTERNATIONAL GMBH

- Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:
- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: wird nicht ausgegeben
- Anzahl der Mitarbeiter: > 2.500; Großunternehmen (GU)
- Gründungsjahr: 1945
- Unternehmensstandort: Pettenbach (Oberösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die Fronius International GmbH entwickelt Technologien und Lösungen zur Kontrolle und Steuerung von Energie. Schwerpunkte hier sind unter anderem Perfect Welding, Solar Energy und Perfect Charging.

Bezug zu Industrie 4.0:

Da die Fronius International GmbH in Bereichen tätig ist, die durch technologische Innovationen geprägt sind, ist es für das Unternehmen essentiell, sich mit dem Thema Industrie 4.0 auseinanderzusetzen, um Chancen sowie Herausforderungen zu identifizieren, die sich spezifisch für das Unternehmen ergeben.

Name des Projekts	Die Arbeitswelt 4.0 gestalten
Projektziel	Ziel des Projekts ist die Schaffung eines Bewusstseins für das Themenfeld der Industrie 4.0 im gesamten Unternehmen
Projektbeschreibung	Im Zuge des Projekts werden Best Practice Beispiele vorgestellt, die teilnehmenden MitarbeiterInnen von Fronius erhalten intensive Betreuung, unter anderem auch um eigene Ideen umsetzen zu können. Weiters setzen sich die Führungskräfte des Unternehmens in Workshops mit unterschiedlichen Facetten (Technologie, Struktur, Kultur, ...) von Industrie 4.0 auseinander.
Projektstatus	Laufend
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung eines Bewusstseins für Industrie 4.0 • Ableiten von Chancen/Möglichkeiten für Fronius • Erste Entwicklung/Umsetzung von eigenen Ideen
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt greift auf alle Abteilungen/Ebenen des Unternehmens über.

Quellen:

- Interview mit Matthias Uhl am 15.06.2016
- <https://www.fronius.com/>

11.1.10 Use Case KEBA AG

- Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:
- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 181 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 950; Großunternehmen (GU)
- Gründungsjahr: 1968
- Unternehmensstandort: Linz (Oberösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

In den drei Geschäftsbereichen Industrieautomation, Bank- und Dienstleistungsautomation sowie Energieautomation bietet die KEBA AG Automatisierungslösungen für unterschiedliche Branchen an.

Bezug zu Internet of Things und Industrie 4.0:

KEBA bietet bei seinen Produkten und Lösungen I 4.0-Funktionalitäten an, die es den Kunden ermöglichen, moderne Digitalisierungskonzepte umzusetzen.

Für die eigenen Prozesse beschäftigt sich KEBA mit IoT oder I 4.0-Lösungen, z.B. Big Data und Data Analytics.

Name des Projekts	Data Mining und Datenanalytik in der Produktion
Projektziel	Die Idee dahinter ist, herauszufinden, ob es Korrelationen gibt, zwischen Bestellhäufigkeiten, Produkten, Modellhäufigkeiten, Varianz der Kunden. Diese Daten sollen dem jeweiligen Kunden zugeordnet werden können, um das Bestellverhalten zu ermitteln und Vorhersagen treffen zu können.
Projektbeschreibung	Durch die gewonnenen Daten aus dem Bestellverhalten der Kunden kann eine Klassifizierung der Kunden vorgenommen werden, auf deren Basis man Ermittlungen für Forecasts in der Produktion machen kann.
Projektstatus	Laufend
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Abbildung des Bestellverhaltens der Kunden • Kunden können klassifiziert werden nach Modell, Bestellhäufigkeit, etc. • Liefervorhersagen etc. können getroffen werden → Forecasts in der Produktion • Individuelle Lösungen für den Kunden
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Hauptsächlich betroffen ist die Produktion sowie das Supply Chain Management.

Quellen:

- Interview mit Ing. Franz Höller, Vorstand Technik am 14.06.2016, <http://www.keba.com>

11.1.11 Use Case KUKA ROBOTER CEE GMBH

- Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:
- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 40 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 100; Klein- bis mittelständisches Unternehmen (KMU)
- Gründungsjahr: 1890, in Österreich 2007
- Unternehmensstandort: Linz (Oberösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die KUKA Roboter CEE GmbH fokussiert sich auf das Anbieten von Automatisierungslösungen und verschiedenen Industrierobotern.

Bezug zu Industrie 4.0:

Die Robotik bzw. die Vernetzung von Mensch und Maschine ist ein wesentlicher Bestandteil von Industrie 4.0. Als Anbieter von Automatisierungslösungen und Industrierobotern hat KUKA daher auch ein Projekt mit dem Fokus auf die Mensch-Maschine-Kollaboration umgesetzt.

Name des Projekts	LBR iiwa
Projektziel	Ermöglichen der Mensch-Maschine-Kollaboration
Projektbeschreibung	Schwerpunkt des Projekts ist die Entwicklung, der Bau und der Einsatz des sensitiven Leichtbauroboters iiwa.
Projektstatus	Abgeschlossen
Nutzenebene	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellen der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine • Marktführer auf diesem Gebiet → erster marktreifer, sicherer und sensitiver Roboter • Neue Produktlinie • Wettbewerbsvorteil • Erhöhter Kundennutzen → gemeinsam mit dem Kunden wird eine individuelle Lösung zur Prozessoptimierung entwickelt
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Das Projekt betrifft alle Ebenen des Unternehmens. Für die Entwicklung von gesamtheitlichen Kundenlösungen inkl. Applikationen für den LBR iiwa wurde eine eigene Abteilung „Application Engineering“ gegründet.

Quellen:

- Interview mit Mag. Andrea Sillipp am 24.05.2016
- <http://www.kuka-robotics.com/austria/de/>

11.1.12 Use Case logi.cals GmbH

Die wichtigsten Fakten zum Unternehmen:

- Umsatz im letzten Geschäftsjahr: EUR 2,50 Mio.
- Anzahl der Mitarbeiter: 25; Klein- bis Mittelständisches Unternehmen (KMU)
- Gründungsjahr: 1987
- Unternehmensstandort: St. Pölten (Niederösterreich)

Kurzbeschreibung des Unternehmens:

Die logi.cals GmbH bietet selbst entwickelte Softwarewerkzeuge, Plattformen und Know How auf dem Gebiet der Automatisierungsindustrie.

Bezug zu Industrie 4.0:

Durch das Anbieten von Automatisierungslösungen, wie zum Beispiel das Anbieten einer geschlossenen Integrations- und Testumgebung für Software oder digitalen Anlagenmodellen, leistet die logi.cals GmbH einen Beitrag zu Digitalisierung von Wertschöpfungsketten in produzierenden Unternehmen und zur Implementierung von Industrie 4.0.

Name des Projekts	Open CIT (Continuous Integration & Test)
Projektziel	Continuous Integration & Test – Plattform, die unternehmens- und standortübergreifend eingesetzt werden kann.
Projektbeschreibung	Anbieten einer geschlossenen Integrations- und Testumgebung für Software verbunden mit Automatisierungskomponenten wie Steuerungskomponenten oder Steuerungshardware.
Projektstatus	Laufend
Nutzenebene	Der Softwareentwicklungsprozess der logi.cals GmbH ist mit jenem der Kunden vernetzt. Dadurch können Fehler schneller gefunden und behoben werden, eine raschere Ergebnislieferung wird ermöglicht und die Einsatzbarkeit der Ergebnisse für den Kunden wird erhöht.
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Da die logi.cals GmbH als dienstleistendes Unternehmen bzw. als Tool-Provider für produzierende Unternehmen einzustufen ist, sind alle Ebenen des Unternehmens von dem Projekt betroffen.

Quellen:

- Interview mit Heinrich Steininger am 15.06.2016
- <http://www.logicals.com/de/>

11.1.13 Use Case 2 logi.cals GmbH

Name des Projekts	AML Hub (AutomationML Hub)
Projektziel	Ziel ist es, eine Integrationsplattform zur Digitalisierung und Integration von Engineering Wertschöpfungsketten/Prozessen im Automatisierungsengineering zu schaffen, wo man auch heterogene Werkzeuglandschaften integrieren kann.
Projektbeschreibung	Anbieten einer Integrationsplattform zur Digitalisierung und Integration von Engineering Wertschöpfungsketten/Prozessen im Automatisierungsengineering.
Projektstatus	Laufend
Nutzenebene	AML Hub erlaubt, Anlagenmodelle effizienter zu erstellen als es derzeit möglich ist.
Qualifikationsanforderungen durch das Projekt	Da die logi.cals GmbH als dienstleistendes Unternehmen bzw. als Tool-Provider für produzierende Unternehmen einzustufen ist, sind alle Ebenen des Unternehmens von dem Projekt betroffen.

Quellen:

- Interview mit Heinrich Steininger am 15.06.2016
- <http://www.logicals.com/de/>

11.2 Kopie der Stellenausschreibungen

11.2.1 Kopie der Stellenausschreibungen Bachelor

Jobausschreibung KEBA (Senior Quality Assurance Engineer (m/w)):

Es gibt unterschiedliche Merkmale von typischen KEBA-Mitarbeitern: Kreativität, Sachverstand und Begeisterungsfähigkeit. Aber eines haben alle gemein: eine große Portion Leidenschaft und die Neugier, die Dinge zu hinterfragen und diese mutig und entschlossen mitzugestalten.

Sind auch Sie begeisterungsfähig und leidenschaftlich neugierig?

Senior Quality Assurance Engineer (m/w)

Bereich intelligente Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Arbeitsort: Linz, Urfahr

Aufgabe:

KeBa ist führend in der Entwicklung von intelligenten Ladeinfrastrukturlösungen für Elektrofahrzeuge. Als Lösungsanbieter konzentriert sich KEBA nicht nur auf die Entwicklung von Ladestationen, sondern auch auf die Entwicklung intelligenter Gesamtlösungen bspw. für das Management und die Steuerung von mehreren Ladepunkten oder die Kommunikation zu Hostsystemen.

Als Qualitätsmanager arbeiten Sie an der Konzeption, Entwicklung, Erstellung und Durchführung von Testszenarien und Testspezifikationen unserer intelligenten Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und stellen die hohe Auslieferqualität unserer Produkte sicher. Sie leiten ein kleines Team von Test Engineers und führen auch selbst Tests mit unterschiedlichsten Elektrofahrzeugen durch. Dazu sind Sie in engem Kontakt mit Autohäusern und e-mobility Clubs.

Intern arbeiten Sie eng mit unseren Produktentwicklern zusammen und sorgen für eine effiziente Testabwicklung. Durch die Anwendungstests bringen Sie sich aktiv in die Verbesserung der Produkte, Testabläufe und Prozesse ein und können so einen wesentlichen Beitrag zum Erhalt unserer Serienqualität leisten.

Anforderungsprofil:

- Sie verfügen über eine fundierte technische Ausbildung (FH oder UNI)
- Sie haben mindestens 5 Jahre Erfahrung als Qualitätsmanager.
- Als Idealkandidat bringen Sie ein ausgezeichnetes technisches Verständnis mit hoher Softwareaffinität, eine strukturierte Arbeitsweise und ein hohes Verantwortungsbewusstsein mit.
- Eigeninitiative und eine hohe Einsatzbereitschaft zeichnen Sie aus.
- Darüber hinaus verfügen Sie über ausgezeichnete Englischkenntnisse, da der Großteil der Kommunikation vorwiegend auf Englisch erfolgt.

Für diese Position bieten wir ein marktkonformes Gehalt, das Ihrer Qualifikation und Erfahrung sowie Ihrer individuellen Leistung entspricht. Aus gesetzlichen Gründen weisen wir darauf hin, dass das Mindestgehalt für Berufseinsteiger bei EUR 2.920,- brutto/Monat liegt.

Jobausschreibung Constantia Flexibles (IT System Engineer (m/w)):

Dienstort

Österreich/Weinburg (Bezirk St. Pölten, NÖ)

Arbeitgeber

Constantia Shared Services Austria GmbH am Standort der Constantia Teich GmbH

Arbeitgeberbeschreibung

Constantia Flexibles ist ein international führender Anbieter flexibler Verpackungsmaterialien. Aus den wichtigsten Rohstoffen Aluminium, Papier und Kunststoff werden weltweit qualitativ hochwertige und innovative Produkte für die Milchwirtschaft, Süßwaren-, Lebensmittel-, und Tiernahrungsindustrie sowie internationale Pharmakonzerne gefertigt und geliefert.

Constantia Shared Services Austria GmbH erbringt zentrale Services im Bereich IT / Finance / HR für die Constantia Flexibles Gruppe.

Stellenbeschreibung

Sicherstellung der Betriebsfähigkeit aller technischen Systeme die im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Betrieb der IT Rechenzentren und des Netzwerks stehen

Fehlereskalation intern bzw. zu externen Lieferanten

Mitarbeit an unterschiedlichsten IT Projekten weltweit

Stellenanforderung

Technische Ausbildung mit Maturaabschluss (HTL, FH)

Fundierte IT-Kenntnisse im Bereich:

Server (Microsoft Windows Server)

Client-Server-Netzwerk (Cisco)

Kenntnisse von Vorteil:

Virtualisierungslösungen (VMWare ESX)

Terminalserver (Citrix)

Firewalls (Barracuda)

IT Security

ITIL

Deutsch und Englisch in Wort und Schrift

Schnelle Auffassungsgabe

Lösungsorientierung

Teamfähigkeit

Mehrjährige einschlägige Berufserfahrung von Vorteil

Rahmenbedingungen

Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten

Möglichkeiten, eigene Ideen einzubringen

Gleitzeit

Kantine

Krankenzusatzversicherung

Das Mindestgehalt für diese Position beträgt € 2.600,- brutto pro Monat auf Basis Vollzeitbeschäftigung (entspricht der jeweiligen Einstufung lt. Kollektivvertrag für die Metallindustrie). Je nach fach-einschlägiger Qualifikation und Erfahrung ist eine marktkonforme Überzahlung möglich.

Beschäftigungsart

Vollzeit

Eintritt

ab sofort

Jobausschreibung Wacker Neuson (LieferantenentwicklerIn - Supplier Quality Assurance):

Willkommen bei Wacker Neuson, einem weltweit führenden Anbieter von Baugeräten und Kompaktmaschinen. Wir bieten unseren Kunden aus dem Hoch- und Tiefbau, dem Garten- und Landschaftsbau, Kommunen und dem Gleisbau zuverlässige Lösungen. Im Jahr 2015 haben weltweit 4.600 Mitarbeiter zu unserem Erfolg beigetragen und dabei rund 1,38 Mrd. Euro Umsatz erwirtschaftet. Alles, was unsere Kunden für ihre anspruchsvollen Projekte benötigen, finden sie bei uns. Alles, was wir zur Erreichung unserer ambitionierten Ziele benötigen, sind Originale wie Sie! Werden Sie Teil unseres Teams.

Verstärken Sie unseren Bereich Qualitätsmanagement am Standort Hörsching als LieferantenentwicklerIn - Supplier Quality Assurance

Ihre Aufgaben

- Qualitatives Lieferantenmanagement
- Überwachung der qualitätssichernden Maßnahmen und gegebenenfalls Einleitung von Verbesserungs- und Korrekturmaßnahmen mit Lieferanten
- Verantwortlich für die kontinuierliche Weiterentwicklung bestehender Lieferanten
- Reklamationsmanagement

Ihr Profil

- Abgeschlossene technische Ausbildung (HTL/FH/Universität)
- Mehrjährige, einschlägige Berufserfahrung im Produktionsumfeld (Bereich: Maschinenbau, Automotive)
- Ausgezeichnete Deutsch- und Englischkenntnisse
- Sicherer Umgang mit MS Office, insbesondere Excel (Pivot)
- SAP Kenntnisse wünschenswert
- Professionelles Auftreten, Redegewandtheit, Durchsetzungsvermögen

Aus gesetzlichen Gründen weisen wir darauf hin, dass das Mindestgehalt für diese Position EUR 40.000 brutto pro Jahr beträgt. Eine Bereitschaft zur Überzahlung ist selbstverständlich vorhanden, abhängig von Ihrer Qualifikation und Berufserfahrung. Darüber hinaus bieten wir leistungs- und ergebnisorientierte Bonussysteme und diverse Wacker Neuson Benefits.

Werden Sie Teil eines weltweiten Erfolgs.

Machen Sie Karriere bei der Wacker Neuson Group.

Wir bieten Ihnen eine verantwortungsvolle Position in einem internationalen Konzern mit den Werten eines mittelständischen Familienunternehmens. Flache Hierarchien, hohe Dynamik und schnelle Entscheidungen bieten Ihnen den Rahmen, Ihre Fähigkeiten voll einzubringen.

Jobausschreibung BRP (Industrial Engineer (m/w)):

Wir entwickeln und produzieren Rotax®-Hochleistungsmotoren für die aufregendsten Freizeitfahrzeuge der Welt: Ski-Doo® und Lynx® Motorschlitten, Sea-Doo® Jetboote, Can-Am® Gelände- und Side-by-Side-Fahrzeuge, Motorräder, Karts, Ultraleicht- und Leichtflugzeuge und den revolutionären Can-Am® Spyder Roadster. Als Tochterunternehmen von BRP (Bombardier Recreational Products Inc.), setzen wir die Trends in der Entwicklung und Produktion innovativer Antriebstechnologien.

Wir suchen zur Verstärkung unserer Business Unit - Aufladesysteme am Standort Günskirchen eine/n:

Industrial Engineer (m/w)

Business Unit Aufladesysteme

Ihr Aufgabengebiet umfasst:

- Erstellung von Bearbeitungskonzepten mit Fokus auf Prozessfähigkeit, Machbarkeit und Kosten
- Sicherstellung der Verfügbarkeit und der Wirtschaftlichkeit aller notwendigen Betriebsmittel für P3/ PPAP/ SOP (Werkzeuge, Vorrichtungen, Maschinen, Programme)
- Koordination & Unterstützung bei Anlagenrüstungen sowie kleinen Störungsbehebungen
- Koordination der Investitionsthemen für Anlagen und Maschinen (Budgetierung, Auswahl, Abnahme)

Das setzen wir voraus:

- Langjährige Fachkarriere und/oder techn. Ausbildung (HTL + FH/TU) mit erster Berufserfahrung
- Tiefgehende Kenntnisse in Fertigungstechnologie
- Hohes technisches Verständnis und Projektmanagement-Fähigkeiten
- Erstellen und Pflegen von Arbeitsplänen und Vorgabezeiten
- Know How im Bereich Materialfluss-/Wertstrom-optimierung
- Kenntnisse in NC-Programmierung, Konstruktion, REFA und FMEA von Vorteil
- Gute Englischkenntnisse und betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse

www.rotax.com

Wir bieten Ihnen eine spannende Position in einem internationalen Umfeld, die gemäß Kollektivvertrag der Metallindustrie mit 3.053,78 EUR brutto monatlich dotiert ist. Eine Überzahlung ist möglich, abhängig von Ihrer Qualifikation und Erfahrung

Jobausschreibung Produktionstechnologe/IN (AMAG)

Die AMAG Austria Metall AG ist eine erfolgreiche international tätige Aluminiumgruppe mit Sitz in Ranshofen, Österreich. Mit innovativer Technologie, hochwertigen Werkstoffen und motivierten Mitarbeitern bauen wir die Partnerschaft mit unseren Kunden ständig aus.

Um unserem Anspruch auf Qualität und Service langfristig gerecht zu werden, suchen wir für die AMAG rolling GmbH am Standort Ranshofen einen

Produkttechnologe/in für den Transportmarkt

Ihre Hauptaufgaben umfassen unter anderem:

- Durchführung von innovativen Produkt- und Prozessentwicklungsprojekten

- Transfer von Entwicklungen in die industrielle Serienfertigung

- Abwicklung von Produktqualifikationen beim Kunden

- ständige Optimierung der Fertigungsprozesse und die Absicherung bzw. Weiterentwicklung der Produktqualität

- technische Kundenbetreuung

- technische Unterstützung der Produktion und des Vertriebes: Machbarkeitsstudien, Reklamationsabwicklung, Produkt- und Prozessbegleitung

Sie verfügen über:

- ein abgeschlossenes technisches Studium der Metallurgie oder Werkstoffwissenschaften

- technisches Verständnis und Durchsetzungsvermögen

- genaue und sehr selbständige Arbeitsweise

- hohes Maß an Verantwortungsbewusstsein

- sicheres Auftreten und Teamfähigkeit

- sehr gute Englischkenntnisse

Rahmenbedingungen:

- Gleitzeit

- Kantine

- Aus-/Weiterbildungsmöglichkeiten

Das Mindestgehalt für diese Position beträgt auf Basis einer Vollzeitbeschäftigung EUR 3.100,00 brutto. Je nach Qualifikation und Erfahrung erfolgt eine entsprechende gehaltliche Anpassung in Kombination mit attraktiven Sozialleistungen.

Wir bieten Ihnen eine interessante, ausbaufähige Position in einem erfolgreichen Unternehmen.

Wenn Sie diese Herausforderung anspricht, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Beschäftigungsart

Vollzeit

Jobausschreibung Product Engineer (Andritz)

PRODUCT ENGINEER (F/M) PULPING

Legal entity

ANDRITZ AG

The ANDRITZ GROUP is a globally leading supplier of plants, equipment, and services for hydro-power stations, the pulp and paper industry, the metalworking and steel industries, and solid/liquid separation in the municipal and industrial sectors. The publicly listed, international technology Group is headquartered in Graz, Austria, and has a staff of around 25.700 employees. ANDRITZ operates over 250 production sites as well as service and sales companies all around the world. The ANDRITZ GROUP ranks among the global market leaders in all four of its business areas. One of the Group's overall strategic goals is to strengthen and extend this position. At the same time, the company aims to secure the continuation of profitable growth in the long term.

We are looking for a Product Engineer (f/m) Pulping to join our Pulping and Fiber department in Graz:

Your responsibility

- Design and develop new products
- Drive field data collection & database management
- Manage and execute product R&D according to budget
- Drive Innovation Processes
- Continuous guidance of design improvements
- Create, maintain and distribute product information (e.g. cost book, training & product manual documents)
- Evaluate place of manufacturing, execute and manage target costing and product transfers

Your qualification

- A bachelor's or master's degree in process or mechanical engineering
- Proven strong working experience of 5 years minimum in the pulp and paper industry, preferably in the paper mill stock preparation and/or recycled fiber process area
- Proactive, analytical, and results-driven working style
- Excellent communication skills in English, other foreign language skills also appreciated
- Willingness to travel

11.2.2 Kopie Stellenangebote Master

Jobausschreibung Automatisierungstechniker (m/w) (B+R)

Automatisierungstechniker (m/w)
Eggelsberg, Österreich

Sie verfügen über eine abgeschlossene technische Ausbildung und interessieren sich für PC- und Steuerungsprogrammierung?

Sie möchten gerne nah am Kunden arbeiten und das Ergebnis Ihrer Arbeit (Programmierung) „live“ beim Kunden sehen?

Sie reisen gerne und möchten gerne nationale/internationale Erfahrung in der Automatisierung von komplexen Maschinen/Anlagen im Maschinenbau sammeln?

Ihr Aufgabengebiet:

Selbstständige Durchführung von Softwareprojekten für verschiedene Branchen des Maschinenbaus

Anforderungsdefinition gemeinsam mit unseren nationalen und internationalen Kunden

Erarbeitung von Softwarekonzepten für unterschiedliche Maschinentypen (Druckmaschinen, Windkraftanlagen, Roboter, etc.)

Konzeptrealisierung mittels Programmiersprachen der IEC61131-3, C, C++

Inbetriebnahme beim Kunden vor Ort

Dokumentation der erarbeiteten Lösung

Kundenbetreuung und Unterstützung bei technischen Fragen

Ihr Profil:

Fundierte technische Ausbildung (HTL / FH) im Bereich Automatisierungstechnik, Elektrotechnik, Elektronik, Mechatronik

Programmierkenntnisse

Kundenorientiertes Auftreten

Gute Kommunikationsfähigkeit / Ausdrucksweise

Reisebereitschaft (national / international)

Flexibilität und Teamfähigkeit

Jobausschreibung Spezialist Instandhaltung (BRP)

Spezialist Instandhaltung/TPM (m/w)

Ihr Aufgabengebiet umfasst:

- Einführung von Total Productive Maintenance (TPM) bei einzelnen Maschinen und Anlagen
- Systematische Erhöhung der Ausbringung bei Engpassanlagen
- Moderation von interdisziplinären Problemlösungsrunden
- Festlegung von Wartungsplänen und Ersatzteilstrategien mit dem Fachpersonal
- Erarbeitung von Standards für Wartungspläne, autonome Instandhaltung, usw.
- Einführung von Tools für Industrie 4.0 in der Instandhaltung

Das setzen wir voraus:

- Abgeschlossene technische Ausbildung im Bereich Elektrotechnik, Automatisierungstechnik oder Mechatronik (Universität, FH, HTL mit mehrjähriger Berufserfahrung)
- Technisches Verständnis für Werkzeugmaschinen und automatisierte Anlagen
- Fähigkeit zur systematischen Problemlösung
- Kenntnisse über SPS- und CNC-Steuerungen, sowie Instandhaltungskennnisse von Vorteil
- SAP-Kenntnisse von Vorteil
- Moderationskenntnisse
- Gute Englischkenntnisse
- Kommunikationsstärke und Teamfähigkeit

Jobausschreibung Inbetriebnahmetechniker/in (Ebner Industrieöfen)

Stellenbezeichnung: Inbetriebnahmetechniker/in

Bereich: Inbetriebsetzung

Eintritt ab: 16.01.2017

Tätigkeit:

Durchführung weltweiter Inbetriebnahmen verschiedenster Ebner-Industrieöfen
Koordination und Anweisung des beigestellten Montage- und Hilfspersonals
Leitung der Inbetriebnahmeprojekte und Baustellenorganisation vor Ort
Einschulung der Kunden sowie deren Betreuung bei der Anlagenbedienung
Fehleranalyse und Problembehebung
Projektbegleitung bis zur Realisierung der Kundenabnahme
Dokumentation und Rückmeldung von Störungen und Problemfeldern an die Entwicklung und Einbringung von Verbesserungs- und Lösungsvorschlägen
Mitarbeit bei der Programmierung von Automatisierungssystemen für unsere Industrieanlagen

Voraussetzungen:

Eine abgeschlossene technische Ausbildung im Bereich Elektrotechnik, Mechatronik oder Automatisierungstechnik (HTL), bzw. abgeschlossene, fachspezifische Lehre mit entsprechender Berufserfahrung

Umfangreiches mechanisches wie elektrotechnisches Verständnis sowie Praxis in der Anwendung von SPS (vorzugsweise mit S7)

Vertieftes Verständnis von Steuerungsplänen und Abläufen in den Anlagen zur Fehleridentifikation und -behebung

Verhandlungssicheres Englisch

Hohe Reisebereitschaft im Ausmaß von 50% - 70%

Sehr gute organisatorische und koordinative Fähigkeiten

Initiative, eigenverantwortliche und sorgfältige Arbeitsweise

Jobausschreibung Automatisierungstechniker (THÖNI)

Automatisierungstechniker (m/w)

Ihre Aufgaben:

Mitwirkung bei der Konzeption von vollautomatisierten Fertigungsanlagen

Vorabnahmen bei den Maschinen und Werkzeuglieferanten

Aufbau und Inbetriebnahme neuer Fertigungsanlagen

Begleitung des jeweiligen Projektes bis zur Serienreife

Vorbereitung und Durchführung von Leistungstests

Wartungsarbeiten an Maschinen, Vorrichtungen und Werkzeugen

Wir erwarten:

Mehrjährige Erfahrung im Bereich Automatisierungstechnik bzw. Inbetriebnahmetechnik

Erfahrung im Bereich CNC

Erfahrungen in der Bedienung und Programmierung von Robotern

Erfahrung mit Steuerungen Siemens 840D; S7

Selbstständige Arbeitsweise

Zuverlässigkeit und Einsatzbereitschaft

Jobausschreibung Instandhaltungsingenieur/in (VOEST)

Instandhaltungsingenieur/in

Es sind die Menschen, die bei der voestalpine den Unterschied machen. Menschen, die auf der ganzen Welt in spezialisierten und flexiblen Unternehmen hochwertige Stahlprodukte fertigen, verarbeiten und weiterentwickeln. Menschen, die die Herausforderungen unserer Kunden zu ihren eigenen machen. Menschen mit dem Antrieb immer eine noch bessere Lösung zu finden. Es sind Menschen wie Sie, die die voestalpine einen Schritt voraus bringen.

Das sind wir

Wir sind ein weltweit anerkannter Produzent von nahtlosen Stahlrohren. High-Tech-Rohre für die Erdöl- und Erdgasfelder von Sibirien über den Mittleren Osten bis in die USA, gasdichte Gewindeverbindungen, Kesselrohre für Kraftwerke auf allen Kontinenten, Stahlrohre als Komponenten im Maschinen-, Fahrzeug- und Anlagenbau – Produktinnovationen, die sich Tag für Tag unter härtesten Bedingungen bewähren. Unser Anspruch ist es, immer einen Schritt voraus zu sein. Dazu ist es erforderlich, neue Potenziale zu erkennen, Ideen zu generieren und diese dann oft gemeinsam mit den Kunden umzusetzen.

Ihre Aufgaben

- Erhaltung und technische Weiterentwicklung der Produktionsanlagen
- technische und statistische Fehleranalysen der Anlagen
- Optimierung von Maschinen und Anlagenteilen
- technische Assistenz der Betriebsleitung
- fachliche Unterstützung bei der Planung und Realisierung von Investitionsprojekten
- Technologiemonitoring
- Erarbeitung bzw. Anpassung von Wartungsplänen zur Steigerung der Anlageneffizienz

Ihr Profil

- universitäre technische Ausbildung mit Schwerpunkt Maschinenbau oder vergleichbar
- ausgeprägtes technisches Verständnis
- Lernbereitschaft und Teamfähigkeit
- strukturierte Arbeitsweise und sicheres Auftreten
- Bereitschaft zur flexiblen Gestaltung der Arbeitszeit
- AutoCAD und SAP-PM Kenntnisse von Vorteil
- analytisches Denkvermögen und eigenständige Arbeitsweise

11.3 Kopie des Leitfadens der qualitativen Interviews mit betrieblichen ExpertInnen

Studie: Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Qualifikationsanforderungen
Gesprächsleitfaden für AEIQU-Tiefeninterviews

Ziel der Studie: Die Vernetzung und zunehmende Automatisierung und Digitalisierung industrieller Prozesse sowie die Änderung der damit verbundenen Geschäftsprozesse lässt auch eine Veränderung der Qualifikationsnachfrage seitens der Industrie erwarten. Das Projektteam - Fachhochschule St. Pölten, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und Industriewissenschaftliche Institut (IWI) - untersucht im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) die Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsanforderungen, um daraus zukünftig benötigte Kernkompetenzen abzuleiten.

I. Verortung des Themas

- Was bedeutet Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen?
- Welche Unternehmensebenen sind in Ihrem Unternehmen am meisten von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen?
- Welche Vorteile verspricht Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen und welche Herausforderungen sind für Ihr Unternehmen mit Industrie 4.0 verbunden?

II. Industrie 4.0 Anwendungsfall im Unternehmen

- Haben Sie, werden Sie in naher Zukunft oder arbeiten Sie derzeit an der Implementierung bzw. Umsetzung eines Industrie 4.0 Projekts im Unternehmen? Wenn ja, bitte um kurze Erläuterungen zu folgenden Punkten:
 - a. Name des Projekts
 - b. Projektziel
 - c. Projektbeschreibung
 - d. Bezug zu Industrie 4.0
 - e. Projektstatus
 - f. Nutzenebene
- Inwiefern betrifft das Projekt die MitarbeiterInnen Ihres Unternehmens? Bitte um Unterscheidung zwischen
 - o Direkt produktionsbezogene MitarbeiterInnen
 - o Indirekt produktionsbezogene MitarbeiterInnen
 - o Leitung/Verwaltung
- Falls kein Industrie 4.0 Projekt im Unternehmen umgesetzt wurde/wird: Gibt es zeitliche Planungen für die zukünftige Umsetzung eines Industrie 4.0 Projekts im Unternehmen?

III. Veränderte Arbeitswelt im Unternehmen

- Welche MitarbeiterInnenebenen (siehe folgende Personas/Rollen) sind Ihrer Meinung nach am meisten von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen? Welche Rollen/Personas werden wichtiger/weniger wichtig bzw. wird es in Zukunft nicht mehr geben?
- Inwiefern werden sich bestehende Arbeitsprofile (Tätigkeitsfelder der Rollen/Personas) im Rahmen von Industrie 4.0 ändern?

Rollen/Personas:

- Direkt produktionsbezogen (Menschen, die direkt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten)
 - MaschinenbetreiberInnen
 - Monteur
 - Instandhaltung
- Indirekt produktionsbezogen (Menschen, die nicht direkt mit Technologien der Industrie 4.0 arbeiten, sondern beispielsweise Lösungen dafür entwerfen)
 - Anlagenbau
 - Engineering
 - Prozessoptimierung/Qualitätsmanagement
- Leitung/Verwaltung (Menschen, die verwaltende oder leitende Tätigkeiten im Unternehmen übernehmen)
 - Supply Chain Management
 - Geschäftsführung
 - Personalabteilung (HR)

IV. Veränderte Qualifikationsanforderungen

- Welche Qualifikationen werden dementsprechend in Zukunft immer wichtiger?
- Welche technischen Fachbereiche werden in der zukünftigen Produktion an Bedeutung gewinnen bzw. verlieren?
- Über welche (non-formalen) Kompetenzen müssen MitarbeiterInnen in der zukünftigen Produktion verfügen?
- In welchen Bereichen erwarten Sie in Zukunft einen Mangel an ausreichend qualifizierten Fachkräften hinsichtlich Industrie 4.0?

V. Aus- und Weiterbildung

- Was würden Sie ändern, wenn Sie unter Berücksichtigung der durch Industrie 4.0 bedingten Anforderungen über das Bildungsprogramm entscheiden könnten?
- Welche Ausbildungsinhalte sollte Ihrer Ansicht nach ein optimales Curriculum beinhalten, d.h. welche Fächerkombinationen würden Sie sich wünschen?
- Bietet Ihr Unternehmen bereits interne oder externe Weiterbildungen zum Thema Industrie 4.0 an? Falls ja, welche Art der Weiterbildung und falls externe Weiterbildung, in welchen Weiterbildungseinrichtungen?
- Bilden Sie Lehrlinge aus? Welche Änderungen werden durch Industrie 4.0 in der Lehrlingsausbildung erforderlich sein?

11.4 Kopie des Fragebogens der quantitativen Befragungen von betrieblichen Ex-pertInnen

Kurzfragebogen: Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Qualifikationsanforderungen

Die Vernetzung und zunehmende Automatisierung und Digitalisierung industrieller Prozesse sowie die Änderung der damit verbundenen Geschäftsprozesse lässt auch eine Veränderung der Qualifikationsnachfrage seitens der Industrie erwarten. Das Projektteam (FH St. Pölten, Fraunhofer Institut und IWI) untersucht im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) die Industrie 4.0 relevanten Qualifikationsanforderungen, um daraus zukünftig benötigte Kernkompetenzen abzuleiten.

Wir bitten Sie, uns durch das Ausfüllen dieses Fragebogens zu unterstützen. Selbstverständlich werden Ihre Angaben streng vertraulich behandelt!

Zu Gunsten der Darstellbarkeit und Lesbarkeit wurde auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise verzichtet. Sofern männliche Schreibweisen verwendet werden, beinhalten diese bei Entsprechung auch die weibliche Form.

1	Wie stark ist Ihr Unternehmen von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen? Bitte bewerten Sie von 1 = stark betroffen bis 6 = überhaupt nicht betroffen (k.A. = keine Angabe)																		
	1	2	3	4	5	6	k.A.												
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
2	Befassen Sie sich im Unternehmen bereits mit dem Thema Industrie 4.0 und wenn ja, in welcher Entwicklungsphase befinden Sie sich? (Mehrfachantworten möglich)																		
			ja	nein	k.A.			ja	nein	k.A.									
	Wir sind Nutzer in der Anlaufphase; Informationsbeschaffung			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wir sind Anbieter von Produkten für Industrie 4.0			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	Wir sind Nutzer in der Wachstumsphase; erste Entwicklungsprojekte durchgeführt			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wir sind zukünftige Anbieter von Produkten für Industrie 4.0			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
	Wir sind Nutzer in der Reifephase; bereits in der eigenen Produktion umgesetzt			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sonstiges:												
3	Bitte geben Sie an, inwieweit Sie den folgenden Aussagen zur Rolle des Menschen in der Industrie 4.0 zustimmen. Antwortmöglichkeiten: 1 = stimme voll zu; 2 = stimme eher zu; 3 = stimme eher nicht zu; 4 = stimme gar nicht zu																		
						1	2	3	4	k.A.									
	Monotone, körperlich anstrengende Tätigkeiten werden zukünftig nicht mehr von Mitarbeitern durchgeführt.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Das durch Industrie 4.0 zusätzlich generierte Wachstum schafft mehr Arbeitsplätze als in der Produktion entfallen.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Die Nachfrage nach Mitarbeitern mit IT-Kompetenzen steigt, denn diese werden für die Planung, Simulation und Überwachung von komplexen und vernetzten Produktionsprozessen benötigt.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Entscheidungen werden zukünftig vorwiegend von Maschinen getätigt, Mitarbeiter werden diese nur kontrollieren, bestätigen und überwachen.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Durch selbstständiges Handeln, kreatives Mitarbeiten und Mitwirken am Innovationsprozess wird der Stellenwert der Mitarbeiter künftig steigen.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Die Vernetzung von komplexen Systemen erfordert mehr qualifizierte Mitarbeiter und reduziert den Bedarf an gering qualifizierten Mitarbeitern.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Assistenzsysteme unterstützen Mitarbeiter zukünftig bei der Ausübung ihrer Tätigkeiten durch Schritt für Schritt Anweisungen.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Die Einfachheit der Bedienung intelligenter Maschinen führt zur Reduzierung der Qualifikationsanforderungen an Mitarbeiter.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
	Mitarbeiter werden zukünftig mehr Handlungs- und Entscheidungsspielraum benötigen, um zeitnah auf ungeplante Ereignisse reagieren zu können.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
Tätigkeiten, wie das Entwerfen, die Installation, Umrüstung, Wartung und Reparatur von komplexen Produktionssystemen setzen ein interdisziplinäres Fachwissen und vernetztes Denken voraus.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
4	Welche der angeführten technischen Fachbereiche werden in der zukünftigen Produktion an Bedeutung gewinnen bzw. verlieren? Antwortmöglichkeiten: 1 = starke Zunahme; 2 = leichte Zunahme; 3 = leichte Abnahme; 4 = starke Abnahme																		
			1	2	3	4	k.A.			1	2	3	4	k.A.					
	Mechatronik und Präzisionstechnik					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Technische) Logistik					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrotechnik					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(Technische) Informatik					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Elektronik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kommunikations- u. Netzwerktechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Automatisierungs- u. Regelungstechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fertigungs- u. Verfahrenstechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Maschinenbau und Anlagentechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(IT) Security	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Material- und Werkstofftechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Digitale Technologien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Energie- und Umwelttechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Datenanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	User Experience	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arbeits- und Betriebswissenschaften ¹⁴¹	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sonstiges:											
5	In welchem Maße werden Mitarbeiter der zukünftigen Produktion über die angeführten Kompetenzen verfügen müssen? <i>Antwortmöglichkeiten von 1 = in hohem Maße bis 4 = in geringem Maße</i>											
		1	2	3	4	k.A.		1	2	3	4	k.A.
	Spezielles Fachwissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Strategisches/Systematisches Denken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Breites Grundlagenwissen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Kommunikations- u. Teamfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Interdisziplinarität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IT-Kenntnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Entscheidungskompetenz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flexibilität u. Anpassungsfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Problemlösungsfähigkeit u. Kreativität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Forschungs- u. Entwicklungsfertigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Projekt- und Prozessmanagement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fremdsprachenkenntnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sonstiges:											
6	A) Wie viel Prozent Ihrer Mitarbeiter müssen in den nächsten fünf Jahren aller Voraussicht nach weitergebildet werden, um Sie Industrie 4.0 fit zu machen? B) Wie viele Personen (in Prozent Ihrer Mitarbeiter) werden in Ihrem Unternehmen in den nächsten fünf Jahren aller Voraussicht nach eingestellt, um die mit Industrie 4.0 einhergehenden Anforderungen bewältigen zu können?											
		0%	über 0% bis 10%	über 10% bis 30%	über 30% bis 60%	über 60% bis 100%	k.A.					
	A) Weiterbildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	B) Rekrutierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
7	Bietet Ihr Unternehmen bereits interne oder externe Weiterbildungen zum Thema Industrie 4.0 an?											
		ja	nein	k.A.		ja	nein	k.A.				
	Interne Weiterbildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Externe Weiterbildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Falls ja, Art der Weiterbildung und Name der Weiterbildungseinrichtung:											
8	Welche Unternehmensebenen sind Ihrer Meinung nach am meisten von Änderungen durch Industrie 4.0 betroffen? Auf welcher Ebene wünschen Sie sich mehr Ausbildungsangebote im Bereich Industrie 4.0? <i>Antwortmöglichkeiten: 1 = stark betroffen; 2 = leicht betroffen; 3 = gering betroffen; 4 = überhaupt nicht betroffen</i>											
	Unternehmensebene	Stärke der Betroffenheit					Mehr Ausbildung Industrie 4.0					
		1	2	3	4	k.A.	ja	nein	k.A.			
	Geschäftsführung und Verwaltung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Personalabteilung.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Direkte Mitarbeiter (Bsp.: Maschinenbediener, Monteur, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Produktionsnahe indirekte Mitarbeiter (Bsp.: Instandhaltung, QM ¹⁴² , ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	Indirekte Mitarbeiter (Bsp.: Konstrukteur, Produktionsplaner, ...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

¹⁴¹ Planung und Betrieb von Fabriken, v.a. optimale Organisation und Gestaltung von Arbeitsaufgaben und Arbeitssystemen

¹⁴² Qualitätsmanagement

	Sonstiges:		
9	Wie lautet der Name Ihres Unternehmens?		
	In welcher Branche ist Ihr Unternehmen tätig?	Wie viele Mitarbeiter sind derzeit in Ihrem Unternehmen beschäftigt?	Welche Funktion übernehmen Sie in Ihrem Unternehmen?
	Darf Sie das Industriewissenschaftliche Institut (IWI) für ein Interview zum Thema kontaktieren? Wenn ja, dann geben Sie uns bitte Ihre Telefonnummer bekannt:		
	Bei Interesse an den Ergebnissen der Befragung, bitten wir Sie Ihre Kontaktdaten bekannt zu geben bzw. Ihre Visitenkarte diesem Fragebogen anzuheften. Name: Mailadresse:		

Herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit!

11.5 Unterlagen der Fokusgruppe mit ExpertInnen aus dem Bildungsbereich

11.5.1 Agenda der Fokusgruppe

St. Pölten University of Applied Sciences



Programm der Fokusgruppe Industrie 4.0

9:00: Eintreffen und Begrüßung

9:15: Vorbereitung und Input

9:35: Qualifikationen (Diskussionsrunde, Einstieg ins Thema)

9:50: *Workshop-Session Qualifikationen* + Kaffee

10:20: Präsentation der Ergebnisse der beiden Kleingruppen

10:30: Wissenstransfer (Diskussionsrunde)

10:45-11:00: Pause

11:00: *Workshop-Session Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen* + Kaffee

11:30-11:40: Präsentation der Ergebnisse der beiden Kleingruppen

11:40: Zusammenfassung und Abschluss

12:00: geplantes Ende

11.5.2 Liste der TeilnehmerInnen der Fokusgruppe

- DI Otto Keiblinger, Abteilungsvorstand für Maschinenbau-Automatisierungstechnik an der höheren technischen Lehranstalt (HTL) St. Pölten
- Markus Kaufmann, MSc, Personalberater VACE Engineering GmbH
- DI Roland Sommer, MBA, Geschäftsführung der Plattform Industrie 4.0
- Mag. Sonja Lengauer, Industriellenvereinigung, stv. Bereichsleiterin Bildung & Gesellschaft
- Robert Neiser, Ph.D., Agentur für Qualitätssicherung und Akkreditierung Austria
- Dr. Katalin Szondy, Fachverantwortliche Programmentwicklung und Bologna-Koordinatorin an der Fachhochschule St. Pölten
- Dr. Thomas Moser, Leiter der Forschungsgruppe Digital Technologies am Institut für Creative\Media/Technologies an der Fachhochschule St. Pölten
- Petra Wochner, MA, Junior Researcher Forschungsgruppe Digital Technologies am Institut für Creative\Media/Technologies an der Fachhochschule St. Pölten