



ATB Arbeit, Technik und Bildung gGmbH

Neefestraße 76 * 09119 Chemnitz

„Schaffung tragfähiger Strukturen zur Bildung eines Netzwerkes von Unternehmen bei der Entwicklung der Studienplattform ‚Open Engineering‘ - Konzeptionierung erster Elemente der Studiengangplattform“

im Rahmen des BMBF-Projektes
„Interdisziplinäre Studienplattform „Open Engineering“
Ein offenes Studienmodell zur Sicherung von Fachkräften
im Engineering-Bereich“

(Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Länder im Rahmen der gemeinsamen Anstrengungen in der Förderung von Wissenschaft und Forschung, 2. Wettbewerbsrunde „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschule“)

[Laufzeit: 01.09.2015 – 15.12.2015]

Frau Dr.-Ing. Dagmar Israel
Hochschule Mittweida
Institut für Technologie und Wissenstransfer
Technikumplatz 1
09648 Mittweida

Anbieter:

ATB Arbeit, Technik und Bildung gGmbH
Neefestraße 76
09119 Chemnitz

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Michael Uhlmann
Tel.: (0371) 36 95 813
Fax: (0371) 36 95 825
Email: uhlmann@atb-chemnitz.de

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Vorbemerkung/Einleitung</i>	1
2	<i>Digitalisierungsanforderungen der Wirtschaft</i>	1
2.1	<i>Vorbemerkungen</i>	1
2.2	<i>Sekundärerhebung</i>	3
2.2.1	<i>Kompetenzanforderungen digitalen Wirtschaftens</i>	3
2.2.2	<i>Smart-Services und digitale Geschäftsmodelle</i>	12
3	<i>Reflexion der Experten</i>	14
3.1	<i>Experteninterviews – Interviews mit Industrievertretern</i>	14
3.1.1	<i>Methodische Vorgehensweise</i>	14
3.1.2	<i>Umsetzung</i>	17
3.1.3	<i>Ergebnisse der Interviews</i>	21
3.2	<i>Synthese Sekundäranalyse und Experteninterviews</i>	41
3.3	<i>Ergänzende Studien und Projekte</i>	46
4	<i>Ansätze, Lösungen und spezifische Erfahrungen zum erfolgreichen Einsatz von Ingenieurinnen (MINT-Abschlüsse)</i>	48
5	<i>Literaturverzeichnis</i>	i
6	<i>Anhang</i>	iii
	<i>Anhang 1: Industrie 4.0 (Expertenbefragung Genderexpertin) (14.12.2015)</i>	iii
	<i>Anhang 2: Werkzeugkasten Industrie 4.0 - Produkte</i>	v
	<i>Anhang 3: Werkzeugkasten Industrie 4.0 – Produktion</i>	viii
7	<i>Anlagen</i>	xiii

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Studien	4
Tabelle 2: Qualifikationsbedarf bei Einführung von Industrie 4.0	5
Tabelle 3: Fachlich-methodische Anforderungen	6
Tabelle 4: Fachvertiefung - fachlich-methodische Anforderungen	8
Tabelle 5: Sozial-kommunikative Anforderungen	10
Tabelle 6: Personale Anforderungen.....	10
Tabelle 7: Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen.....	11
Tabelle 8: Kognitive Anforderungen	12
Tabelle 9: F&E- bzw. Branchenexperten.....	18
Tabelle 10: Betriebliche Experten	19
Tabelle 11: Beispiele für geschlechtsneutrale Formulierungen	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wirtschaftsindex DIGITAL 2015	3
Abbildung 2: Digitalisierungsebenen - vertikale und horizontale Integration virtueller und physischer Systeme	15
Abbildung 3: VDMA Leitfaden Industrie 4.0 Werkzeugkasten	16
Abbildung 4: zukünftigen Entwicklung der Produktion und industriellen Fertigung im Kontext digitaler Arbeit.....	47
Abbildung 5: Arbeitsumfeld erwerbstätiger Frauen.....	50

1 Vorbemerkung/Einleitung

Die Aufgabenstellung bestand in der Schaffung tragfähiger Strukturen eines Netzwerkes von Unternehmen zur Mitwirkung bei der Entwicklung der Studienplattform „Open Engineering“ – Konzeptionierung erster Elemente der Studiengangplattform. Das Ziel der Studiererstellung war die Ermittlung von Fachvertiefungsinhalten für die OE-Studienplattform im Kontext der Digitalisierung von Wirtschaft und Arbeit in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber.

Die Studiererstellung bestand aus den fünf im Folgenden genannten Leistungsbausteinen:

1. Sekundärerhebung und thematische Aufarbeitung von neuen bzw. veränderten Aufgaben des ingenieurwissenschaftlichen Personals im Zusammenhang mit entwickelten Fachprofilen im Studiengang BA Industrial Management mit Zielrichtung Digitalisierung der Wirtschaft
2. Erstellung eines ganzheitlichen soziotechnischen Anforderungsmodells (Perspektive Mensch-Technik – Organisation) für Personen mit ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzprofilen mit differenzierten fachlichen sowie überfachlichen, sozialen und persönlichen Kompetenzen
3. Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Experteninterviews mit Wissenschafts- und Wirtschaftsvertretern zur Verifizierung der erarbeiteten Profile der Fachprofilierung im Kontext der Digitalisierung der Wirtschaft
4. Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation eines Workshops mit dem Ziel
 - Diskussion, Verifizierung und Untersetzung der Ergebnisse
 - Reflexion von neuen und veränderten Kompetenzen und daraus abgeleiteten Qualifizierungsanforderungen an die akademische Aus- und Weiterbildung
 - Prüfung der Referenz im zu entwickelnden Studienangebot
 - Dokumentation des Workshops
 - Teilnehmende: Hochschul- und Industrievertreter
5. Zusammenfassung und Dokumentation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Leistungsbausteine 1 bis 3 werden in den Kapiteln 2 und 3 beschrieben.

2 Digitalisierungsanforderungen der Wirtschaft

2.1 Vorbemerkungen

Die nachfolgend dargestellten Erhebungsergebnisse konzentrieren sich vor allem auf die Anforderungen des verarbeitenden Gewerbes, welches in Sachsen traditionell besonders stark vertreten ist. Aus der Branchenvielfalt sind der hochmoderne Fahrzeugbau, einschließlich einer leistungsfähigen Zulieferindustrie sowie der innovative, zunehmend auf Sonderbereiche und Spezialgebiete orientierte Maschinenbau, aber auch die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik besonders hervorzuheben. Über alle Branchen kennzeichnend ist die Kleinteiligkeit der Wirtschaft, ca. 95% der Unternehmen in Sachsen beschäftigen weniger als 10 Mitarbeitende¹.

Im Maschinenbau, einer Schlüsselbranche der sächsischen Wirtschaft mit etwa 500 Unternehmen, liegt die mittlere Beschäftigtenzahl bei 91 MitarbeiterInnen pro Unternehmen. Es ist davon auszugehen, dass Unternehmen in der beschriebenen Größenspanne (>5 - 100 Beschäftigte) vor großen personalwirtschaftlichen Herausforderungen aufgrund ihrer bisherigen überaus positiven Entwicklung und zukünftigen Entwicklungsperspektive

¹ SMWA , (o.J.) (Hrsg.):Sächsischer Mittelstandsbericht 2011/2012

(Wachstum, demografische Entwicklung und zunehmende Digitalisierung) stehen und insbesondere an einer Mitwirkung am Vorhaben interessiert sind bzw. diese aktiv nachfragen. Der sächsische Maschinenbau steht als Technologieträger für viele Wirtschaftsbereiche und gleichzeitig Querschnittsbranche im Zusammenhang mit der sich dynamisch entwickelnden Digitalisierung vor großen Herausforderungen.

Das Branchenschlaglicht Produktion der jüngst veröffentlichten Foresight – Studie Digitale Arbeitswelt umreißt die zu erwartenden Entwicklungen und Veränderungen auf knappe und dennoch eindrucksvolle Weise.

In der industriellen Produktion sind neben dem Einsatz neuer, meist an das Internet angebundener Technologien, vor allem gesamtgesellschaftliche Entwicklungen prägend. Dazu zählen die Globalisierung, die Dynamisierung der Produktionslebenszyklen, die Ressourcenverknappung, der Wandel zu einer lernenden Wissensgesellschaft und der demografische Wandel. Der Einsatz digitaler Technologien in der Produktion bedingt eine Reihe neuer Anforderungen und Aufgaben. Die Mobilität und geringere Kabelgebundenheit digitaler Geräte tragen zu einer zunehmend flexiblen, intelligenten und vernetzten Produktionsumgebung bei. Mit dem zunehmenden Einsatz von Cloud-Techniken und mobilen Geräten erhöhen sich die Möglichkeiten einer flexiblen, dezentralen Leistungserbringung, insbesondere in der Steuerung, Überwachung und Wartung von Anlagen. Atypische Beschäftigungsverhältnisse dürften in der industriellen Produktion jedoch auch in Zukunft die Ausnahme bleiben, da vielerlei Tätigkeiten an die Bearbeitung von realen Werkstücken gebunden sind, die Sensibilität von Daten in (teil-)autonomen Produktionssystemen zunimmt und geschäftskritische Aufgaben eher selten ausgelagert werden. Umgekehrt werden jedoch Crowd-Prozesse zunehmend eingesetzt, um Spezialwissen – etwa im Bereich Design – in den Produktionsprozess zu integrieren. Der bedeutendste digitale Wandel erfolgt jedoch innerhalb der Fabrik und in der Verknüpfung von Wertschöpfungsketten hin zu flexiblen Wertschöpfungsnetzen. Die Produktion wird zwar gerade im Bereich der Massenprodukte auch weiterhin takt- und bandgebunden erfolgen, doch setzen sich immer mehr flexible Produktionssysteme durch, in denen adaptive und assistive Maschinen mit dem Menschen interagieren (Stichwort: Mensch-Maschine-Teams). Diese Systeme passen sich der Aufgabe, den Kontextbedingungen und Fähigkeiten eines Werkers an und ermöglichen so eine flexible und kooperative Fertigung.²

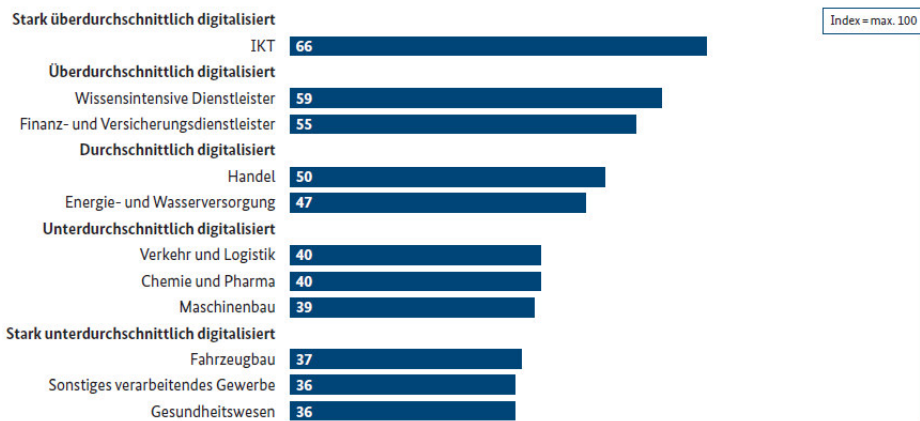
Ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015 veröffentlichter **Report³** beschreibt den erreichten **Stand in der Digitalen Wirtschaft, sowie die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft**.

„**Mit der Digitalisierung noch nicht weit fortgeschritten**“, so die Zusammenfassung der Untersuchung: 2015 ist der Digitalisierungsgrad im Dienstleistungsbereich mit 51 Punkten deutlich höher als im verarbeitenden Gewerbe. Dieses ist mit 37 Indexpunkten digital unterentwickelt. Als überdurchschnittlich digitalisiert werden wissensintensive Dienstleister genannt. Insgesamt unterdurchschnittlich digitalisiert sind Verkehr und Logistik, der Maschinenbau, das sonstige verarbeitende Gewerbe, der Fahrzeugbau sowie weitere Bereiche der Wirtschaft (siehe Abbildung 1).

² BMAS, 2016, S. 6

³ BMWi (2015) Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015: www.tns-infratest.com/Wissensforum/studien/pdf/bmwi/TNS-Infratest-Monitoring-Report-2015-Kurzfassung.pdf

Wirtschaftsindex DIGITAL 2015: Branchen – Clusterung relativ zur gewerblichen Wirtschaft (Index = 49 Punkte)



Quelle: TNS Infratest, repräsentative Unternehmensbefragung: „Digitalisierung in der deutschen Wirtschaft 2015“, eigene Berechnung, n=770

Abbildung 1: Wirtschaftsindex DIGITAL 2015

Der Report zeigt drei wesentliche Komponenten auf, mit denen die Digitalisierungsanteile beeinflusst werden können:

- Nutzung neuester digitaler Technologien
- Digitalisierung der Geschäftstätigkeit
- digitalisierungsfreundliche Gestaltung von Prozessen, Arbeitsschritten und Ressourcen

Die gewerbliche Wirtschaft erreicht beim digitalen Nutzungsindex, der die Nutzungsintensität digitaler Technologien in den Unternehmen misst, 65 Punkte. Im Index der digitalen Geschäftstätigkeit werden 46 Punkte erzielt, der Index der digitalisierungsfreundlichen Rahmenbedingungen erreicht erst 37 Punkte. Der Nachholbedarf der Unternehmen ist bei der Schaffung digitalisierungsfreundlicher Rahmenbedingungen also noch größer als beim Ausbau der digitalen Geschäftstätigkeit oder der Nutzung neuester digitaler Technologien.

2.2 Sekundärerhebung

2.2.1 Kompetenzanforderungen digitalen Wirtschaftens

Zur Ermittlung von Kompetenzanforderungen digitalen Wirtschaftens wurden aktuelle und relevante Studien mittels Desktop-Research ermittelt und analysiert.

Nach der Sichtung verfügbarer aktueller Quellen zum Thema erfolgte eine Begrenzung auf zwölf Quellen mit starkem Aufgabenbezug und hohem Aussagewert. Weitere Kriterien waren dabei die Aktualität der veröffentlichten Studien, die Stichworte Kompetenzen bzw. Qualifizierung und die Nennung dieser Stichworte im Zusammenhang mit Digitalisierung.

Folgende Quellen wurden demgemäß für diese Analyse verwendet:

Tabelle 1: Literaturquellen für Studienerarbeitung

<p>2015</p>	<p>Bauer, Wilhelm / Schlund, Sebastian (2015): Wandel der Arbeit in indirekten Bereichen: Planung und Engineering. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut / Ittermann, Peter / Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit – Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Nomos Verlag. Baden-Baden.</p> <p>Bochum, Ulrich (2015): Gewerkschaftliche Positionen in Bezug auf „Industrie 4.0“. In: Botthof, Alfons / Hartmann, Ernst Andreas (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer Vieweg. Wiesbaden.</p> <p>Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hrsg.) (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0. Berlin.</p> <p>Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (DIHK) (Hrsg.) (2015): Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun – Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung. Berlin.</p> <p>Eichhorst, Werner / Hinte, Holger (2015): VERHANDELBARE FLEXIBILITÄT? Die Gewerkschaften vor neuen Aufgaben in der digitalen Arbeitswelt. <i>WISO Direkt</i>, 29, 1-4.</p> <p>Hirsch-Kreinsen, Hartmut / Weyer, Johannes / Wilkesmann, Maximiliane (Hrsg.) (2015): Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 43/2015. Technische Universität Dortmund.</p> <p>Lichtblau, Karl / Stich, Volker / Bertenrath, Roman / Blum, Matthias / Bleider, Martin / Millack, Agnes / Schmitt, Katharina / Schmitz, Edgar / Schröter, Moritz (2015): INDUSTRIE 4.0-READINESS. Institut der Deutschen Wirtschaft Köln.</p> <p>Schwarz Müller, Tanja / Brosi, Prisca / Welp, Isabell (2015): Führung im digitalen Zeitalter. In: Becker, Thomas / Knop, Carsten (Hrsg.): Digitales Neuland - Warum Deutschlands Manager jetzt Revolutionäre werden. Springer Gabler. Wiesbaden.</p>
<p>2014</p>	<p>Ingenics (Hrsg.) (2014): Studie Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Stuttgart.</p> <p>Büttner, Karl-Heinz / Brück, Ulrich (2014): Use Case Industrie 4.0-Fertigung im Siemens Elektronikwerk Amberg. In: Bauernhansl, Thomas / ten Hompel, Michael / Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration. Springer Vieweg. Wiesbaden</p>
<p>2013</p>	<p>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2013): Zukunftsbild Industrie 4.0. Berlin.</p> <p>Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart (IAO) (Hrsg.) (2013): Studie Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart.</p> <p>Weiland, Tim (2013): Arbeitsorganisation und Qualifikation in der Industrie 4.0. Bremen: Universität Bremen (FB Produktionstechnik: Masterarbeit)</p>

Die relevanten Quellen wurden nach differenzierten Anforderungskategorien (vgl. Weiland, 2013) analysiert (siehe Tabelle 2). Die Erhebung der Kompetenzanforderungen wurde in

Anlehnung an Weiland in fachlich-methodische, sozial-kommunikative, personale, aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen sowie kognitive Anforderungen untergliedert. Teilweise erfolgte nur eine stichpunktartige Nennung möglicher Anforderungen bzw. Kompetenzen in den einzelnen Studien ohne nähere Erläuterung. Diese wurde ohne Kommentierung bzw. Interpretation übernommen. Eine Gewichtung der erfassten Aussagen wurde nicht vorgenommen.

Tabelle 2: Qualifikationsbedarf bei Einführung von Industrie 4.0⁴

Kompetenzklasse	Anforderungen an direkte Mitarbeiter	Anforderungen an indirekte Mitarbeiter
Fachlich-methodische Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Informationstechnische Kenntnisse • Generelles Verständnis für Maschineninteraktionen • Erhöhtes Präzisionsvermögen hinsichtl. taktiler und sensorischer Fähigkeiten • Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine interdisziplinäre Fachkenntnisse • Allgemeine interdisziplinäre Methodenkenntnisse • Weitgehende Informationstechnische Kenntnisse • Weitgehende Ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse • Weitgehende Kenntnisse der Automatisierungstechnik • Grundlegende Statistische Kenntnisse (Datenanalyse/-interpretation) • Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten
Sozial-kommunikative Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperationsbereitschaft • Erhöhte Kommunikationsfreude • Partnerschaftliches Denken • Teamfähigkeit • Vertrauenswürdigkeit • Weitgehende Kundenorientierung • Erweiterte Aufgeschlossenheit bzw. Zusammenarbeitsbereitschaft mit Maschinen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperationsbereitschaft • Erhöhte Kommunikationsfreude • Partnerschaftliches Denken • Teamfähigkeit • Verhandlungsfähigkeit • Vertrauenswürdigkeit • Weitgehende Kundenorientierung
Personale Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige und kurzfristige Lernbereitschaft • Erhöhte Stressresistenz • Zuverlässigkeit • Eigenverantwortung 	<ul style="list-style-type: none"> • Stetige und kurzfristige Lernbereitschaft • Erhöhte Stressresistenz • Zuverlässigkeit • Eigenverantwortung
Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Flexibilität bzgl. Tätigkeit • Erhöhte Flexibilität bzgl. Arbeitszeit • Kreative Fähigkeiten • Assoziationsfähigkeit • Ganzheitliche Sichtweise • Grundsätzliche Leistungsorientierung • Weitgehende Entscheidungsfreude • Grundsätzliche Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Flexibilität bzgl. Tätigkeit • Erhöhte Flexibilität bzgl. Arbeitszeit • Kreative Fähigkeiten • Assoziationsfähigkeit • Ganzheitliche Sichtweise • Grundsätzliche Leistungsorientierung • Weitgehende Leistungsorientierung • Weitgehende Entscheidungsfreude • Grundsätzliche Mobilität

⁴ Hirsch-Kreinsen, Ittermann & Niehaus, 2015

Kompetenzklasse	Anforderungen an direkte Mitarbeiter	Anforderungen an indirekte Mitarbeiter
Kognitive Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Reaktionsfähigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Reaktionsfähigkeiten • Schlussfolgerndes Denken • Weitgehendes technisches Verständnis

Folgende fachlich-methodischen Anforderungen der Wirtschaft wurden im Rahmen der Analyse ermittelt.

Tabelle 3: Fachlich-methodische Anforderungen

Fachlich-methodische Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • IT-Infrastruktur, Automatisierungstechnik, Datenanalyse, Datensicherheit/ Kommunikationssicherheit, Entwicklung und Anwendung von Assistenzsystemen und der Kollaborationssoftware (Lichtblau et al., 2015, S. 54) • IT-Sicherheit, Prozess-Knowhow und Prozessgestaltung sowie Erfahrungen im Umgang mit spezifischen IT-Systemen (DIHK, 2015, S. 16) • Grundlegendes Wissen zu IT- und Steuerungsprozessen (Lichtblau et al., 2015, S. 54) • IT-Kompetenzen (Ingenics, 2014, S. 25; BMBF, 2013, S. 31) • Grundlegende informationstechnische Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72) • Weitgehende informationstechnische Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72) • Digital Literacy: Wie umfangreich dieses Wissen sein muss und welche vertieften Kenntnisse und Kompetenzen notwendig sind, ist je nach Bildungsgrad und Anforderungsprofil unterschiedlich. Für alle Beschäftigten gilt aber, dass der Bedarf an diesen Kenntnissen und Kompetenzen durch den technologischen Wandel sowie die immer kürzer werdenden Innovationszyklen weiter zunehmen wird. (BMAS, 2015, S. 62) • Datenschutz (DIHK, 2015, S. 17) • Guter Umgang mit einer großen Informationsmenge und Ableiten konkreter Maßnahmen (Schwarz Müller et al., 2015; S. 159; Büttner & Brück, 2014, S. 125) • Grundlegende statistische Kenntnisse (Datenanalyse/ -interpretation) (Weiland, 2013, S. 72) • Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten (Weiland, 2013, S. 72) • Weitgehende Kenntnisse in der Automatisierungstechnik (Weiland, 2013, S. 72) • Beherrschung komplexer Systeme (DIHK, 2015, S. 17) • Höheres Systemwissen (Kenntnis des Gesamtsystems und seiner Steuerung) Fähigkeit zum Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen (Lichtblau et al., 2015, S. 54) • Monteure müssen Produktionsprozess reflektieren können (und nicht nur Produkt montieren) (IAO, 2013, S. 54) • Qualifizierte Nutzung von IT-gestützten Engineering-Prozessen und Kundenintegration in Entwicklungsprozesse (Bauer & Schlund, 2015, S. 63) → insb. für den Bereich Produktentwicklung • Generelles Verständnis für Maschineninteraktion (Weiland, 2013, S. 72) • Erhöhtes Präzisionsvermögen hinsichtlich taktiler und sensorischer Fähigkeiten (Weiland, 2013, S. 72) • Allgemeine interdisziplinäre Fachkenntnisse (Weiland, 2013, S. 72) • Allgemeine interdisziplinäre Methodenkenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)

- Interdisziplinarität (Bochum, 2015, S. 41)
- Weitgehende ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)
- Projektbasiertes Arbeiten (Schwarz Müller et al., 2015, S. 158)
- Innovationen ermöglichen (Trends frühzeitig erkennen) (Schwarz Müller et al., 2015, S. 162)
- Fachliche und soziale „Schnittstellenkompetenz“ (BMBF, 2013, S. 30)

Spiegelt man die benannten fachlichen Anforderungen wie etwa IT-Kompetenzen, Fachwissen im Bereich Automatisierungstechnik, Datenanalyse, Daten-/Kommunikations-sicherheit, Prozess-Knowhow und Prozessgestaltung oder Steuerungsprozessen an den vorgesehenen Inhalten der Fachvertiefungen, so zeigt sich, dass hier die ermittelten Anforderungen bereits weitgehend vorgesehen sind.

Zum Abgleich werden in Tabelle 4 die digitalisierungsrelevanten Anforderungen der Wirtschaft den geplanten Fachvertiefungen näherungsweise zugeordnet.

Tabelle 4: Fachvertiefung - fachlich-methodische Anforderungen

Fachlich-methodische Anforderungen	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologiemangement	DL-Management	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management	Überfachliche Inhalte
IT-Infrastruktur, Automatisierungstechnik, Datenanalyse, Datensicherheit/Kommunikationssicherheit, Entwicklung und Anwendung von Assistenzsystemen und der Kollaborationssoftware (Lichtblau et al., 2015, S. 54)			x			x	
IT-Sicherheit, Prozess-Knowhow und Prozessgestaltung sowie Erfahrungen im Umgang mit spezifischen IT-Systemen (DIHK, 2015, S. 16)			x			x	
Grundlegendes Wissen zu IT- und Steuerungsprozessen (Lichtblau et al. 2015, S. 54)			x			x	
IT-Kompetenzen (Ingenics, 2014, S. 25; BMBF, 2013, S. 31)			x			x	
Grundlegende informationstechnische Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)			x			x	
Weitgehende informationstechnische Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)			x			x	
Datenschutz (DIHK, 2015, S. 17)						x	
Guter Umgang mit einer großen Informationsmenge und Ableiten konkreter Maßnahmen (Schwarz Müller et al. 2015, S. 159; Büttner & Brück, 2014, S. 125)	x	x	x	x	x		x
Grundlegende statistische Kenntnisse (Datenanalyse/ -interpretation) (Weiland, 2013, S. 72)	x		x		x	x	
Weitgehendes Verständnis von Social Media-Funktionalitäten (Weiland, 2013, S. 72)		x					
Weitgehende Kenntnisse in der Automatisierungstechnik (Weiland, 2013, S. 72)	x		x				
Beherrschung komplexer Systeme (DIHK, 2015, S. 17)	x					x	

Fachlich-methodische Anforderungen	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologiemangement	DL-Management	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management	Überfachliche Inhalte
Höheres Systemwissen (Kenntnis des Gesamtsystems und seiner Steuerung), Fähigkeit zum Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen (Lichtblau et al., 2015, S. 54)	x					x	x
Monteure müssen Produktionsprozess reflektieren können (und nicht nur Produkt montieren) (IAO, 2013, S. 54)							x
Qualifizierte Nutzung von IT-gestützten Engineering-Prozessen und Kundenintegration in Entwicklungsprozesse (Bauer & Schlund, 2015, S. 63) → insb. für den Bereich Produktentwicklung	x		x				
Generelles Verständnis für Maschineninteraktion (Weiland, 2013, S. 72)							x
Erhöhtes Präzisionsvermögen hinsichtlich taktiler und sensorischer Fähigkeiten (Weiland, 2013, S. 72)							x
Allgemeine interdisziplinäre Fachkenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)							x
Allgemeine interdisziplinäre Methodenkenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)							x
Interdisziplinarität (Bochum, 2015, S. 41)	x	x	x	x	x	x	x
Weitgehende ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse (Weiland, 2013, S. 72)	x	x	x	x	x	x	
Projektbasiertes Arbeiten (Schwarz Müller et al., 2015, S. 158)	x	x	x	x	x	x	x
Innovationen ermöglichen (Trends frühzeitig erkennen) (Schwarz Müller et al., 2015, S. 162)			x				x
Fachliche und soziale „Schnittstellenkompetenz“ (BMBF, 2013, S. 30)	x	x	x	x	x	x	x

Die benannten methodischen Anforderungen wie etwa Projektarbeit, Umgang mit Datenmengen oder Interdisziplinarität können jedoch nur bedingt auf fachlicher Ebene im Rahmen des Präsenzstudiums vermittelt werden. Hier bedarf es entsprechender didaktischer Konzepte zur Vermittlung dieser Anforderungen. Dieser Aspekt wird am Ende dieses Kapitels nochmals thematisiert.

Mit Blick auf die sozial-kommunikativen Anforderungen konnten die in Tabelle 5 dargestellten Aspekte als Anforderungen der Wirtschaft herausgearbeitet werden.

Tabelle 5: Sozial-kommunikative Anforderungen

Sozial-kommunikative Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Führung wird zunehmen (Entscheidungen müssen zukünftig schneller und dynamischer getroffen werden, diese haben dabei gleichzeitig weitreichendere Auswirkungen als heute) (Ingenics, 2014, S. 20) • Fähigkeit zum permanenten Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen (Ingenics, 2014, S. 26) • Stärkere Steuerung der Kommunikation (Ingenics, 2014, S. 26) • Fähigkeit zur Tätigkeit mit mehr indirekten Kontakten inner- und außerhalb des Unternehmens (Ingenics, 2014, S. 26) • Verstärkter Aufbau sozialer Kompetenzen (Ingenics, 2014, S. 26) • Fähigkeit zur Tätigkeit mit weniger direkten unmittelbaren Kontakten zu Kollegen der gleichen Schicht bzw. Linie (Ingenics, 2014, S. 26) • Kooperationsbereitschaft (Weiland, 2013, S. 72) • Erhöhte Kommunikationsfreude (Weiland, 2013, S. 72) • Partnerschaftliches Denken (Weiland, 2013, S. 72) • Teamfähigkeit (Weiland, 2013, S. 72) • Vertrauenswürdigkeit (Weiland, 2013, S. 72) • Weitgehende Kundenorientierung (Weiland, 2013, S. 72) • Erweiterte Aufgeschlossenheit bzw. Zusammenarbeitsbereitschaft mit Maschinen (Weiland, 2013, S. 72) • Verhandlungsfähigkeit (Weiland, 2013, S. 72) • Laterale Führungskompetenzen (Schwarz Müller et al., 2015, S. 157)

Einen Überblick über die ermittelten personalen Anforderungen bietet Tabelle 6.

Tabelle 6: Personale Anforderungen

Personale Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Selbstorganisation und dezentrale Entscheidungsfindung (Ingenics, 2014, S. 20) • Fähigkeit, Entscheidungen eigenständig zu treffen (Ingenics, 2014, S. 26) • Eigenverantwortung (Weiland 2013, S. 72; Schwarz Müller et al., 2015, S. 156; Büttner & Brück, 2014, S. 125) • Bereitschaft zum lebenslangen Lernen (Ingenics, 2014, S. 26) • Stetige und kurzfristige Lernbereitschaft (Weiland, 2013, S. 72) • Aktivierte Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen (Ingenics, 2014, S. 26)

Personale Anforderungen

- Umgang mit Veränderungen (Schwarz Müller et al., 2015, S. 161)
- Zunehmende Koordination von Arbeitsabläufen (Ingenics, 2014, S. 26)
- Erhöhte Stressresistenz (Weiland, 2013, S. 72)
- Zuverlässigkeit (Weiland, 2013, S. 72)
- Motivation (Büttner & Brück 2014, S. 125)

Mit Blick auf die aktivitäts- und umsetzungsorientierten Anforderungen wurden die in Tabelle 7 aufgeführten Aspekte aus den analysierten Literaturquellen herausgearbeitet.

Tabelle 7: Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen

Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen

- Systemdenken oder Prozessverständnis (Lichtblau et al., 2015, S. 54)
- Flexibilität - Mitarbeiter über verschiedene Standorte einzusetzen (IAO, 2013, S. 77)
- Einsatzflexibilität über Lebensphasen hinweg (Abnahme fester Arbeit) (IAO, 2013, S. 77)
- Adaptiver Personaleinsatz in Echtzeit (IAO, 2013, S. 80) z. B. über Arbeitszeitkonten oder flexiblen Einsatz (dort wo Arbeit anfällt, wird gearbeitet) (IAO, 2013, S. 83); die technischen Möglichkeiten sollten so angepasst werden, dass der Mensch auch ohne spezielle Ausbildung die gewünschte Aufgabe kompetent durchführen kann. (IAO, 2013, S. 86)
- Interdisziplinäres Denken und Handeln (Ingenics, 2014, S. 25)
- Beherrschung zunehmend komplexer Arbeitsinhalte
- Stärkere strukturelle Mitwirkung und Gestaltung von Innovationsprozessen (Ingenics, 2014, S. 26)
- Soziale, interaktive und technische Kompetenzen (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 1)
- Erhöhte Flexibilität bzgl. Tätigkeit (Weiland, 2013, S. 72)
- Erhöhte Flexibilität bzgl. Arbeitszeit (Weiland, 2013, S. 72)
- Flexibilität (Schwarz Müller et al., 2015, S. 156)
- Kreative Fähigkeiten (Weiland, 2013, S. 72; BMBF, 2013, S. 30)
- Assoziationsfähigkeit (Weiland, 2013, S. 72)
- Ganzheitliche Sichtweise (Weiland, 2013, S. 72)
- Grundsätzliche Leistungsorientierung (Weiland, 2013, S. 72)
- Weitgehende Entscheidungsfreude (Weiland, 2013, S. 72)
- Grundsätzliche Mobilität (Weiland, 2013, S. 72)
- Neue Form der Anstellung: „Arbeitnehmer-Selbstständige“ für mehrere Unternehmen (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Arbeit wird anspruchsvoller und eigenverantwortlicher werden (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Projektartige Organisation von Arbeitsprozessen (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Ziele werden anstelle von Arbeitszeiten definiert (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Hierarchische Führungsmodelle werden an Bedeutung verlieren (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Entkopplung von Arbeitszeit und Ort (Eichhorst & Hinte, 2015, S. 2)
- Digitale Arbeit ermöglicht darüber hinaus vermehrt Arbeitsmodelle, wie die Telearbeit,

Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen

und neue Arbeitsformen, wie das Crowdfunding. (BMAS, 2015, S. 16)

Tabelle 8 beschreibt die ermittelten kognitiven Anforderungen.

Tabelle 8: Kognitive Anforderungen

Kognitive Anforderungen

- „Intellective skills“ (theoretisches Verständnis von Prozessen) (Hirsch-Kreinsen et al., 2015, S. 9)
- Augmented Learning wichtig, da i. d. R. halbautomatisierte Prozesse, Werker müssen in der Produktion weiterhin viele Entscheidungen treffen (IAO, 2013, S. 54)
- Mensch trifft komplexe und erfahrungsbasierte Entscheidungen im Rahmen der Produktionssteuerung (IAO, 2013, S. 100)
- Erhöhte Reaktionsfähigkeit (Weiland, 2013, S. 72)
- Schlussfolgerndes Denken (Weiland, 2013, S. 72)
- Weitgehend technisches Verständnis (Weiland, 2013, S. 72)

Mit Blick auf die Vermittlung der entsprechenden Anforderungen im Rahmen des geplanten Studiengangs sind nicht nur die Inhalte, sondern auch die Didaktik der Vermittlung zu hinterfragen. Eine Vielzahl der Anforderungen lassen sich i. d. R. nicht direkt über Inhalte vermitteln. Wirksam könnten hier beispielsweise (computerbasierte) Planspiele, Gruppenarbeit, Simulationen oder Serious Game Lernspiele (z. B. LEGO Serious Play) zum Einsatz kommen. Gemein ist diesen Formen, dass sie die Realität in gewissem Ausmaß abbilden, komplex und dynamisch sind und auf dieser Basis spielerisch Kompetenzen für das Berufsleben erworben werden können.

2.2.2 Smart-Services und digitale Geschäftsmodelle

Zu Smart-Services und neuen Geschäftsmodellen konnten zum Zeitpunkt der Studiererstellung nur wenige Quellen ermittelt werden. Nachfolgend werden drei Beispiele neuer Geschäftsmodelle kurz skizziert.

UBER

- Uber, gegründet in den USA, agiert weltweit.
- „Uber ist ein Online-Vermittlungsdienst für Fahrdienstleistungen des gleichnamigen amerikanischen Unternehmens. Er vermittelt Fahrgäste an Mietwagen mit Fahrer (Eigenbezeichnung UberX und UberBlack) sowie auch private Fahrer (UberPop) mit eigenem Auto. Ferner werden auch reguläre Taxis vermittelt (UberTaxi). Die Vermittlung erfolgt über eine Smartphone-App oder eine Website. Das Unternehmen erhebt dabei eine Provision von bis zu 20 Prozent des Fahrpreises.“⁵
- Die individuellen Beförderungsleistungen stehen damit in direkter Konkurrenz zu den Taxiunternehmen.
- Im Unterschied zu Taxiunternehmen, die sowohl die materielle Basis absichern müssen, wie auch die personellen Kapazitäten vorhalten müssen, gehören zu UBER keine Fahrzeuge und auch keine Fahrer.

⁵ Quelle: Wikipedia (2016)

- UBER vermittelt und koordiniert die Leistungen, akquiriert die Kunden und Leistungserbringer und betreibt das Marketing.

Airbnb

- Airbnb ist ein Community-Marktplatz für Buchung und Vermietung von Unterkünften, ähnlich einem Computerreservierungssystem. Private Vermieter vermieten ihr Zuhause oder einen Teil davon unter Nutzung der Vermittlungsdienste des Unternehmens, jedoch ohne dass Airbnb rechtliche Verpflichtungen übernimmt.
- Das Unternehmen vermittelt Unterkünfte in 192 Ländern und über 26.000 Städten. Es stellt als Online-Plattform den Kontakt zwischen Gastgeber und Gast her und ist ausschließlich für die Abwicklung der Buchung verantwortlich. Die Transaktion findet dabei über die Plattform statt. Der Gast bezahlt den Betrag für seine Buchung per Kreditkarte, oder ähnlichem an Airbnb.⁶

Carsharing DriveNow und Car2Go

- Carsharing ist als Geschäftsmodell nicht neu. Neu ist, dass sich damit aktuell die Automobilindustrie beschäftigt.
- BMW setzt mit dem Dienstleister DriveNow seit 2015 verstärkt Elektrofahrzeuge für das Carsharing in Deutschland ein.
- Weitere Automobilbauer sind in größeren Städten Deutschlands aktiv, u. a. Daimler mit dem Dienstleister Car2Go.⁶

Detaillierte Aussagen zu den genutzten Digitalisierungslösungen können nicht getroffen werden. Details zu den genannten Geschäftsmodellen sind nicht öffentlich zugänglich, sodass die spezifischen Anforderungen bezüglich einer ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung nicht darstellbar sind. Gleiches trifft für die spezifischen Inhalte zu, die in den Fachvertiefungen zur Thematik Geschäftsmodelle erforderlich werden. Die Geschäftsmodelle der skizzierten Beispiele basieren auf digitalisierten Koordinations- und Vermarktungsleistungen, die Wertschöpfung und Nutzung physischer Ressourcen findet außerhalb der Modelle statt (mit Ausnahme des Car-Sharing-Modells). Eine direkte Modellübertragung auf den technischen Bereich erscheint schwierig. Eine gedankliche Anknüpfung an digitalisierte Geschäftsmodelle für den Maschinenbau liefert der Leitfaden Industrie 4.0 des VDMA.

Der **Leitfaden Industrie 4.0** des VDMA⁷ beschreibt im Werkzeugkasten die Entwicklungsstufe „Geschäftsmodelle um das Produkt“ wie folgt: „Innovative Technologien ermöglichen die Entwicklung neuartiger Geschäftsmodelle. So kann eine stärkere Anpassung von Produkten an Kundenwünsche durch Ansätze von Industrie 4.0 beispielsweise in Verbindung mit einer Flexibilisierung der Produktion, unterstützt werden. Auch der Verkauf von Produktfunktionen, bei dem das Produkt Herstellereigentum bleibt und lediglich eine Funktionserfüllung vergütet wird, kann durch Technologien im Umfeld von Industrie 4.0 ermöglicht werden – die umfangreiche Erfassung von Betriebszuständen oder die Steuerung einer zustandsbasierten Instandhaltung durch den Hersteller sind hier als Beispiel zu nennen.“

Eine **Studie der Commerzbank** von 2015⁸ mit 4.000 Unternehmen zeigt, dass „Neue Geschäftsmodelle“ ein Thema sein werden. „Zukunftsmusik hingegen sind für viele Unternehmen noch gänzlich neue Produkte, Vertriebswege, Absatzformen oder Märkte: Die Unternehmen gehen davon aus, dass die Digitalisierung erst in relativ ferner Zukunft wirklich

⁶ Quelle: Eigene Recherchen

⁷ VDMA Verlag, 2015 S. 13

⁸ WiWo 12.05.2015 <http://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/commerzbank-studie-was-die-digitalen-vorreiter-im-mittelstand-auszeichnet/11766046.html>

neue Geschäftsmodelle ermöglichen wird. Disruptive Innovationen, also neue Geschäftsmodelle und neue Produkte, sind grundsätzlich denkbar, gelten aber eher als Themen für die Agenda von übermorgen.“

Dies spiegeln auch die durchgeführten Interviews mit Industrievertretern der Region wider (siehe Anhang 2).

Die Commerzbank-Studie beschreibt die folgenden Gruppen an Nutzenversprechen:

1. Administrative Optimierung (Flexibilisierung der Arbeit, Verschlinkung der Administration, Vernetzung von Standorten und Verbesserung von Service- und Wartungsleistungen)
2. Neue Produktionsformen im engen Sinne von Industrie 4.0 (Herstellung von kundenindividuell angepassten Produkten und Dienstleistungen, Automatisierung und Steuerung der Produktion im verarbeitenden Gewerbe)
3. Vernetzung der Wertschöpfungskette (Effiziente Zusammenarbeit mit Zulieferern und Dienstleistern, besseres Markt- und Kundenverständnis, gezieltere Marketing- und Vertriebsaktivitäten)
4. **Neue Geschäftsmodelle** (Entwicklung von gänzlich neuen Produkten und Dienstleistungen, Erschließung neuer Vertriebswege, Absatzformen oder Märkte)
5. Weitere Effizienzpotenziale (Steigerung der Rohstoff- und Energieeffizienz, Outsourcing von Verwaltungsprozessen).

Die Befragung unterstreicht die bisher vorgestellten Befunde zur digitalen Reife in Deutschland: Einzig der Umsetzung des Nutzenversprechens „1. die administrative Optimierung“, wird derzeit eine aktuelle Bedeutung eingeräumt.

Alle übrigen Nutzenversprechen werden in die Kategorie »künftige Umsetzung« eingeordnet. Interessant erscheint auch die Relevanz-Einschätzung: Während 1 bis 4 eine hohe Relevanz eingeräumt wird, erscheint 5 wahrscheinlich im Lichte einer kontinuierlichen Verbesserungsmaßnahme mit einer geringen Relevanz-Einstufung.

3 Reflexion der Experten

3.1 Experteninterviews – Interviews mit Industrievertretern

3.1.1 Methodische Vorgehensweise

Im Vorfeld des Auftrages wurden geeignete regionale Experten für die Thematik Digitalisierung der Wirtschaft identifiziert. Besonderes Augenmerk wurde auf Sachsen und die Region Chemnitz gerichtet. Als geeignet wurden Experten auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung, Vertreter und Kenner der zu betrachtenden Branchen, wie auch Kompetenzen bündelnde Vereine und Vereinigungen ausgewählt. In Tabelle 9 sind die Gesprächspartner aufgeführt, die für ein persönliches Interview zur Verfügung standen.

Aus Vorarbeiten der ATB gGmbH im Themenbereich Industrie 4.0 / Digitalisierung, wie auch aus den durchgeführten Recherchen im Rahmen dieses Auftrages hat sich gezeigt, dass es durchaus divergierende Modelle und Sichtweisen gibt und es eine nahezu unerschöpfliche Themenvielfalt gibt (siehe Abbildung 2, Abbildung 3 und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). In Vorbereitung der Interviews wurde aus dem genannten Grund in einer ersten Stufe ein allgemein gehaltener Interviewleitfaden genutzt bzw. die Fragen individuell auf die Person und deren Hintergrund angepasst (siehe Anlage 1). Berücksichtigt wurden dabei bekannte Informationen zum Interviewpartner (z. B. Projekte, welche Digitalisierungsthemen beinhalten oder Aussagen aus Präsentationen und Vorträgen in

Workshops). Ferner war die persönliche Beurteilung und Bewertung der diskutierten Digitalisierungssachverhalte durch den Gesprächspartner Zielstellung der Erhebung. In der Erprobung des generischen Interviewleitfadens zeigte sich, dass die so erhobenen narrativen Aussagen nur sehr schwer miteinander vergleichbar bzw. strukturierbar sind. Aus dem Grund wurde nach dem Test in Abstimmung mit dem Auftraggeber der Interviewleitfaden überarbeitet. Die im Rahmen des Tests erhobenen Daten und Informationen ergänzen die allgemeinen Aussagen und finden sich in den Ergebnissen im Kapitel 3.1.3 wieder.

Angelehnt an die geplante modulare Struktur der Ausbildung, wurde eine neue Version des Interviewleitfadens erstellt und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Integriert und den Fachvertiefungen zugeordnet wurden die vom Auftraggeber bereits recherchierten inhaltlichen Schwerpunkte. Die Strukturierung ermöglicht eine Vergleichbarkeit der in den Interviews erhobenen Daten der beiden Expertengruppen (Forschung und Industrie). Ergebnis war ein umfangreicher und sehr detaillierter Interviewleitfaden.

Für die Vorbereitung der Interviewdurchführung wurde zusätzlich eine Kurzform des Interviewleitfadens erstellt. Erfahrungsgemäß erwarten kontaktierte Unternehmen und Personen eine Vorabinformation zum Inhalt der geplanten Interviews. Auf dieser Basis erfolgt die Entscheidung für ein Interview, auch hat der Interviewpartner die Möglichkeit, sich inhaltlich in einem gewissen Umfang vorzubereiten.

Um einen geeigneten Einstieg in die Thematik der Digitalisierung zu erreichen und den betrieblichen Digitalisierungsstand zu beschreiben und zu erfassen, war in einer ersten Version die Darstellung des Cyber Physical Systems von Prof. Stich⁹ vorgesehen.

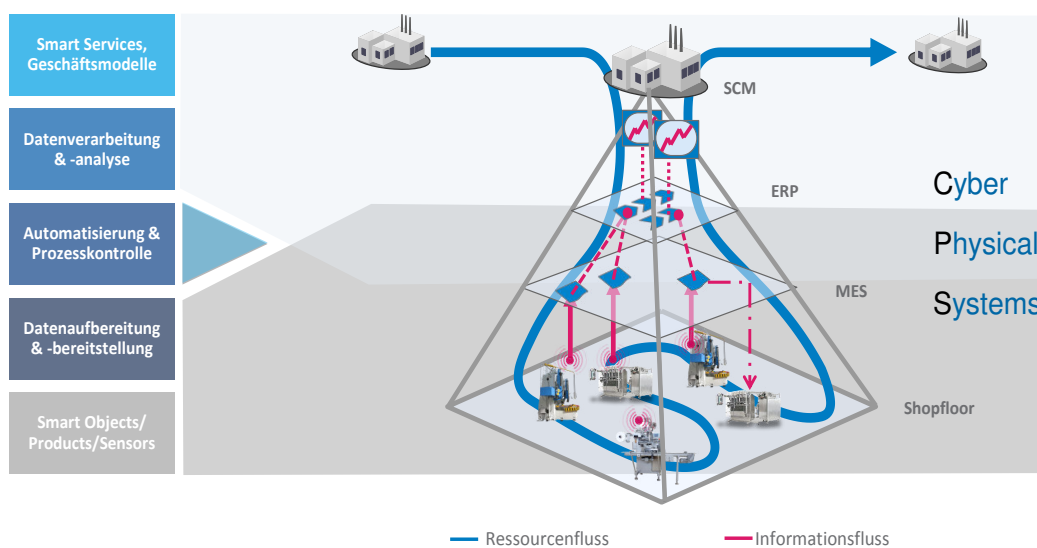


Abbildung 2: Digitalisierungsebenen - vertikale und horizontale Integration virtueller und physischer Systeme

Diese Darstellung in Form der Automatisierungspyramide wurde vom Auftraggeber als zu stark erklärungsbedürftig bewertet und durch die in den Anhängen 2 und 3 dargestellte Systematisierung des Werkzeugkastens Industrie 4.0 aus dem VDMA Leitfaden Industrie 4.0 ersetzt (siehe Anlage 2).

⁹ Prof. Dr.-Ing. Volker Stich (2015), FIR e.V. in der RWTH Aachen, Industrie 4.0 Readiness

Werkzeugkasten Industrie 4.0

Produkte	
Integration von Sensoren / Aktoren	Keine Nutzung von Sensoren/Aktoren Sensoren/Aktoren sind eingebunden Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet Das Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
Kommunikation / Connectivity	Keine Schnittstellen am Produkt Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O-Signale Das Produkt verfügt über Analog-Schnittstellen Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen Das Produkt verfügt über Zugang zum Internet
Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch	Keine Funktionalitäten Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation Produkt verfügt über personalen Datenspeicher Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
Monitoring	Kein Monitoring durch das Produkt Detektion von Ausfällen Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose Prozesse der eigenen Funktionsfähigkeit Selbsttätige Maßnahmen zur Steuerung
Produktbezogene IT-Services	Keine Services Services über Online-Portale Service-Ansicherung direkt über Produkt Selbsttätige Ausführung von Services Virtuelle Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
Geschäftsmodelle um das Produkt	Gewinne durch Steigerung der Produktivität Verkauf und Beratung zum Produkt Verkauf, Beratung und Anpassung des Produktes an Kundenwünsche Zusätzlicher Verkauf produktbezogener Dienstleistungen Verkauf von Produktfunktionen

Werkzeugkasten Industrie 4.0

Produktion	
Datenverarbeitung in der Produktion	Keine Verarbeitung von Daten Speicherung von Daten zur Dokumentation Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung Auswertung zur Prozessplanung / -steuerung Automatische Prozessplanung / -steuerung
Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)	Keine Kommunikation Feldbus-Schnittstellen Industrial Ethernet-Schnittstellen Maschinen verfügen über Zugang zum Internet Webdienste (M2M-Software)
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion	Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen Informationsaustausch über Mail / Telefonkommunikation Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch Ein- / Datenformate und Abteilungsübergreifend vernetzte Datenrezepte Abteilungsübergreifende, vollständig vernetzte IT-Lösungen
IKT-Infrastruktur in der Produktion	Informationsaustausch über Mail / Telefonkommunikation Zentrale Datenrezepte in der Produktion Internetbasierte Portale mit gemeinsamer Datenrezepte Automatisierter Informationsaustausch (z.B. Auftragsanforderung) Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert
Mensch-Maschine-Schnittstellen	Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine Einsatz lokaler Anzeigegeräte Zentrale / dezentrale Produktionsüberwachungssteuerung Einsatz mobiler Anzeigegeräte Erweiterte und assistierte Realität
Effizienz bei kleinen Losgrößen	Starre Produktionsmittel und geringer Anteil von Gleichschaltern Nutzung von flexiblen Produktionsmitteln und Gleichschaltern Flexible Produktionsmittel und modulare Baukästen für die Produkte Bauteilgerätekabine, flexible Produktion modularer Produkte im Unternehmen Bauteilgerätekabine, modulare Produktion in Wertschöpfungsketten

Abbildung 3: VDMA Leitfaden Industrie 4.0 Werkzeugkasten

Der vom VDMA – Forum Industrie 4.0 im Jahr 2015 veröffentlichte Leitfaden dient als Orientierungshilfe für mittelständische Unternehmen. Er bildet ein Vorgehensmodell ab, welches die Versionen rund um Industrie 4.0 aufgreift und auf realisierbare Entwicklungsstufen reduziert. Zentrales Element ist der Werkzeugkasten, der die verschiedenen Anwendungsebenen hinsichtlich Produkt und Produktion zusammenführt. In der Anwendung und Umsetzung des Leitfadens wird der Werkzeugkasten zum Ausgangspunkt für die Einordnung der Kompetenzen des eigenen Unternehmens.

Für die Ermittlung der Ausgangslage des Unternehmens in Bezug auf Industrie 4.0 kam im Rahmen der Interviews die im Leitfaden beschriebene Analyse aus interner Sicht zur Anwendung. Die Gliederung in Produkte und Produktion lässt sich prinzipiell auch auf andere Branchen übertragen, wenngleich die aufgeführten Merkmalsausprägungen eher spezifisch auf den Maschinen- und Anlagenbau zutreffen.

Identifizierung von Unternehmen

Unternehmen, die sich bereits mit der Thematik Digitalisierung beschäftigen oder bereits erste Lösungen umgesetzt haben, wurden identifiziert:

- VEMAS Arbeitskreise Automation und Fabrik (Workshops bzw. Kamingespräche)
- Empfehlungen aus den Expertengesprächen
- Eigene Recherchen und Kontakte

Die so ermittelten Unternehmen wurden kontaktiert, das Anliegen erläutert und dem Wunsch entsprechend, eine Kurzfassung des Interviewleitfadens vorab bereitgestellt.

3.1.2 Umsetzung

Für die Interviews wurde ein Interviewleitfaden nach den Vorgaben des Auftraggebers erstellt und inhaltlich mit diesem abgestimmt.

Der dabei erreichte Umfang des Interviewleitfadens mit allen Ausprägungen der Fachvertiefungen, deren aktueller und zukünftiger Bedeutung und der unterschiedlichen Tätigkeitsbereiche im Unternehmen wurde von allen Interviewpartnern als zu umfänglich (zeitlich, wie auch inhaltlich) bewertet. Es wurden mehrfach die Begrifflichkeiten der verschiedenen Fachvertiefungen „...management“ als hinderlich bzw. nicht korrekt bemerkt, ebenso waren die Industrievertreter mehrheitlich nicht in der Lage, den Teil der tätigkeitsbezogenen Angaben detailliert zu definieren. Mehrere der kontaktierten Unternehmen haben die Beteiligung an einem Interview aus verschiedenen Gründen abgelehnt, u. a. auch, weil die Begrifflichkeiten in der Studienrichtung (Bezeichnung und stichpunktartige Inhalte der geplanten Fachvertiefungen) nicht zum Unternehmen passen bzw. der Unternehmensvertreter keinen Bedarf in diese Richtung bewerten konnte.

Die Vorgehensweise in den Interviews, sowohl mit den Experten aus F&E und aus den Branchen, als auch mit den Vertretern der Industrie, war, bis auf vier Ausnahmen, identisch. Eine abweichende Vorgehensweise erfolgte in den Gesprächen mit isw, Hiersemann Industrieautomation, IHK Chemnitz und Dr. Langer (IWU). Für die Interviews mit Prof. Hiersemann und Dr. Langer lag der Interviewleitfaden in der Endfassung noch nicht vor. Im Gespräch mit Frau Lange wurde von ihr ein Angebot unterbreitet, ausgewählte Punkte in eine breit angelegte Erhebung der Initiative „Mittelstand 4.0-Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse“ zu integrieren.

In Tabelle 9 und

Tabelle 10 sind die identifizierten Unternehmen und Institutionen aufgelistet. Die weiteren Daten in den Tabellen kennzeichnen den Zusammenhang zum Thema Digitalisierung bzw. Industrie 4.0.

Tabelle 9: F&E- bzw. Branchenexperten

Unternehmen/ Institution	Person	Datum	FuU/ Wissenschaft	Ergänzungen
isw Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung gemeinnützige Gesellschaft mbH	Prof. Dr. Lothar Abicht (<i>Geschäftsführer</i>)	15.12.2015	Forschungsbereich Bildungs-, Personal- und Organisations- und technologieorientierte Forschung	Studien mit Inhalten zur Thematik
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)	Dr. Tino Langer (<i>Abteilungsleiter Digitalisierung in der Produktion</i>)	11.01.2016	Mehrere Projekte zur Thematik	Branchenkenntnisse Partner im Projekt CyProAssist
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)	Dr.-Ing. Michael Kuhl (<i>Geschäftsführender Oberingenieur Forschung und Entwicklung</i>)	14.01.2016	Digitale Fabrik Forschung und Projekte mit Industrie und Dienstleistern	Branchenkenntnisse
TU Chemnitz Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb	Prof. Dr.-Ing. Egon Müller (<i>Geschäftsführender Institutsdirektor</i>)	14.01.2016	Digitale Fabrik Forschung und Projekte mit Industrie und Dienstleistern Aufbau eines Kompetenzzentrum „Mittelstand 4.0“ für Sachsen ¹⁰	VEMAS Arbeitskreis Fabrik Branchenkenntnisse
Partner der BMWi-Förderinitiative "Mittelstand 4.0-Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse"	Dagmar Lange (<i>Projektleitung Digitalisierung, Industrie 4.0</i>)	18.02.2016	Bundesweite Projekte Langjährige Erfahrungen	Branchenkenntnisse Enge Kontakte zum Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0
Institut für innovative Technologien, Technologietransfer, Ausbildung und berufsbegleitende Weiterbildung e.V. (ITW)	Dietmar Scholze (<i>Geschäftsführer</i>) Klaus Opitz (<i>FuE-Verantwortlicher Projektcontroller</i>)	24.02.2016	Engineering-Dienstleister Projekte mit Industrie	Branchenkenntnisse

¹⁰ Die Bekanntgabe erfolgte am 21.01.2016, die Information wurde in einem ergänzenden Telefongespräch übermittelt.

Unternehmen/ Institution	Person	Datum	FuU/ Wissenschaft	Ergänzungen
Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V (ICM)	Andreas Schneider <i>(Teamleiter)</i> Stefan Liebl <i>(wissenschaftlicher Mitarbeiter)</i>	09.03.2016	Engineering Dienstleister im Maschinenbau Projekte im Maschinen- und Anlagenbau Pilotanlagen	Branchenkenntnisse

Tabelle 10: Betriebliche Experten

Unternehmen/ Institution	Person	Datum	Branche	Größe	Eigene Produkte/ Eigene Produktion	FuU/ Wissenschaft	Ergänzungen
Hiersemann Prozess- automation GmbH	Prof. Dr.-Ing. Rolf Hiersemann <i>(Geschäftsführer)</i>	08.12.2015	Maschinen- bau	20-50 MA	Sonder- maschinen Automation Engineering	Mitarbeit in vielen Projekten u. a. Industrie 4.0/ Digitalisierung	VDI VEMAS Arbeitskreis Automation Branchenkenntnisse
imk automotive GmbH	Dr. Wolfgang Leidholdt <i>(Strategische Entwicklung)</i>	22.01.2016	Engineering Dienst- leister	20-50 MA	Software Engineering Dienstleistungen Strategische Entwicklung	Mitarbeit in vielen Projekten	Branchenkenntnisse
USK Karl Utz Sonder- maschinen GmbH	Dr. Thilo Richter <i>(Leiter Entwicklung)</i>	26.01.2016	Maschinen- und Anlagenbau	>250 MA	Montageanlagen Prüfanlagen Roboterzellen Sonder- maschinen Komplett- anbieter	Mitarbeit in Projekten	VEMAS Arbeitskreis Automation

Unternehmen/ Institution	Person	Datum	Branche	Größe	Eigene Produkte/ Eigene Produktion	FuU/ Wissenschaft	Ergänzungen
SITEC Industrietechnologie GmbH	Daniela Pfab <i>(Projektmanagerin F&E)</i>	01.03.2016	Maschinenbau Engineering Dienstleister	101-250 MA	Montageanlagen, Lasieranlagen, Anlagen zur elektrochemischen Metallbearbeitung Lasermaterialbearbeitung,	Mitarbeit in vielen Projekten u.a. Industrie 4.0/ Digitalisierung	Anwendungs- und Umsetzungspartner im Projekt CyProAssist
HÖRMANN RAWEMA Engineering & Consulting GmbH	Herr Dr. Uwe Günther <i>(Leiter Fabrikplanung und Optimierung)</i>	26.01.16	Engineering –Dienstleister	35 MA	Fabrikplanung & Projektmanagement, Generalplanung, 3D-Laserscanning und Visualisierung, Fachplanungen Gießereitechnik,	Mitarbeit in vielen FuE- sowie weltweiten Kundenprojekten	VEMAS Partner im Projekt CyProAssist

3.1.3 Ergebnisse der Interviews

Allgemeine Aussagen

Die Befragten verwiesen in den Interviews auf die grundlegenden Anforderungen an ingenieurwissenschaftliches Personal. Eine solide Ausbildung in den Grundlagen wird auch im Zusammenhang mit den zu erwartenden Anforderungen aufgrund der zunehmenden Digitalisierung in den Unternehmen angegeben. Ebenso wurde eine stärkere Einbindung in die praktische Arbeit im Unternehmen schon während des Studiums als fördernd benannt. Dies bestätigt die Ergebnisse der Erhebungen zum Aus- und Weiterbildungsbedarf in ingenieurwissenschaftlichen Berufen - Ergebnisse der Befragung von sächsischen Unternehmen aus dem Jahr 2015:

- Technologische Kenntnisse, Know-how
- Interdisziplinäres Wissen und Kenntnisse (betriebswirtschaftliche Kenntnisse, Vertrieb, Führung, Projektmanagement etc.)
- Anwendungsbereites Wissen
- Komplexes Wissen
- Solide Grundlagenausbildung
- Mathematisch-naturwissenschaftliche Grundlagen

Auch im Rahmen der durchgeführten Experteninterviews wurde die solide Ausbildung an der Hochschule Mittweida wiederholt als sehr gut bewertet. In jedem der befragten Unternehmen sind Absolventen der Hochschule Mittweida beschäftigt. Ebenso gleichlautend zur Befragung im Jahr 2015 wurde die Aneignung von spezifischem Wissen im Unternehmen nach dem Abschluss des Studiums durch die Absolventen als notwendig und akzeptabel benannt.

Die im Folgenden genannten Anforderungen wurden speziell für eine ingenieurwissenschaftliche Ausbildung benannt und sind als Querschnitt zu verstehen:

- IT-Grundlagenwissen und Kenntnisse der Zusammenhänge zum Fachwissen
- Überblickswissen zu angrenzenden Fächern, Breitenwissen → Spezialwissen ist unternehmensspezifisch und kann erst im Einsatz im Unternehmen erworben und vermittelt werden.
Für eine Fertigungsprozessgestaltung ist eine solide Grundlagenausbildung erforderlich – ein breites Grundwissen ist die Voraussetzung für betriebliche Spezialisierung (diese wird nicht vom Absolventen erwartet!)
- In letzten Semestern wird eine Spezialisierung als günstig erachtet (IT-Kompetenzen, sowie angepasst an Art der Fertigung/Wertschöpfung: Montage, Automobilbau, Halbleiterfertigung etc.)
- Soziale Kompetenz, Kommunikation, rhetorische Fähigkeiten, interkulturelle Regeln beherrschen, Sensibilität gegenüber anderen Kulturen – sich darauf einstellen, damit umgehen, diese reflektieren
- Projektarbeit/ Projektrealisierung
- Persönliche Anforderungen (Mobilität, Flexibilität)
- Soziale Kompetenz ist speziell im Dienstleistungsbereich entscheidend - in Zusammenhang mit fachlicher Kompetenz

Diese Aussagen bestätigen ebenfalls die Ergebnisse der Erhebung aus dem Jahr 2015.

Grundaussagen zur Thematik Industrie 4.0 bzw. Digitalisierung der Wirtschaft

Als ebenfalls grundlegende Anforderungen, die nicht in die Systematik der Fachvertiefungen einzuordnen sind, wurden genannt:

- Sichere Beherrschung von MS Office-Produkten
Word: Dokumentation und strukturierte Bearbeitung von Themen,
Excel: Pivottabellen; Grundfunktionen der Formeln, VBA
PowerPoint: Erarbeitung von Präsentationen
Outlook/Projektmanagement (Termine, Kontakte, Aufgaben, Erfassung von Kunden- und Lieferantendaten)
- Technikbedienung (z. B. Anschluss Tablet und Handy an Beamer)
- Nutzung moderner Kommunikationsmittel (Smartphone, Webkonferenz etc.)

Die **Informationen aus den drei Interviews**, die nicht unter Verwendung des Interviewleitfadens mit den Fachvertiefungen realisiert wurden, werden im Folgenden separat dargestellt.

1. Als wichtig zur Thematik Digitalisierung werden im Interview mit Dr. Langer (IWU Chemnitz) die Schnittstellen zwischen den Ebenen und Systemen bewertet. Daraus lassen sich die differenzierten Kompetenzen im Zusammenhang mit der Digitalisierung ableiten. Wichtig ist dabei, dass die grundlegenden Kompetenzen (Maschinenbau, Elektrotechnik, IT etc.) nicht zu vernachlässigen sind. Derartige Spezialisierungen in Anlehnung an das Ebenenmodell (siehe Abbildung 2) - nach der Grundlagenausbildung - könnten sein:
 - Architekten mit fachlichen und IT-Kompetenzen für die Produktion
 - Analysten für die Datenaufbereitung und Kommunikation
 - Standardisierungsexperten
 - Strategen

Spezielle beispielhafte Anforderungen an Themen, die ergänzend zu den Grundlagen vermittelt werden, sind:

- Vernetztes Denken
 - Psychologische Kompetenzen
 - Mensch-Maschine-Interaktion
 - Netzwerk-Kenntnisse, Vernetzung
 - mobile Endgeräte
 - Daten selektieren (nicht alles was möglich ist, sondern das, was sinnvoll ist – vordenken!)
 - Technische Kommunikation (neue Standards z. B. 5G)
 - Sensorkommunikation
2. Die bodenständige Ausbildung mit der Ergänzung zum Breitenwissen bewertet Prof. Hiersemann (Hiersemann Prozesautomation Chemnitz) als Grundlage. Das Verstehen der Funktionen, ein grundlegendes Verständnis im Bereich Automation und Mechatronik, gepaart mit Fertigkeiten zur Nutzung von CAD/ CAE -Systemen ist ihm für sein Unternehmen wichtig. Diese grundlegenden Anforderungen ändern sich auch mit zunehmender Digitalisierung nicht.
Veränderungen sieht er in den folgenden Anforderungen:
 - IT-Kenntnisse (keine Spezialisten – Verbindung zur Anwendung und zur Anlage ist wichtig!)
 - Logistische Verknüpfung (Produktion + Logistik)
 - Daten aufbereiten und zu Informationen entwickeln; Selektieren der Informationen und (nutzergerechtere) darstellen

- Vorbereitung der Datenselektion = sinnvolle Daten generieren und nutzen („nicht alle möglichen wie Big Data und Suchen der zutreffenden Daten“ – data lake, Daten-Tsunami) = Informationskompetenz (digital literacy)
 - IT-Möglichkeiten zur Unterstützung der Produktionsprozesse
 - Methoden der Projektrealisierung (Schritte von der Planung bis zur Evaluierung – Unterstützung durch IT)
 - Rechtliche Rahmenbedingungen (sind noch ungeklärt z. B. Sicherheitsfragen bei Maschinenbedienung, Eigentum an Daten)
 - IT-Unterstützung (Werkzeuge etc.) für Projektmanagement und Konstruktion – Durchgängigkeit der Lösungen (ohne Medienbrüche)
 - Spezialisierung in der Ausbildung nach spätestens zwei Jahren (Elektro, Mechanik, Automation, Informatik, Planung [wobei für das Verständnis der Planung praktische Kenntnisse aus den anderen Bereichen vorhanden sein müssen])
 - Neue Aufgaben für Informatiker – Ingenieur für Automation + Informatik = Prozessinformatiker
 - IT-Sicherheit + Recht wird ein sehr wichtiges Thema!
dies hat Auswirkungen auf die IT-Infrastruktur
Physische Trennstellen werden unbedingt notwendig (im Hinblick auf mögliche Eingriffe in die Maschine von mobilen Endgeräten oder über Internet)
Wichtiges Thema ist die Sicherheit bei Fehlbedienungen
3. Frau Pfab (SITEC Chemnitz) geht davon aus, dass die Anforderungen der Digitalisierung sukzessive wachsen und damit sowohl die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die bereits im Unternehmen beschäftigt sind, als auch neues ingenieurwissenschaftliches Personal (Absolventen) schrittweise sich mit neuen Technologien und Anforderungen vertraut machen müssen. „Der Prozess der Digitalisierung läuft bereits seit mehreren Jahren“, so ihre Bewertung für das Unternehmen. „Es ist kein radikaler Umbruch zu erwarten, sondern eine Evolution“. Aus dem Grund sieht sie keinen grundlegenden Handlungsbedarf für einen neuen Studiengang mit den Fachvertiefungen.
Die SITEC legt Wert auf ein fundiertes Grundlagenwissen, setzt auf die Bereitschaft und die Fähigkeit, immer weiter dazu zu lernen. Diese Anforderungen existieren auch ohne Kopplung an die Thematik Digitalisierung!

Ergebnisse der weiteren Interviews

Die erhobenen Anforderungen oder auch Beispiele der Forschung bzw. der Umsetzung, strukturiert in die vom Auftraggeber vorgegebenen Fachvertiefungen, werden in den folgenden Übersichten in den beiden Rubriken „Forschung“ und „Industrie“ dargestellt. Dies erfolgt unter Verwendung der Details, die ebenfalls vom Auftraggeber vorgegeben wurden. Von den Interviewpartnern vorgenommene Ergänzungen sind unter „Sonstiges“ aufgelistet.

Für die Aussagen der Forschung gilt nahezu durchgehend, dass dieses Thema aktuell in geförderten Projekten, in Industrieprojekten oder im Auftrag von größeren Unternehmen beforscht wird, sich in pilothafter Umsetzung befindet oder in Laborumgebungen analysiert wird. Die Aussagen in dieser Rubrik sollten daher eher als zukünftige Anforderung bewertet werden.

In den Interviews wurden auch Szenarien skizziert, für die sich der Interviewpartner eine bessere Unterstützung durch Digitalisierungslösungen vorstellen kann, ohne dass dies bereits Realität im Unternehmen ist. Keine Eintragungen bedeuten, dass in dem Feld durch die befragte Gruppe (Forschung oder Industrie) keine Ansätze vorhanden sind oder das Thema

(noch) nicht relevant ist. Wenn dies im Interview explizit geäußert wurde, erfolgte ein entsprechender Vermerk.

Differenzierungen in den Aussagen der interviewten Experten auf Seiten der Forschung wurden auch getroffen, insoweit Interviewpartner die relevanten und möglichen Inhalte einer Bachelor-Ausbildung kennen bzw. selbst Erfahrungen in einem Bachelor /Master-Studiengang gesammelt haben (z. B. als Dozent an einer Ausbildungseinrichtung). In diesem Zusammenhang wurde die Wichtigkeit und Erfordernis bestimmter Themen für den konkreten Studiengang BACHELOR OF ENGINEERING INDUSTRIAL MANAGEMENT niedriger bewertet, aber mit dem Hinweis, dass dies Inhalte eines aufbauenden Studiums sein könnten. Zu vermuten ist, dass die eigene Entwicklung (das eigene Studium Bachelor mit anschließendem Master) unmittelbaren Einfluss auf die Bewertung hatte. Auch die langjährige Berufserfahrung und die Kenntnisse aus der Diplomausbildung hatten Einfluss auf die Beantwortung der Fragen.

Bezüglich der Wichtung der vorgegebenen Details innerhalb der Themenbereiche konnten keine detaillierten Aussagen abgeleitet werden. Zum einen sind erst ansatzweise und pilothaft Digitalisierungslösungen in den befragten Unternehmen umgesetzt bzw. geplant. Zum anderen ist der Informationsstand zum Thema sehr differenziert. Wie bereits ausgeführt, wurden Szenarios skizziert, die aktuell zwar als hilfreich bezeichnet wurden, für die aber noch keine Lösungen in Arbeit sind und damit keiner Wichtung unterzogen werden konnten.

Bezüglich des Verständnisses der Begrifflichkeiten in den Überschriften (...management) gab es speziell bei den Interviewpartnern aus der Industrie Differenzen. Erkennbar ist das auch daran, dass z. B. in der Kategorie „Technologiemanagement“ mehrfach sehr spezifische Fachinhalte in Abhängigkeit vom Produkt- und Dienstleistungsspektrum benannt wurden.

Tabelle 11: Aussagen zum Produktionsmanagement

	Forschung	Industrie
Autonom interagierende technol. Systeme (CProd-S ¹¹ , Logistik etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Doppelarmrobotersystem (mit virtuellen Schutzräumen = Mensch und Maschine arbeiten im gleichen Raum) • Auseinandersetzung mit dem Thema in mehreren Projekten • Logistikanforderungen betriebsintern und extern sind extrem wichtig (Lagermanagement, ERP-System, TUL-Prozesse, Logistikprozesse zur automatisierten Fertigung/Robotereinsatz, Fertigungsfluss im Unternehmen verstehen) → neue Anforderungen an interne Logistik bei „Stückzahl 1“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Entspricht (<i>noch</i>) nicht der Realität bei Anlagenbauern – trifft momentan eher für den Automobilbau zu
Herausforderungen steigender Systemkomplexität	<ul style="list-style-type: none"> • SOPHIE-Projekt¹² mit n³ (Software -Systementwicklung) mit VW-Motorenwerk Chemnitz, FESTO, VORWERK (<i>Piloten als Anwender sind KEINE KMU!</i>) • Nutzung von Agentensystemen, semantische Ontologien (Pilotlösungen umgesetzt) z. B. <i>Datenanreicherung mittels Daten Crawler</i> (n³ – Geschäftsfeld)¹³ • Mensch-Maschine-Interaktion/Fahren eines Maschinenverbundes bzw. von Taktstraßen • Personen- bzw. kontextgerechte Datenverarbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen aufbereiten und vermitteln • Virtuelle Inbetriebnahme auf Basis von E-Plänen = z.Zt. teure Software (Nutzung gemeinsam mit anderen Unternehmen ist vorstellbar) • Usability für die Anwender/Rollen (GF, Konstruktion etc.) • Logistische Verknüpfungen sind in den Lösungen noch nicht enthalten → ist aber ein Erfordernis, wenn es um die Thematik „Stückzahl 1“ geht
Neue Stufe der Prozessautomation - Industrie 4.0 (Flexible Verknüpfung von Internet und realen Fabrikabläufen)	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit mit Firma B&R¹⁴ – im Bereich Automatisierungstechnik (österreichisches Unternehmen mit Außenstelle in Leipzig) – in VEMAS Industriearbeitskreis Automation engagiert • Arbeit auf dem Gebiet Energiemanagement • Problem Systemstabilität – Internet ist nicht produktionsstandardkonform 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualität: neue Ansätze Simulation in 3D • Zukünftige Unterstützung der Inbetriebnahme durch Digitalisierungslösungen • Verknüpfung der realen Abläufe mit dem Internet stößt auf Ablehnung → Sicherheitsbedenken + Eingriffe in die Maschinensteuerung

¹¹ Cyber-Physische Systeme

¹² <https://www.sophie.tu-chemnitz.de/wordpress/> (BMBF, Synchrone Produktion durch teilautonome Planung und humanzentrierte Entscheidungsunterstützung, seit 2014)

¹³ n³ data & software science GmbH Oelsnitz/V.

¹⁴ B&R Industrie-Elektronik GmbH – Leipzig, Prof. Schmertosch

	Forschung	Industrie
Life-Cycle-Management	<ul style="list-style-type: none"> • In Vergangenheit Projekt HighCycle – Verwertung in Gesamtlebenszyklus, Wiederaufbereitung und Rückführung in Produktionsprozess • Produktnachverfolgung wird bereits realisiert, neue Stufe wird möglich mit neuen Daten • Ganzheitliches Engineering (führt in einer Bachelor Ausbildung zu weit) 	Kein für die Digitalisierung relevantes Thema für die Industrievertreter
Smart Products	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenarbeit mit Prof. Kroll, Projekte MERGE¹⁵ und futureTEX¹⁶ (STFi) • In weiterer Zukunft, in Massenproduktion zu teuer / aufwändig, für teure Investgüter - interessant 	<ul style="list-style-type: none"> • RFID (Nachverfolgung, Teile identifizieren) – wird bereits umgesetzt – kann erweitert werden, wenn erforderlich • Eingesetzte Sensoren sind kundenspezifisch und werden durch ihn spezifiziert = der Kunde bestimmt die Anforderungen – weitergehende Lösungen (z. B. für die Instandhaltung) werden noch nicht nachgefragt • Neue Elemente (z. B. Sensorik) für den Bereich Roboter sind von Interesse
Sonstige Anforderungen		<ul style="list-style-type: none"> • Software für Tests • Kenntnisse zu Produktstrukturierung, Wirkungsweisen, Klassifizierung, Systematik • Formate kennen, Systeme verstehen, Funktionskomplexe neu durchdenken • Einzelprozesse und Verknüpfungen

Ergänzungen

SOPHIE Verbundprojekt (BMBF 2014 bis 2017 <https://www.sophie.tu-chemnitz.de/wordpress/>)

Kern des Projektes ist es, die Realwelt in der Produktion mit der Digitalen Fabrik in Echtzeit zu verknüpfen. Durch diese Verknüpfung sollen einerseits Entscheidungsträger mit virtuellen Techniken wie der Augmented- (AR) und Virtual Reality (VR) befähigt werden, geplante und reale Abläufe auch direkt in der Produktion abzugleichen und Eingriffe in den realen Prozessablauf durch virtuelle Simulation abzusichern. Zur Beherrschung entstehender Datenmengen und zur Entlastung der Anwender sollen andererseits autonom agierende Agentensysteme selbstständig Analysen durchführen können und Entscheidungsoptionen vorschlagen, deren Auswirkungen der Anwender wiederum durch die virtuelle Techniken verstehen und bewerten kann. Anwendungspartner sind Festo, Vorwerk und VW.

¹⁵ <https://www.tu-chemnitz.de/MERGE/index.php.de> , Cluster of Excellence MERGE – Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen , 2012 - 2017)

¹⁶ <http://www.futuretex2020.de/> , (2014 - 2020)

MERGE Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen (Bundesexzellenzcluster auf dem Gebiet der Leichtbauforschung 2012 bis 2017 <https://www.tu-chemnitz.de/MERGE/index.php.de>)

Die Vision des Exzellenzclusters MERGE "Technologiefusion für multifunktionale Leichtbaustrukturen" ist daher die Verschmelzung von großserientauglichen Basistechnologien zur ressourceneffizienten Herstellung von Leichtbaustrukturen hoher Leistungs- und Funktionsdichte. Ein Bestandteil ist die intelligente Integration von Informationstechnologie.

futureTEX (<http://www.stfi.de/futuretex/projekt-futuretex.html>)

Das Ziel von futureTEX ist der Aufbau des modernsten Wertschöpfungsnetzwerkes in Europa bis 2030 unter Nutzung der Chancen der vierten industriellen Revolution.

Forschungsschwerpunkte sind:

- Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft
- Kundenintegrierte flexible Wertschöpfungsketten
Smart Factory - Anwendungsfälle von Industrie 4.0 in der Textilindustrie (vernetzte Produktion, resiliente Fabrik, intelligente Instandhaltung, selbstorganisierende Logistik)
- Textile Zukunftsprodukte
- Wissens- und Innovationsmanagement
- Arbeitsorganisation und Nachwuchssicherung

Virtuelle Inbetriebnahme – Inbetriebnahmeunterstützung – 3D Simulation

Zukünftig ist eine Unterstützung mittels Digitalisierungslösungen für die Simulation und die Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen beim Hersteller vorstellbar:

- 3D-Simulation unter Einbezug von Elektro-Plänen, Pneumatikplänen und Programmierunterlagen
- Virtuelle Inbetriebnahme auf Basis von E-Plänen

Vorteile wären neben der effektiveren und ressourcenschonenden Inbetriebnahme, eine bessere Unterstützung für das Inbetriebnahmepersonal. Dieses könnte weitgehend aus dem Gefährdungsraum entfernt werden oder zumindest einen größeren Abstand bei gefährvollen Aktionen gewinnen. Auf Risiken kann direkt und automatisiert hingewiesen werden.

Als Problem wurde genannt, dass die Software, die eine derartige Unterstützung anbietet, sehr kostenintensiv ist und eine gemeinsame Nutzung mit anderen Unternehmen erforderlich wird.

Usability / Rollen

Mit steigender Komplexität sehen die Unternehmen mit Digitalisierungslösungen die Möglichkeit, im Rahmen der Mensch-Maschine-Interaktion die Informationen und Aktionsvorschläge gezielt, sowie rollen- und personenspezifisch aufzubereiten. Unter Berücksichtigung individueller Daten kann damit die Komplexität auf das erforderliche Level runter gebrochen werden und der Mensch in seiner Rolle im Prozess gezielt mit Informationen versorgt werden.

Die Bereitstellung von Informationen und die Integration in Webanwendungen wird pilothaft und im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte bereits umgesetzt. Standard für Produkte, z. B. im Maschinen- und Anlagenbau ist dies noch nicht.

Smart Products

Der Einsatz und die Einbindung von Sensoren werden in der Kategorie „Integration von Sensoren/Aktoren“ des Werkzeugkastens im VDMA-Leitfaden Industrie 4.0 im Bereich Produkte als erste Stufe der Digitalisierung in dieser Kategorie bewertet. Sensoren sind im Maschinen- und Anlagenbau bereits seit vielen Jahren im Einsatz, die Daten werden vom Produkt (der Anlage oder Maschine) auch ausgewertet und verarbeitet (zweite Stufe). Für weitere Einsatzfelder im Bereich der Robotik wünschen sich Industrieunternehmen Sensoren, die wie eine menschliche Hand mit haptischen Eigenschaften ausgerüstet sind, bzw. Flächensensoren.

Tabelle 12: Aussagen zum Nachhaltigkeitsmanagement

	Forschung	Industrie
Social Media (Digit. Medien und Technologien zum Info-Austausch)	<ul style="list-style-type: none"> • Projekt mit Audi (Intranet mit verschiedenen Plattformen) zur internen Kommunikation Audi mynet¹⁷ –Effekte in Richtung zielorientierte Kommunikation und Austausch - Frau Prof. Bullinger-Hoffmann • B2B (Vertrieb, Informationsaustausch) • Akquise von Aufträgen über Social-Media • futureTEX¹⁶ (STFi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wird von Industrieunternehmen als nicht erforderlich bewertet
Share Economy (Kollaborativer Konsum – gemeinsame Nutzung von Ressourcen)	<ul style="list-style-type: none"> • Für Konsum kann das von Interesse werden, für die Produktion ist es aktuell nicht relevant 	<ul style="list-style-type: none"> • Könnte für teure Software in Betracht gezogen werden
Rohstoffeffizienz (Ressourceneffiziente Produktion – Energie-/Stofffluss)	<ul style="list-style-type: none"> • Im Rahmen EDF (Experimentier- und Digitalfabrik)-Kompetenzzentrum der TUC (FPL) • Unter dem Aspekt Marketing (imagewirksam) • Bilanzierung interner Prozesse jeglicher Art • futureTEX¹⁶ (STFi) 	
Energieeffizienz (Energiemanagement/ Energietechnologien)	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr wichtig • futureTEX¹⁶ (STFi) • E³ -Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion¹⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierungslösungen zur Energieeinsparung
Change Management - Neue Geschäftsmodelle	<ul style="list-style-type: none"> • Wird noch nicht bedient, ist zukünftig aber wichtig • Nicht wichtig im Rahmen einer Bachelor Ausbildung 	
Qualifikations-Upgrading	<ul style="list-style-type: none"> • auf Basisqualifikation aufsetzend • LLL- Lebenslanges Lernen, komplexe Systeme werden künstliche Intelligenz besitzen (Beispiel Mechatronik) • Anforderungen an Facharbeiter steigen 	

¹⁷ <https://www.audi-mynet.de/> Audi mynet ist das mobile Mitarbeiterportal der AUDI AG. Das inhaltliche Angebot von Audi mynet richtet sich nicht an die Öffentlichkeit.

¹⁸ Fraunhofer IWU Chemnitz <http://www.e3-fabrik.de/>

	Forschung	Industrie
Smart Learning (neue Lernformen in der Industrie 4.0)		

Ergänzungen

Die interviewten Industrieunternehmen sehen beim Thema Nachhaltigkeit nur sehr wenige Anknüpfungspunkte zu neuen Anforderungen, die im Zusammenhang mit der Digitalisierung stehen.

Experientier- und Digitalfabrik (https://www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/edf_ziele.php)

Die EDF versteht sich als Repräsentation einer „kompletten Minifabrik“ mit allen wesentlichen Bearbeitungs- und Logistikkomponenten der Stückgutproduktion sowie Komponenten der Planung und Steuerung. Das unmittelbare Wechselspiel zwischen Planung und Betrieb ermöglicht die anwendungsgerechte Entwicklung/Anpassung von Methoden und Werkzeugen für Fabrikplanung und -betrieb sowie die Verhaltensuntersuchung von Fabrik- und Logistikprozessen und -konfigurationen. Forschungsschwerpunkte sind u. a. Wandlungsfähigkeit, Energieeffizienz sowie Identifikations- und Navigationskonzepte.

futureTEX (<http://www.stfi.de/futuretex/projekt-futuretex.html>)

Forschungsschwerpunkte im Projekt mit Bezug zum Thema Digitalisierung sind die Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft, sowie kundenintegrierte flexible Wertschöpfungsketten. Das Projektteam beschäftigt sich im letzteren Schwerpunkt mit der Textilfabrik der Zukunft, mit digitalen Produktionsverfahren, mit Mass Customization sowie neuen Geschäftsmodellen.

E³ -Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion

E³-Produktion heißt: über eine ganzheitliche Betrachtung der Ebenen Prozess, Prozesskette, Fabrik und Fabrikumfeld Synergieeffekte untersuchen und in Lösungen für die Praxis überführen. Neben der Energie- und Ressourceneinsparung gehören hierzu insbesondere Lösungskonzepte für eine Emissionsneutrale Fabrik sowie eine Neubetrachtung der Einbindung des Menschen in die Fertigung.

Tabelle 13: Aussagen zum Technologiemanagement

	Forschung	Industrie
<p>Integration von IT- und Produktionswissen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Digitalisierung Technologie- und Erfahrungswissen <p>Digitalisierung der Technologien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wissensmanagement, Themenfelder welche die TUC mitbestimmt • Überblick über IT / Datenformate und Schnittstellen • Technologische Grundlagen sind wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • Wissen zu Pneumatik notwendig • Engineering-Dienstleistung lebt davon, dass Erfahrungen und Erkenntnisse und (Lösungs-) Methoden gesammelt und innovativ allen weiteren Projekten zur Verfügung gestellt werden. Neue Chancen werden in einer besseren und effektiveren Methodik zum Wissensmanagement gesehen. • Es ist ein Lernen notwendig, um die Kategorien Wert Preis und Gebrauchswert auseinanderzuhalten! • Gestaltungsprinzipien kennen, „Wie gestalte ich den Gebrauchswert?“ • Fertigungstechniken Grundlagenwissen erforderlich! • Komplexes Prozessdenken über Zulieferketten hinaus • Gesamtprozesse betrachten • Produktionsentwicklungsprozesse gestalten • Werte spezifizieren und Sinnhaftigkeit beachten • Überblick über SW-Systeme und ihre Funktionalitäten
<p>Simulation und digitales Prototyping</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechnermodelle • Methoden & Werkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterungsbau Industrie 4.0 – FabrikCave-Abbildung in Planung/Umsetzung im Bereich Forschung-Transfer-Wissensvermittlung • Wird in der Regel vom Konstrukteur heute mit erledigt – früher arbeitsteiliger organisiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualität: neue Ansätze Simulation in 3D • Zukünftige Unterstützung der Inbetriebnahme • Umgang mit Spezialwerkzeugen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kenntnisse in 2D-Layoutplanung mit AutoCAD, in Zukunft 3D (Inventor/CATIA, SIEMENS NX) ○ Materialflusssimulation, (über Bachelor hinaus Fabrikplanung, Wirtschaftsingenieure, Systems Engineering) ○ Materialflussanalyse (Software VISTABLE) • Virtuelle Realität (CAVE, Möglichkeiten der Produktabbildung, Kollisionsuntersuchungen)
<p>3D Druck – 3D Drucker</p>	<ul style="list-style-type: none"> • aufkommende Technologie – nicht für Mittel- oder Serienproduktion • Überbetonung vermeiden – Einordnung als spezielle Rapidtechnologie • Überblick über generative Fertigungsverfahren wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Druck für Rapid-Prototyping • 3D-Laserscannen (bestehende Gebäude und Inhalte erfassen für Bestandsaufnahmen als Planungsgrundlage, Zusammenfügen von Einzelabbildungen zu Gesamtsystem)

	Forschung	Industrie
Digitalisierung der Fertigungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Eher Nutzer von Lösungen • Änderung bestehender Verfahren durch Digitalisierung eher unwahrscheinlich • Was gibt es alles? Einsatzmöglichkeiten, Anwendungsfall jeder Technologie (konventionelle Technologien) • Anfertigen eigener Trendstudien, Strukturierung vornehmen können – welche Vorzugstechnologien kommen zur Anwendung – Ableitung optimaler Technologie für Produktionsaufgabe (Anforderungsdefinition – keine Systembeherrschung bis ins Detail) 	
Instandhaltung 4.0	<ul style="list-style-type: none"> • Extrem wichtig (Projekte S-CPS¹⁹, FMstar²⁰), Infobereitstellung unter Nutzung mobiler Endgeräte Industrie 4.0 – Instandhaltung von morgen • Schub für zustandsorientierte Instandhaltung – wichtig für Serviceketten Smart Maintenance • Augmented Reality, VirtualReality – wird größere Rolle spielen • Weiterentwicklung der zustandsbasierten / vorausschauenden Instandhaltung • „Die twitternde Produktionsmaschine“²¹ • Cyber Physische Systeme, Monitoring, Sensor 	<ul style="list-style-type: none"> • Transparenz im System
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • Planung von Produktionsprozessen (für neues Produkt), Fertigungsprozessgestaltung 	

Ergänzungen

Industrievertreter beschränken mehrheitlich die Betrachtung auf die im eigenen Unternehmen angewendeten Technologien. Aber auch die interviewten Vertreter der Forschung beschränken sich auf einzelne Details. Der Begriff „Technologiemanagement“ wurde von der Mehrheit der Interviewten als nicht günstig bewertet. Die verschiedenen Richtungen der Antworten zeigen dies.

¹⁹ <https://www.tu-chemnitz.de/mb/ArbeitsWiss/s-cps/>, S-CPS Forschungsprojekt „Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme“ (2014-2016)

²⁰ <http://www.fmstar.de/>, BMWi-Projekt: „Facility Management mit Hilfe semantischer Technologien und Augmented Reality“ (2013-2015)

²¹ EU-Projekt iMAIN <http://www.imain-project.eu/> (2012 – 2015)

Eine digitale Unterstützung im Bereich Technologiemanagement mit Hilfe einer umfangreicheren Simulation ist für die Industrie am ehesten vorstellbar. In Forschungsprojekten existieren erste Lösungen für eine Echtzeitsimulation unter Einbeziehung aller Flüsse.

Die Thematik Instandhaltung 4.0 ist den Maschinen- und Anlagenbauern bekannt. Aufgrund der noch nicht vorhandenen Forderung vom Kunden, wird für die Umsetzung noch kein Potenzial gesehen. In diesem Zusammenhang wurde auch bemerkt, dass auch die Kunden der Maschinenbauer keinen Zugang zu den Daten erlauben wollen. Die Argumente sind identisch mit denen der Anlagenhersteller, den Zugriff über das Internet auf die eigene Fertigung nicht zu erlauben.

S-CPS

Das Projekt entwickelt ein sogenanntes Ressourcen-Cockpit, das für die Instandhaltung und Fernwartung relevante Datenströme der Produkte und Produktionsressourcen zusammenführt und dem mobilen Mitarbeiter zur Verfügung stellt. Das Ressourcen-Cockpit erstellt automatisiert und dynamisch eine Übersicht der anstehenden Aufgaben, notwendigen und freien Ressourcen, Maschinenzustände und Termine und ist an verschiedene Nutzerrollen anpassbar (z. B. Instandhalter, Disponent, Entscheider). Ressourcen-Cockpit-Demonstratoren werden für die intelligente Instandhaltung in der Automobilproduktion bzw. Automobilzuliefererindustrie sowie für die effiziente Instandhaltung von Windkraftanlagen pilotiert und validiert.

FMstar „Facility Management mit Hilfe semantischer Technologien und Augmented Reality“

Gegenstand des Projekts ist ein neuartiger Systemansatz für eine systematische Vernetzung von realer und virtueller Welt für komplexe Facility-Management-Prozesse.

iMAIN

Industry 4.0: A Novel Decision Support System for Intelligent Maintenance in Forming Presses

Im EU-Projekt iMAIN arbeiteten Technologen, Industrieanwender, Informatiker und Ingenieure zusammen, um die Systeme zur Instandhaltung von Industriemaschinen auf eine neue technologische Stufe zu stellen. Es wurde der Prototyp eines Systems entwickelt, der es erlaubt, eine Aussage darüber zu treffen, zu welchem Zeitpunkt eine Anlage oder eine Komponente ausfällt. Kernstück der Technologie sind eine neuartige Kombination von realer und virtueller Sensorik sowie eine leistungsstarke Software zur Datenauswertung.

Tabelle 14: Aussagen zum Dienstleistungsmanagement

	Forschung	Industrie
Digitale DL: Remote Services Automatisierung von DL-Prozessen Digitales Gedächtnis		<ul style="list-style-type: none"> • Internationale Webkonferenzen mit Kunden und Partnern • Standardisierung interner Prozesse • Wissensdatenbankaufbau als mögliche Option • Als DL-Erbringer ist eine Vernetzung mit Großkunden realisiert – bei anderen erfolgt manueller Datenaustausch über ERP-System
E-Commerce Online Shop Virtuelle Marktplätze Shopping Apps	<ul style="list-style-type: none"> • Aus Sicht der Produktion für Vertrieb wichtig (Lohnfertiger werden über Netz angefragt, z. T. schon umgesetzt) • B2B, B2C • „Losgröße 1“, kundenorientierte Portale („amazon für die Produktion“) 	<ul style="list-style-type: none"> • CRM für Kundenakquise • Listung/ Austauschplattformen, wenig Resonanz bisher
Online Marketing – Social Media Marketing	<ul style="list-style-type: none"> • Verstehen wie Kunden zu erreichen sind (das ist Handwerkszeug) 	<ul style="list-style-type: none"> • Social Media: Nutzung für Akquise und Kundengewinnung (Präsentation des Unternehmens, Facebook-Account) • Für Erstkontakt wichtig
Effizienter Workflow (SCM) – Vernetzung in der Wertschöpfungskette	<ul style="list-style-type: none"> • In Fabrikorganisation wichtiges Thema (in anderen Strukturen und Informationsaustauschrelationen – horizontale und vertikale Integration) • Innerbetrieblich existent, überbetrieblich noch nicht umgesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> • Eher weniger von Bedeutung • Troubleshooting (Fehlersuche in vernetzten Wertschöpfungsketten erhält eine neue Dimension)
Data-Driven Services (Neue Märkte durch Vernetzung – Supply-Chain-Management)	<ul style="list-style-type: none"> • Wird kommen – wichtig, aber schwierig • Beachtung der Logistikkomponente (intern und extern) 	<ul style="list-style-type: none"> • Über Kunden der Maschinen und Anlagen, als eigenes Geschäftsfeld aktuell eher weniger von Bedeutung
Crowdworking	<ul style="list-style-type: none"> • Für Großindustrie interessant • Idee des individualisierten Produktes in Zusammenhang mit Vertriebswegen 	

Ergänzungen

Die Digitalisierung im Dienstleistungsmanagement ist für die Forschungsseite (bzw. deren interviewte Vertreter) kein Haupthandlungsfeld. Dafür kann es verschiedene Gründe geben, wie z. B. Ausschreibungen für Förderungen, Forschungsfelder der befragten Vertreter oder Aufträge aus der Wirtschaft.

Die Angaben zu den Anforderungen im Bereich Dienstleistungsmanagement aus der Industrie schließen die Bedarfe der Kunden ein. Auch hier ist erkennbar, dass die Industrievertreter eher abwarten, was die Kunden fordern und dies dann auch finanziell honorieren.

E-Commerce Anwendungen sind etabliert und werden genutzt. Die umfassende Einbindung derartiger Lösungen in die eigenen internen Prozesse wird derzeit noch nicht als wünschenswert bewertet. Auch hier sind Sicherheitsbedenken, fehlende Standards und noch nicht geklärte Gesetzmäßigkeiten Hemmnisse.

Tabelle 15: Aussagen zum Arbeitsprozessmanagement

	Forschung	Industrie
Neue Formen der Kooperation - digit. synergetische Koop. ²² - digit. additive Koop. ²³	<ul style="list-style-type: none"> • Haftungsfragen bei umfassenderen Kooperationen stehen dem entgegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Zusammenarbeit in Projekten als Ansatz wird bereits umgesetzt • Komponentenherstellung (Kooperation mit Zulieferern)
Shopfloor (Sicherung des laud. Systembetriebs durch Abstimmungsstunden)	<ul style="list-style-type: none"> • Es werden gravierende Veränderungen im Zusammenhang mit mobilen Endgeräten erwartet • Verweis auf den Produktionsingenieur 	
Human Machine-Interaction - Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen (Virtual Reality; Augmented Reality; Touch Interfaces; Sensitive Robotik)	<ul style="list-style-type: none"> • Wichtiges Thema / Sicherheitsrahmenbedingungen begrenzen z. B. Gestensteuerung • Wird sich ändern • Sicherheit, Ergonomie (Grundverständnis erforderlich als Vermittler zwischen Werker und Umsetzer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eher Forschungsthema - Perspektivischer Ansatz
Humanorientierte Arbeitsgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten des Industrie 4.0 – Umfeldes bewerten • In Deutschland bei großen Unternehmen – ja • Grundlagen sind ausreichend 	<ul style="list-style-type: none"> • Immer Thema – auch im Unternehmen (unabhängig von Digitalisierung!)
Arbeitsorganisatorische Formen durch Digit. der Arbeit (Arbeitsorganisation und Funktionsteilung)	<ul style="list-style-type: none"> • Bezüge zum Audi-Projekt, Betrachtung rechtlicher Rahmenbedingungen wichtig 	
Polarisierung der Qualifikation - Erosion der mittleren Qualif.-ebene - Hochqualifikation Abgewertete Qualifikation	<ul style="list-style-type: none"> • Sozialkritische Aspekte beachten (betrachten was passiert mit Blick auf Verantwortungsübertragung in stärker digitalisierter Produktion) 	

²² Es wird etwas Neues geschaffen, dass durch die Einzelteile nicht möglich wäre z. B. Spezialentwicklungen, oft auch Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

²³ Prozesse oder Abläufe von Kooperationspartnern werden zusammengefasst, um einen optimierenden Effekt zu erzielen z. B. Beschaffungsgemeinschaften

	Forschung	Industrie
Smart Factory (Social Machines, Plug & Produce, Low-Cost-Automation, Virtualisierung)	<ul style="list-style-type: none"> • Mensch geht zunehmend aus Produktion heraus bzw. übernimmt mehr Kontrollfunktionen • Produkte digital abbilden 	<ul style="list-style-type: none"> • Transformation der Daten von Planung in Realisierung wichtig
Neue Arbeitszeit- und -formenmodelle	<ul style="list-style-type: none"> • Modelle umsetzen können und optimieren (aber nicht entwickeln) → kein Anspruch an eine Bachelor Ausbildung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modell mit Kernarbeitszeit wird praktiziert
Smart Operations (Flexible Produktionsplanung und -steuerung)	<ul style="list-style-type: none"> • MES / ERP-Ebene wird sich gravierend verändern • Wichtig unter dem Aspekt der Kleinteiligkeit der Produktion (Zulieferer müssen zunehmend kleinere Losgrößen produzieren, flexibel und optimal gestalten – extrem wichtig) 	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt ein festes Regelwerk für die Projektarbeit (durch Software unterstützt). Zum Teil (organisatorisch) im ERP-System, zum anderen Teil durch eigene Methoden untersetzt. Diese werden in der firmeneigenen Methodenbasis verwaltet.
Sonstiges		<ul style="list-style-type: none"> • Spezielles Fachwissen ist gefragt (branchenspezifische Unterschiede) • Komplexes Denken • Bewertungen durchführen (können) – Rechnen, was es kostet: Monetär und technisch unter Beachtung von Ressourcen und der gesellschaftlichen Entwicklung • Sinnvolle Automatisierungsgrade planen und umsetzen • Ergonomie beachten

Ergänzungen

Während sich die Forschung mit einer Vielzahl an Themen beschäftigt, beschränken sich die interviewten Industrievertreter eher auf die bereits umgesetzten Lösungen. Bei Betrachtung des eingeschätzten Standes der Anwendungsumsetzung aus dem Werkzeugkasten Industrie 4.0 (siehe Anhang 3) ist für den Bereich Produktion bei den Maschinen- und Anlagenbauern erkennbar, dass erst niedrige Stufen erreicht werden. So sind ERP- und PPS-Systeme bereits Standard, die direkte Kommunikation von Maschinen untereinander aber die Ausnahme.

Tabelle 16: Aussagen zum IuK-Management

	Forschung	Industrie
Neue Formen der Kommunikation (Schlüsseltechnologien der Kommunikation; Internet, Intranet, Twitter, Cloud-Plattformen, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Audi-Intranet-Projekt • Internet-, Intranet-Kommunikationsformen sind state of the art, • Gruppenmanagement (SW-Tools für Meetings im Planungsbereich) • Twitter- und Cloud-Plattformen nur innerbetrieblich • Basiswissen ist erforderlich 	
(Gestaltung von) Assistenzsystemen - Visuelle Assistenzsys. - Kognitive Assistenzsys. - Logistische Assistenzsys. Smarte Assistenzsys.	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung von Assistenzsystemen • Überblickswissen (aus Nutzersicht , für seine Prozesse) 	
Cloud Computing	<ul style="list-style-type: none"> • In Zusammenhang mit Echtzeit – Informationsanforderung • Nicht im Sinne einer Firmencloud, Interaktion von Maschinenverbänden zur Prozesssicherung • Funktionsweise und Wirkprinzipien vermitteln 	
Big Data – Vernetzung verfügbarer Informationen (Sammlung bis Nutzung) Analytics & Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> • Inhaltserzeugung • Systemnutzung • Interpretation 	
Crowd-Sourcing (Outsourcing über z.B. Internet)	<ul style="list-style-type: none"> • Eher zurückhaltend • Nicht relevant • Für Investgüterindustrie mit langfristigen Lösungen und Zuverlässigkeitsanforderungen funktionieren OS- oder Crowdlösungen nicht 	
Cyberphysische Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Sind zukünftig relevant • Über Cloudcomputer 	
Mobiles Internet (Surfstick, Tablet, PC, Smartphone, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung mobiler Endgeräte und Schnittstellen • Einsatz mobiler Hardwaresysteme stark zunehmend 	<p>Es werden alle gängigen Kanäle genutzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gut verschlüsselte Firmenzugänge • Smartphone mit Firmenanbindung

	Forschung	Industrie
Robuste Netze (Mobilgeräte, Mobilfunk, Breitband)	<ul style="list-style-type: none"> • Bilden Voraussetzung • Fachbereiche der Elektrotechnik, „haptisches“ Internet – gefühlte Echtzeitfähigkeit einer Mensch-Maschine-Interaktion 	
Intelligente Produkte (Sensoren, Aktoren, M2M)		
IT-Security (Sicherheitsrisiken, Datenschutz, Informationssicherheit)	<ul style="list-style-type: none"> • Auseinandersetzung mit sachlich zu klärenden Dingen • Riesengroßes Thema, Stoff für eigenen Studiengang, Teilaspekt der Informatik bzw. E-Technik • Wesentliches Thema!! Bewegung im System 	<ul style="list-style-type: none"> • Durch eigene Administration gesichert. Reaktion auf IT-Entwicklung ist notwendig • Kenntnisse: Als Querschnittsthema ist IT für alle erforderlich – den Rest erledigen die Spezialisten! • IT-Security: Überblick über Lösungen und Möglichkeiten – Stand der Technik, Kenntnisse der Wege und Möglichkeiten des Austausches und der Sicherheit, Umgang mit Hardware (Laptop, USB-Sticks usw.) und entsprechender Sicherheitsregeln
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> • Schlüsselposition!! Internettechnologie in Kombination mit Produktions-IT 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsaustausch mit IT-Fachkräften ist erforderlich! Sinnhaftigkeit von Datenaufbereitung als ein Beispiel

Ergänzungen

Eine deutliche Differenzierung und Streuung der Anforderungen zeigt sich im Themenfeld zum IuK-Management. Mehrfach wurde in den Interviews der Begriff „IuK-Management“ als nicht eindeutig bewertet (meist in Verbindung bzw. im Vergleich mit dem IT-Begriff). Laut Aussagen von Experten ist IuK-Management sogar falsch.

Die Übersicht der Anforderungen zeigt deutlich, dass die interviewten Industrievertreter sich mit der Thematik der IT-Sicherheit beschäftigen, dies aber auch eher als relevante Aufgabe für IT-Fachkräfte bewerten. Die weiteren Inhalte bzw. Lösungen, vom mobilen Internet abgesehen, wurden nur von der Forschung als relevant bewertet. Aber auch hier ist einschränkend festzustellen, dass es auch dafür Spezialisten bedarf. Eine Querschnittsausbildung kann lediglich eine Basis darstellen. Als wichtig wurde bemerkt, dass Überblickswissen vermittelt wird. Aufgrund der Vielschichtigkeit und der Brisanz der IT-Themen (z. B. IT-Sicherheit, Datensicherheit etc.) erwarten die interviewten Personen keine Spezialkenntnisse.

Zusammenfassung

- Digitalisierung wird von Seiten der Forschung anders bewertet, als dies die Industrievertreter tun. Dies ist erwartungskonform und spiegelt die Ergebnisse der Recherchen wider.
- Die interviewten Vertreter der regionalen Industrie sehen momentan noch keinen akuten Handlungsbedarf, sich intensiv mit den Anforderungen der Digitalisierung zu beschäftigen und diese im Unternehmen umzusetzen.
- Dienstleister im Engineering Bereich oder im IT-Bereich sind anders aufgestellt, Digitalisierung gehört dort zum Geschäft.
- In den Interviews wurde immer wieder darauf verwiesen, dass die Kunden im Maschinen und Anlagenbau bestimmen, welche Funktionalitäten die Produkte aufweisen müssen. Die Erweiterung der Funktionen, wie dies mit produktbezogenen Digitalisierungslösungen möglich wäre, honoriert der Kunde und der Markt (noch) nicht. Die Orientierung, derartige Lösungen zukünftig umzusetzen, ist vorhanden, wird aber mit einer Vielzahl von Hemmnissen bewertet.
- Die Thematik der IT-Sicherheit steht an erster Stelle bei allen Industrievertretern. Die Vorbehalte und Ängste, dass Unbefugte Zugriff auf Daten erlangen könnten, dass dadurch in die Prozesse eingegriffen werden könnte, verstärkt bei Maschinen- und Anlagenbauern die Abwehrhaltung zum zukünftigen Einsatz von Digitalisierungslösungen. Ebenfalls als noch nicht geklärt werden die Rahmenbedingungen genannt. Eine Vielzahl von Gesetzen, Richtlinien und Standards müssen noch angepasst werden.
- Eine Bereitschaft zur Umsetzung von Digitalisierungslösungen besteht bei den regionalen Unternehmen vorrangig auf der Ebene Shopfloor (siehe Abbildung 2). Die interne Vernetzung innerhalb des Unternehmens ist kein neues Thema, welches im Zusammenhang mit der Digitalisierung begonnen wird. Derartige Systeme (ERP, PPS etc.) in unterschiedlichen Ausprägungen sind bereits Standard, Daten werden erfasst, ausgewertet und für die interne Steuerung verarbeitet (MES und ERP-Ebenen). Ausgewählte Informationen werden ebenfalls bereits heute dem Kunden aktiv zur Verfügung gestellt.
- Bessere Unterstützung durch Digitalisierungslösungen erwarten die Unternehmen für Aufgaben, die entweder mit einem hohen Gefahrenpotenzial verbunden sind oder die Ressourcen verbrauchen. Als Beispiele werden die Unterstützung für die Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen genannt, aber auch für neue Möglichkeiten der Simulation (Zusammenarbeit Roboter und Mensch) sind Potenziale vorhanden.
- Die Gruppe der Forscher bewertet die Chancen und Möglichkeiten, die sich im Zusammenhang mit der Digitalisierung eröffnen, erwartungsgemäß positiver. In geförderten Projekten, wie auch im Auftrag der Industrie, steht der Anspruch, innovative Lösungen zu erarbeiten und pilothaft umzusetzen.
- Die von den interviewten Vertretern der Forschung genannten Inhalte der Projekte werden, wie angegeben mit Partnern aus der Industrie umgesetzt. Unter den im Interview genannten Industriepartnern befinden sich nur vereinzelt Unternehmen aus der Region. Die Bemühungen, diese Unternehmen in die Erhebung einzubeziehen, waren nicht erfolgreich. Industrieunternehmen, die sich bereits aktiv mit der Thematik Digitalisierung beschäftigen und dies im eigenen Unternehmen vorantreiben oder bereits umsetzen, sind eher groß und international aufgestellt.

- Im Gegensatz zu den regionalen Industrieunternehmen, arbeiten sowohl die Engineering-Dienstleister, als auch die IT-Dienstleister aktiv an Digitalisierungslösungen und deren Umsetzung.
- Es ist den Industrievertretern sehr schwer gefallen konkrete Anforderungen aufgrund der zu erwartenden Digitalisierung zu benennen, die in Qualifizierungsinhalte umgesetzt werden können.
- Beide Gruppen sehen Grenzen, die ein Absolvent des Bachelor of Engineering Industrial Management inhaltlich umsetzen kann. Für die Ausbildung wird empfohlen, sich auf Grundlagen zu konzentrieren und diese praxisorientiert zu vermitteln. Als sinnvolle Ergänzungen wird die Vermittlung von Methodenkenntnissen genannt. Mehrfach wurde angemerkt, dass allein die neuen Anforderungen, die von Seiten der IT gestellt werden und zu integrieren sind, eine spezielle Ausbildung erfordern. Für die Fachvertiefungen laut Flyer besteht bei den interviewten Maschinen- und Anlagenbauern aktuell kein Bedarf, zumindest haben das die Interviewpartner so angegeben.

3.2 Synthese Sekundäranalyse und Experteninterviews

Die Ergebnisse der Sekundäranalyse finden sich in den Experteninterviews wieder.

Tabelle 17: Zuordnung der Interviewergebnisse zu den Anforderungen

	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologie-management	Dienstleistungsmanagement	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management	
Technische Anforderungen	<p>Cyber Physische Systeme</p> <p>Smart Factory: digitale Produktabbildung, Datentransformation von Planung in Realisierung</p> <p>Robotersysteme Doppelarmrobotersystem mit virtuellen Schutzräumen</p> <p>Prozesse:</p> <p>Logistik 4.0 Logistikprozesse Logistikprozesse zur automatisierten Fertigung Logistikanforderungen betriebsintern und extern Intralogistik Logistische Verknüpfungen</p> <p>Digitalisierung der Technologien</p> <p>Virtuelle Inbetriebnahme</p> <p>Supply Chain Management:</p>	<p>Ganzheitliches Engineering</p> <p>Produktnachverfolgung wird bereits realisiert, neue Stufe wird möglich mit neuen Daten</p> <p>RFID (Nachverfolgung, Teile identifizieren)</p> <p>Rohstoffeffizienz</p> <p>Energiemanagement</p> <p>Social Media: mobiles Mitarbeiterportal</p> <p>Share Economy: für Konsum relevant</p>	<p>Digitalisierung der Technologien</p> <p>Cyber Physische Systeme</p> <p>Integration von IT- und Produktionswissen</p> <p>Wissensmanagement</p> <p>Planung von Produktionsprozessen</p> <p>Fertigungsprozessgestaltung</p> <p>Technologische Grundlagen</p> <p>Kenntnisse zu Fertigungsverfahren (neue Technologien und traditionelle)</p> <p>Instandhaltungsmanagement</p> <p>Rapid-Prototyping</p> <p>Prozess-Knowhow</p> <p>Simulation und digitales Prototyping</p> <p>Digitalisierung der Fertigungsverfahren: Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsfälle</p> <p>Simulation - Simulation</p>	<p>Digitale Dienstleistungen</p> <p>Standardisierung interner Prozesse</p> <p>Wissensdatenbanken</p> <p>Nutzung von Agentensystemen, semantische Ontologien</p> <p>Wissensmanagement</p> <p>E-Commerce: B2B und B2C – Marktplätze für Lohnfertiger</p> <p>eCommerce/Online-Marketing</p> <p>CRM für Kundenakquise</p> <p>Data-Driven-Service: potenzialreich aber herausfordernd</p>	<p>Digitale Dienstleistungen</p> <p>Standardisierung interner Prozesse</p> <p>Wissensdatenbanken</p> <p>Nutzung von Agentensystemen, semantische Ontologien</p> <p>Wissensmanagement</p> <p>E-Commerce: B2B und B2C – Marktplätze für Lohnfertiger</p> <p>eCommerce/Online-Marketing</p> <p>CRM für Kundenakquise</p> <p>Data-Driven-Service: potenzialreich aber herausfordernd</p>	<p>Neue Kooperationsformen: Klärung Haftungsfragen, Komponentenherstellung - Zuliefererkooperation</p> <p>Gesetzhchkeiten</p> <p>Qualifikations-Upgrading: LLL-komplexe Systeme (Mechatronik) mit künstlicher Intelligenz</p> <p>In-Situ-Schulung</p> <p>Crowdworking: für Großindustrie interessant</p> <p>Arbeitszeitmodelle</p>	<p>IT-Grundlagenwissen</p> <p>digital literacy</p> <p>IT-Sicherheit/ Datensicherheit</p> <p>Cloud-Architekturen</p> <p>Cloud Computing</p> <p>Künstliche Intelligenz</p> <p>User-Support/Service Technik</p> <p>Umgang mit spezifischen IT-Systemen</p> <p>Netzwerk-/Datenbank-administration</p> <p>IT-Architekturen</p> <p>Datenschutz</p> <p>personen-/kontextgerechte Datenverarbeitung</p> <p>Big Data: Inhaltserzeugung, Systemnutzung, Interpretation</p> <p>Data-lake</p> <p>Internet der Dienste</p> <p>Internet der Dinge</p> <p>Cyber Physische</p>

	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologie-management	Dienstleistungsmanagement	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management
	<p>innerbetrieblich Standard, überbetrieblich noch nicht umgesetzt</p> <p>Materialflussanalyse</p> <p>Nutzung von Agentensystemen, semantische Ontologien</p> <p>Mensch-Maschine-Interaktion</p> <p>Systemkomplexität</p>		<p>in 3D</p> <p>Virtuelle Inbetriebnahme</p> <p>Überblick über Softwaresysteme und Funktionalitäten</p> <p>Logistikanforderungen betriebsintern und extern</p> <p>Virtual Reality</p> <p>Augmented- (AR) und Virtual Reality (VR)</p>			<p>Systeme</p> <p>Data Crawling</p> <p>Software:</p> <p>Softwaretools für Planung</p> <p>Software für Tests</p> <p>Softwaresysteme und Funktionalitäten</p> <p>Simulation</p> <p>Systemstabilität</p> <p>Predictive Applications</p> <p>Semantische Ontologien</p> <p>Mensch-Maschine-Interaktion</p> <p>Intelligente Objekte</p> <p>Augmented- (AR) und Virtual Reality (VR)</p> <p>Human Machine Interface</p> <p>Sicherheitsrahmenbedingungen begrenzen Umsetzung- ggf. eher Forschungsthema - wird sich ändern</p> <p>Prozessautomation I4.0: Internet ist nicht</p>

	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologie-management	Dienstleistungsmanagement	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management
						produktionsstandardkonform Nutzung mobiler Endgeräte und Programmierung der Schnittstellen Mobiles Internet: Einsatz mobiler Systeme stark zunehmend
Fachlich methodische Anforderungen	Usability für die Anwender/Rollen Projektmanagement Virtuelle Inbetriebnahme Wissen aufbereiten und vermitteln Planung von Produktionsprozessen Fertigungsprozessgestaltung Prozessmanagement Kundenintegrierte flexible Wertschöpfungsketten (vernetzte Produktion, resiliente Fabrik, intelligente Instandhaltung, selbstorganisierende Logistik) Kenntnisse zu Produkt-		Gestaltungsprinzipien Einzelprozesse und Verknüpfungen Kategorien Wert-Preis-Gebrauchswert Formate kennen, Systeme verstehen, Funktionskomplexe neu durchdenken Anfertigen von Trendstudien mit Strukturierung ,Anforderungsdefinition, Auswahl Vorzugstechnologien – optimaler Technologie für Produktionsaufgabe	Kundenbeziehungsmanagement Dienstleistungsorientierung Innovationsprozesse	Koordination von Arbeitsabläufen	Datenauswertung und -analyse IT-Geschäftsanalysen IT- und Datenschutzrechte (noch nicht geklärt!)

	Produktionsmanagement	Nachhaltigkeitsmanagement	Technologie-management	Dienstleistungsmanagement	Arbeitsprozessmanagement	IuK-Management
	strukturierung, Wirkungsweisen, Klassifizierung, Systematik					
Sozial-kommunikative Anforderungen	Fähigkeit zum Austausch mit Maschinen Neue Formen der Kommunikation (über Unternehmensgrenzen hinweg, Kommunikation Fachspezialisten mit Nicht-Fachspezialisten) Kommunikation mit Maschinen Neue Führungskompetenzen Sozial-/Kommunikationskompetenz Cloud Computing: Funktionsweise und Wirkprinzipien vermitteln					
Personale Anforderungen	Flexibilität (zeitlich, räumlich, inhaltlich)					
Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen	Wissen aufbereiten und vermitteln Komplexes Prozessdenken Interdisziplinäres Denken und Handeln Beherrschung komplexer Arbeitsinhalte Problemlösungs- und Optimierungskompetenz Eigenverantwortliche Entscheidungen Handeln mit mehr Übersicht					
Kognitive Anforderungen	Lernbereitschaft Aufgeschlossen gegenüber Neuem Entscheidungen treffen (vorausschauende Entscheidungen aus automatisierten Vorlagen)					

3.3 Ergänzende Studien und Projekte

Das Thema Industrie 4.0 wird inzwischen von vielen Akteuren aufgegriffen. Bundesweite Netzwerke sind aktiv, veröffentlichen weitere Studien und Ergebnisse von Erhebungen. Im Folgenden werden im Erstellungsverlauf der Studie veröffentlichte ausgewählte Studien, Projekte und Portale benannt:

- **Smart Service Welt: Digitale Serviceplattformen – Praxiserfahrungen aus der Industrie** acatech 2016
<http://www.acatech.de/de/aktuelles-presse/presseinformationen-news/news-detail/artikel/der-wettkampf-um-die-daten-deutschland-muss-bei-digitalen-marktplaetzen-aufholen.html>
- Projekt der acatech: **Digitale Serviceplattformen – Erfolgskriterien für die Smart Service Welt** (Laufzeit 11/2015 bis 07/2017)
<http://www.acatech.de/dig-serviceplattformen>
- Projekt der acatech: **Industrie 4.0 Maturity Index** (Laufzeit 04/2016 bis 04/2017)
<http://www.acatech.de/de/projekte/projekte/industrie-40-maturity-index.html>
- Projekt der acatech: **Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0** (Laufzeit 06/2015 bis 05/2016)
<http://www.acatech.de/de/projekte/projekte/kompetenzentwicklungsstudie-industrie-40.html>
- **Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen** acatech 2016
<http://www.acatech.de/de/publikationen/stellungnahmen/kooperationen/detail/artikel/kompetenzentwicklungsstudie-industrie-40-erste-ergebnisse-und-schlussfolgerungen.html>
- Projekt der acatech: **Industrie 4.0 Maturity Index** (Laufzeit 04/2016 bis 04/2017)
<http://www.acatech.de/?id=2804>
- Neues Vorhaben des SMWA
 Befragung zum Thema **Wie digital sind sächsische Betriebe?**
 Wirtschaftsministerium startet landesweite Unternehmensbefragung zum „Digitalisierungsindex“
 Medieninformation des SMWA vom 26.04.2016
<http://www.medien-service.sachsen.de/medien/news/203379>
- **Mittelstand Digital des BMWi - Industrie 4.0**
<http://www.mittelstand-digital.de/DE/Wissenspool/industrie-4-0.html>
- **Infoportal Industrie 4.0 für den Mittelstand** des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; agiplan GmbH
<http://industrie-40-mittelstand.agiplan.de/agiplan-industrie/?page=home>
- Quick-Check **Industrie 4.0 für den Mittelstand** des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; agiplan GmbH
<http://industrie-40-mittelstand.agiplan.de/agiplan-industrie/?page=quickcheck>

Eine Grafik aus der Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“²⁴ für das BMAS vom Februar 2016 macht deutlich, welche Entwicklungen in den kommenden 20 Jahren zu erwarten sind und wie komplex das Thema sein wird.

²⁴ Forschungsbericht 463; Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“ (2016), Institut für Innovation und Technik

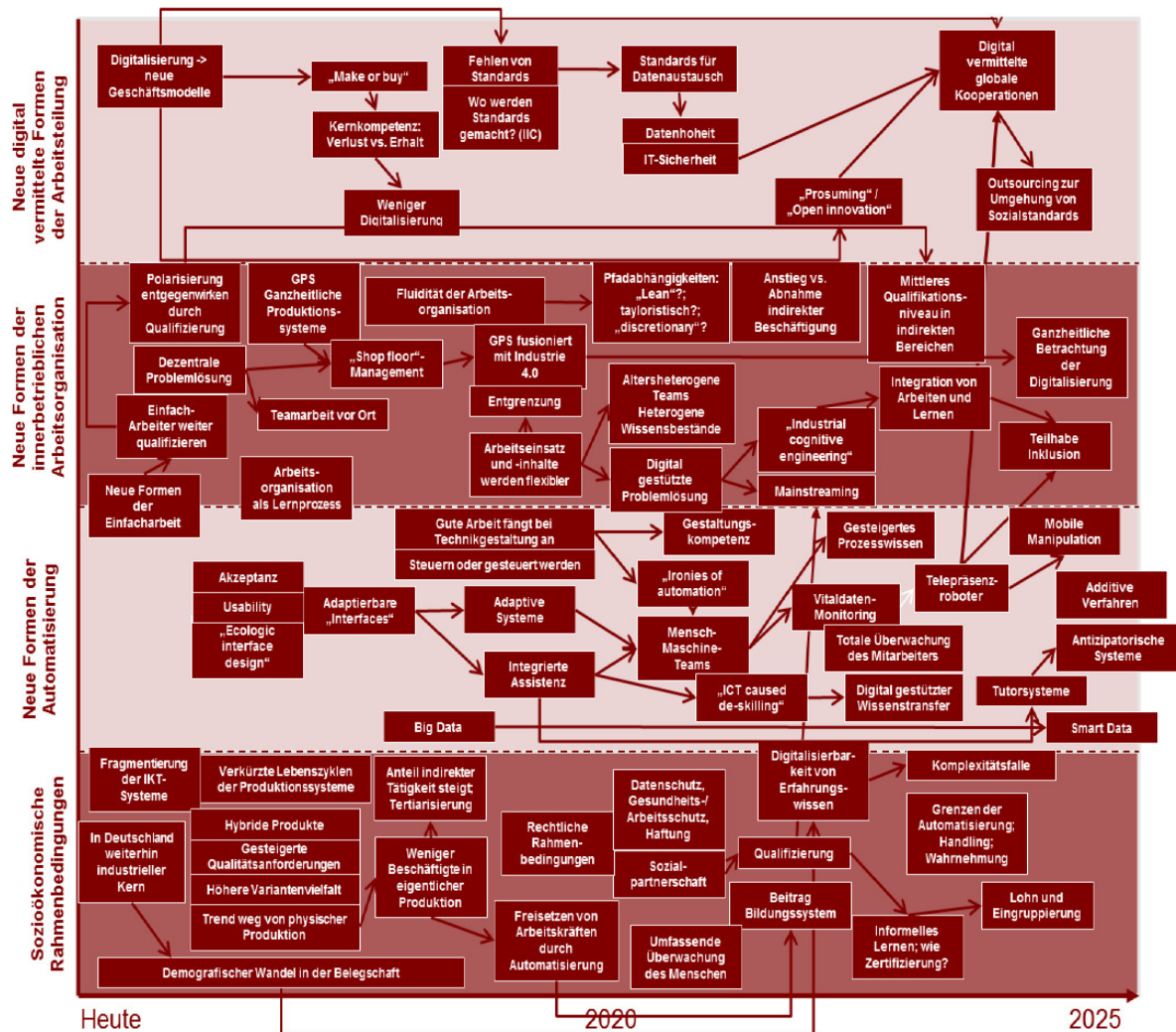


Abbildung 4: zukünftigen Entwicklung der Produktion und industriellen Fertigung im Kontext digitaler Arbeit

4 Ansätze, Lösungen und spezifische Erfahrungen zum erfolgreichen Einsatz von Ingenieurinnen (MINT-Abschlüsse)

Im Rahmen der Leistungsbausteine „Schaffung tragfähiger Strukturen zur Bildung eines Netzwerkes von Unternehmen bei der Entwicklung der Studienplattform ‚Open Engineering‘ - Konzeptionierung erster Elemente der Studiengangplattform“ erfolgte eine Untersuchung zu Ansätzen, Lösungen und spezifischen Erfahrungen zum erfolgreichen Einsatz von Ingenieurinnen (MINT-Abschlüsse) und zur Erörterung folgender Fragestellungen:

1. Wie kann es gelingen, Studienabbrüche bei Frauen zu vermeiden?
2. Welche neuen Chancen und Möglichkeiten eröffnet Digitalisierung?
3. Wie werden diese bereits umgesetzt?
4. Ist praxisintegriertes Lernen (PIL) eine Chance für Frauen, das Studium in MINT Fächern „durchzuhalten“?

Dazu wurde eine Sekundäranalyse, ergänzt durch ein Experteninterview durchgeführt.

Steigender Bedarf an Ingenieuren und Ingenieurinnen

Aufgrund aktueller Debatten zu den Themen demografischer Wandel und Fachkräftemangel im technischen Bereich erlangt das Thema „Frau im Ingenieurberuf“ eine neue Bedeutung.²⁵

Es gelingt den Ingenieurwissenschaften noch nicht, sich als attraktive Studien- und Berufsfelder für Frauen zu etablieren. Ursächlich dafür sind nach der Studie „Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 2009“ die „individual basierte“ und „strukturell abgeleitete“ Technikabstinenz bei jungen Frauen.²⁶ Unter individual basierter Technikabstinenz wird verstanden, dass technisch interessierte Frauen durch das Vorurteil „Frauen und Technik“ vom Studium abgehalten werden. Die strukturell abgeleitete Technikabstinenz zeigt, dass Frauen in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen oft der Bezug zum Alltag fehlt.²⁷ Frauen streben vorwiegend Kombinationsstudiengänge aus Ingenieurwissenschaften und anderen Fachbereichen wie Gesundheit, Wirtschaft oder Biologie an.²⁸

Die Motivation besteht daher darin, ein interdisziplinäres Studium mit Praxisbezug zu entwickeln, um Fachkräfte im Ingenieurbereich zu sichern. Hierfür wird im Rahmen des Projektes Open Engineering der interdisziplinäre Bachelorstudiengang Industrial Management entwickelt. Open Engineering ist ein Verbundprojekt der Hochschule Mittweida und der Technischen Universität Chemnitz.²⁹

Auf Grundlage bisher veröffentlichter Studien, Vorträge und Zeitungsartikel zu den Themen „Genderaspekte in der MINT³⁰ Lehre“ und „Frauen im MINT Bereich“ sowie der Expertenbefragung mit Frau Dr. Bettina Jansen-Schulz sollen Handlungsempfehlungen für den Bachelorstudiengang Industrial Management abgeleitet werden, die für die genderspezifische Entwicklung des Studiengangs relevant sind.

Gewinnung von Frauen für ein MINT Studium

Um Frauen zum Abschluss eines MINT-Studiums zu motivieren, gilt es nicht nur Studienabbrüche zu vermeiden, sondern auch, Frauen überhaupt für ein MINT-Studium zu gewinnen. Im MINT Nachwuchsbarometer 2014 zeigte sich, dass nur 7 Prozent der jungen

²⁵ Ihsen & Ducki, 2012

²⁶ Ihsen & Ducki, 2012, S.13

²⁷ Ihsen & Ducki, 2012

²⁸ Schneider, 2015

²⁹ Hochschule Mittweida, 2015

³⁰ *Unter MINT werden die Bereiche Mathematik, Ingenieurwesen, Naturwissenschaften und Technik zusammengefasst.*

Frauen mit sehr guten Mathematiknoten ein ingenieurwissenschaftliches Studium aufnehmen, während dies 30 Prozent der jungen Männer taten.³¹

Durch eine größere Transparenz und Schaffung eines breiten Studienangebotes sollen Frauen vermehrt für MINT Studiengänge gewonnen werden.³² Da Frauen gerne Studiengänge wählen, die eine Kombination aus Ingenieurwissenschaften mit anderen Disziplinen wie Wirtschaft, Biologie oder Gesundheit darstellen, muss eine Kontextbezogenheit, d. h. der Sinn und Nutzen der Technik muss sichtbar sein, vorhanden sein.³³ Als Beispiele sind die deutschen Hochschulstudiengänge Biotechnologie (Frauenanteil bei 53% im Wintersemester 2013/2014), Gesundheitstechnik (42%), Chemieingenieurwesen (36%) und Verfahrenstechnik (35%) aufzuführen. Der Frauenanteil in den deutschen Hochschulstudiengängen Maschinenbau (Frauenanteil im Wintersemester 2013/2014: 10%), Fahrzeugtechnik (6%), Elektrotechnik, (10%) Mechatronik (7%) und Luft- und Raumfahrttechnik (11%) fällt dagegen gering aus.³⁴ Damit mehr Frauen für ein MINT-Studium begeistert werden können, sollten soziale wie kulturelle Dimensionen als auch die lebensweltlichen Bezüge der Natur- und Technikwissenschaft erfahrbarer gemacht werden.³⁵ Entsprechend sollten auch für den Bachelorstudiengang Industrial Management die Möglichkeiten geprüft werden, wie Inhalte erfahrbar gemacht werden können.

Frauen sollten gezielt von Hochschulen angesprochen werden. Erfahrungen aus dem Bereich der Berufsorientierung zeigen, dass es sich empfiehlt, die Medien- und Raumgestaltung der Hochschulen gendergerecht auszurichten. Konkret sollten in Infomaterialien beide Geschlechter abgebildet und klassische Stereotypen vermieden werden. Bei der visuellen Gestaltung von Informationspostern und Bildern sollten sowohl Männer als auch Frauen in rollenuntypischen Berufen dargestellt werden.³⁶

Ein Anwendungserprobung und –bezug sind wichtig, um Frauen an das Studium bzw. an den Beruf zu binden.³⁷ Die Kombination aus Theorie und Praxis sollte an Hochschulen weiter ausgebaut werden. Bei der Entwicklung von MINT Studiengängen empfiehlt es sich, den Praxisbezug durch Praktika oder praxisintegriertes Lernen mit externen Unternehmen zu fördern. Weiterhin sollten Informationen über den Arbeitsmarkt und die Berufsperspektiven frühzeitig an die Studierenden vermittelt werden. Besonders hierbei bietet sich an, den vielfältigen Arbeitsbereich als Ingenieurin (vgl. Abbildung 5) hervorzuheben.³⁸

³¹ Acatech und Körber-Stiftung, 2014

³² Jansen-Schulz, 2015

³³ Schneider, 2015

³⁴ Schneider, 2015

³⁵ Acatech und Körber-Stiftung, 2014

³⁶ BMBF, 2014

³⁷ Jansen-Schulz, 2015

³⁸ Kerst, 2007

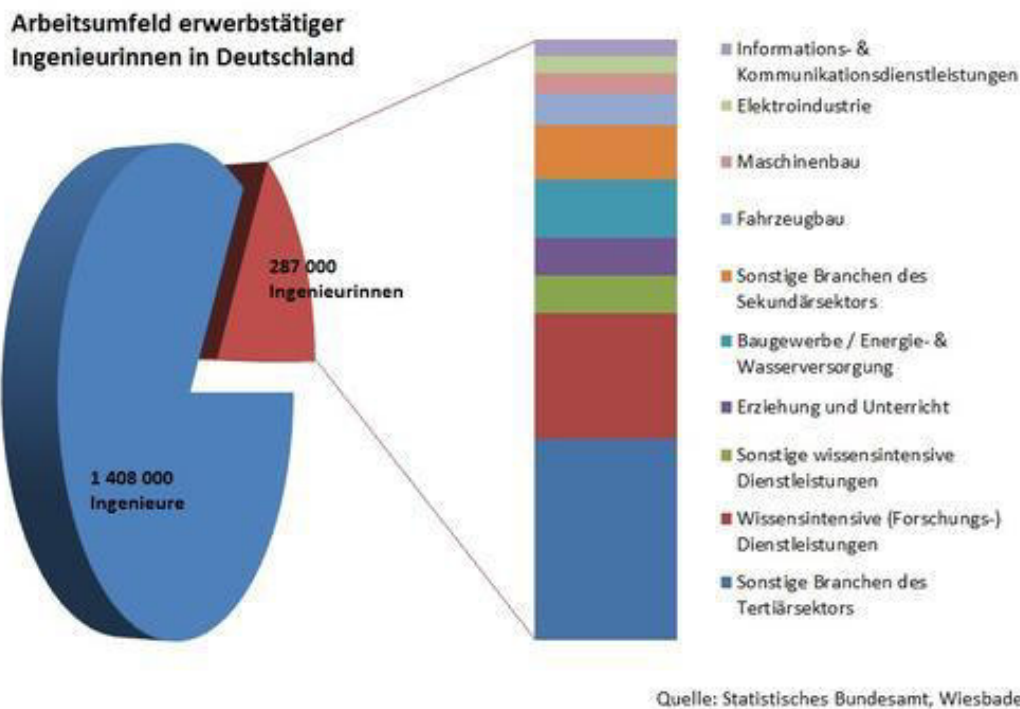


Abbildung 5: Arbeitsumfeld erwerbstätiger Frauen³⁹

Geeignete und förderliche Gestaltungsansätze bei der Entwicklung von Studienangeboten für Frauen

Um Frauen für MINT Studiengänge zu gewinnen, sollen deren Lebensbedingungen besser berücksichtigt werden. Bei Frauen mit Kindern wird der Familienorientierung und Flexibilität während des Studiums ein hoher Stellenwert beigemessen. Flexible Arbeits- und Studienzeiten wie beispielsweise Teilzeitstudium, Online-Kurse, Blended Learning Angebote oder die Möglichkeit einer Kinderbetreuung bieten eine verbesserte Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Zudem empfiehlt es sich, dass Hochschulen über Aufstiegs- und Weiterbildungsmöglichkeiten speziell für Frauen informieren. Frauen müssen hierbei separat angesprochen werden.⁴⁰

Ein weiterer Ansatzpunkt ist, dass neben den Studierenden auch den Lehrenden die Möglichkeit geschaffen wird, an Weiterbildungsangeboten und Selbstlernmodulen zum Thema „Förderung von Genderkompetenz“ teilzunehmen.⁴¹ Dadurch können die Lehrenden für Genderthemen sensibilisiert und zu einem genderkompetenten Handeln motiviert werden.

Eine gendersensible Sprache schafft „ein einheitliches Bild nach außen und Identifikation nach innen“⁴². Genderspezifische Formulierungen sprechen Männer und Frauen gleichermaßen an. Durch die Sprache können die Veränderungen vom Bild des technischen Berufes sprachlich umgesetzt werden. Zusammengesetzte Wörter wie z. B. Ingenieurkammer werden nicht verändert, da es sich um einen Eigennamen handelt. Eine Ausnahme liegt bei Headlines vor. In diesem Fall kann die Paarformulierung (z. B. Ingenieure und Ingenieurinnen) aus Gründen der besseren Lesbarkeit weggelassen werden. Die gendersensible Sprache soll auch in der Lehre angewandt werden.

³⁹ Schneider, 2015

⁴⁰ Jansen-Schulz, 2015

⁴¹ Augustin, 2013

⁴² Ihsen & Ducki, 2012, S.62

Es empfiehlt sich folgende Formulierungen anzuwenden:

Tabelle 18: Beispiele für geschlechtsneutrale Formulierungen⁴³

Alte Formulierung	Bessere Formulierung
IngenieurInnen, Ingenieur(Innen)	Ingenieurinnen und Ingenieure (Fließtext) oder Ingenieur / Innen (Folie)
Studenten	Studierende
Teilnehmerliste	Teilnahmeliste
Fachmann	Fachkraft, Fachkräfte
Experten	Expertinnen und Experten
Doktoranden	Doktorandinnen und Doktoranden, Promovierende
Dozent	Lehrbeauftragte
Entwickler	Entwicklungssteams
Nutzer	Nutzer und Nutzerinnen, Nutzergruppen, Zielgruppe

Förderung von Frauen

Es empfiehlt sich, anfangs zielgruppenhomogene Lerngruppen (Frauengruppen) in den Studiengängen zu bilden, bzw. existieren eigens Frauenstudiengänge wie der Internationale Frauenstudiengang Informatik der Hochschule Bremen.⁴⁴ In monoedukativen Lerngruppen erfahren Studentinnen ein motivierendes Lernklima ohne männliche Rollenzuschreibungen. Hierbei wird speziell auf die Bedürfnisse der Zielgruppe eingegangen. Andererseits wird dagegen argumentiert, dass eine Zusammenarbeit in gemischten Gruppen mit Männern und Frauen passgenauer und origineller sei.⁴⁵

Zudem empfiehlt es sich, Mentoring Programme in das Studium zu integrieren, um Ansprechpartner für die Studierenden zu etablieren, an die sich die Studierenden bei Fragen und Problemen wenden können.⁴⁶ Diesbezüglich zeigen Erfahrungen aus einem Mentoring Programm für Frauen an Fachhochschulen und Hochschulen in Bayern, dass durch Begleitung die Abbruchzahlen verringert werden konnten, wenn gleich ein Abbruch nicht in jedem Fall vermieden wurde.⁴⁷ Plattformen für Studierende können aufgebaut werden, um sie in ihrer beruflichen Einstiegsphase zu unterstützen.⁴⁸

Praxisbezug

Im praxisintegrierenden Studium verbringen die Studierenden insbesondere in der vorlesungsfreien Zeit einen gewissen Zeitraum im Unternehmen. Dies ergänzt das Hochschulstudium durch zusätzliche Praxis.

⁴³ Ihsen & Ducki, 2012, S.62f.

⁴⁴ Kuntz-Brunner, 2012

⁴⁵ Ihsen & Ducki, 2012

⁴⁶ Kerst, 2007

⁴⁷ Gensch & Kliegl, 2011

⁴⁸ Ihsen & Ducki, 2012

Nach Jansen-Schulz (2015) sollen Unternehmen ein Zeichen setzen und bewusst Frauen ansprechen.⁴⁹ Die Ansprache kann durch authentische Bilder des Unternehmens, Role-Models, Anzeigen (z. B. Zeitung) oder über regionale Kooperationspartner (z. B. Schulen, Agentur für Arbeit, Hochschule) erfolgen.

Die Hochschule Osnabrück entwickelte in Kooperation mit Unternehmen aus der Region dazu das Projekt „MINT-Technikum“, um Schulabsolventinnen für ein technisches Studium zu motivieren. Durch ein Betriebspraktikum, Schnupperstudium und eine adäquate Studienvorbereitung sollen Selbstbewusstsein für Technik und Studium vermittelt, erste praktische Erfahrungen gesammelt und Netzwerke für das Studium aufgebaut werden.⁵⁰

Besonders hierbei werden Vorbilder im Technikbereich genutzt, um Frauen für technische Berufe zu begeistern. Es werden Vorbilder im Alltag benötigt, die einen Bezug zur Technik herstellen.⁵¹ Biografien von Role-Models sollen junge Frauen für ein MINT Studium motivieren.⁵²

Diesbezüglich ist mit Blick auf das Vorhaben Open Engineering die Frage zu beantworten, ob praxisintegriertes Lernen (PIL) eine Chance für Frauen ist, das Studium in MINT Fächern „durchzuhalten“? Für viele Frauen ist ein ganzheitlicher Ansatz ausschlaggebend für die Wahl des Studiums. Desweiteren wurden bereits in Kapitel drei aufgezeigt, dass es insbesondere für Frauen wichtig ist, einen lebensweltlichen Bezug zum Technikbereich zu haben. Die Integration von praktischen Modulen und interdisziplinärer Zusammenarbeit ist hierbei also hilfreich.⁵³

Mögliche Chancen durch Digitalisierung von Wirtschaft und Hochschule

In der Wirtschaft hat die Digitalisierung bereits Einzug gehalten und wird derzeit stark vorangetrieben. Diese digitale Transformation der Wirtschaft wird unter dem Begriff der Industrie 4.0 subsumiert. Mit Blick auf die Hochschulen hingegen zeigt sich, dass die Digitalisierung von Lehre und Forschung noch weitreichende Potentiale aufweist. E-Learning wird bereits in Hochschulen praktiziert, ist aber vielmals von dem jeweiligen Dozenten/ der jeweiligen Dozentin abgängig. Insbesondere mit Blick auf die Verwaltung von Kursen, Noten und auch der Bereitstellung von Skripten etc. werden Onlineplattformen genutzt. Dabei wird aber das Potential, dass die Digitalisierung bietet, nicht voll umfänglich genutzt.⁵⁴

Zum einen bietet die Digitalisierung den Hochschulen die Möglichkeiten zu neuen Lernformaten wie SPOCS oder MOCS.⁵⁵ Weiterhin bieten digitale Lernformate den Studierenden die Möglichkeit, sich orts- und zeitunabhängig den Lernstoff anzueignen.⁵⁶ Dies bietet Studierenden mit familiärer Verantwortung die Möglichkeit, trotzdem zu studieren. Durch digitale Lernformate ist es zudem besser möglich, Lernen zu individualisieren und Studierende entsprechend ihrer Begabungen bzw. Defizite zu fördern.⁵⁷ Ebenfalls kann durch den Einsatz von spielerischen Elementen im E-Learning (Serious Games) Lernen und die Motivation durch „just-in-time“ lernen befördert werden.⁵⁸

⁴⁹ Jansen-Schulz, 2015

⁵⁰ Ollermann & Turner, 2011

⁵¹ Schenz, 2012

⁵² Ihsen & Ducki, 2012

⁵³ Jansen-Schulz, 2015

⁵⁴ Scheer, 2015

⁵⁵ Small Private Online Course (SPOC); Massive Open Online Course (MOOC)

⁵⁶ Scheer, 2015

⁵⁷ Scheer, 2015

⁵⁸ Scheer, 2015

Inwiefern diese neuen Möglichkeiten durch Digitalisierung auf Frauen im MINT-Studium einen Einfluss haben, muss gegenwärtig noch offen bleiben. Zur Digitalisierung-Genderthematik sind keine neueren Forschungen bekannt. Im Allgemeinen sollen keine Berührungängste im Umgang mit Technik entstehen, dies kann auch auf das digitale Lernen übertragen werden. Wichtig ist, die unterschiedlichen Lernarten (z. B. Online Kurse) zu fördern. Weiterhin soll durch die Inhalte der digitalen Wirtschaft ein Anwendungsbezug hergestellt werden.⁵⁹

Fazit

Ziel dieses Kapitels war es, überblicksartig darzustellen, wie es gelingen könnte, Studienabbrüche im MINT-Bereich bei Frauen zu vermeiden. Es zeigte sich, dass es verschiedene Ansätze gibt z. B. Mentoring Programme, Praxisbezug oder eine gendersensible Ansprache, um Frauen zunächst überhaupt für ein Studium zu gewinnen und sie anschließend auf dem Weg zu Abschluss zu begleiten. Abbrüche lassen sich nicht endgültig vermeiden, aber dennoch ihre Anzahl vermindern.

Mit Blick auf die Chancen und Möglichkeiten der Digitalisierung ergab sich, dass diese gegenwärtig noch wenig umgesetzt werden und Hochschulen im Vergleich zu Unternehmen eher wenig die Möglichkeiten umfänglich nutzen. Inwiefern sich durch Digitalisierung neue Chancen für Frauen ergeben, bleibt derzeit offen.

Da Frauen generell insbesondere einen Praxisbezug als wichtig ansehen, könnte besonders im praxisintegrierten Lernen eine wichtige Chance liegen, damit Frauen ihr Studium nicht abbrechen.

Abschließend stellen Frauen in MINT Berufen eine große Chance dar, um dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Um mehr Frauen für ein MINT Studium zu gewinnen und zu fördern, sollte das Angebot von Studiengängen erweitert und hinsichtlich des Praxisbezuges optimiert werden. Für Frauen sind Flexibilität und Familienorientierung während des Studiums von großer Bedeutung. Bildungseinrichtungen sind aufgefordert, geeignete Strukturen und Rahmenbedingungen dafür zu entwickeln. Zudem sollten sich Unternehmen und Hochschulen gendergerecht ausrichten und spezielle Kursangebote für Frauen schaffen.

Reflexion der aus den Interviews

Im Rahmen der Interviews wurde die Thematik Frauen im MINT-Bereich angesprochen. Einstimmige Aussage bei allen Befragten war, dass in den Unternehmen die Auswahl von Personal nach Eignung und fachlichem Hintergrund erfolgt. In allen interviewten Unternehmen sind sowohl Ingenieurinnen wie auch Ingenieure beschäftigt. Wie es gelingen kann, die Quote der Studienabbrüche bei Studentinnen zu senken, konnte keiner der Interviewpartner sagen. Lediglich die prinzipielle frühzeitige Berufsorientierung in Richtung MINT, wurde als förderlich benannt.

⁵⁹ Jansen-Schulz, 2015

5 Literaturverzeichnis

- Acatech, Körber-Stiftung (Hrsg.) (2014):** MINT Nachwuchsbarometer 2014. Studie. München/Hamburg.
- Augustin, Silke (2013):** Genderaspekte in Lehrveranstaltungen der MINT Studiengänge.? – Es funktioniert!. Ilmenau.
- Bauer, Wilhelm / Schlund, Sebastian (2015):** Wandel der Arbeit in indirekten Bereichen: Planung und Engineering. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut / Ittermann, Peter / Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit – Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Nomos Verlag. Baden-Baden.
- Bochum, Ulrich (2015):** Gewerkschaftliche Positionen in Bezug auf „Industrie 4.0“. In: Botthof, Alfons / Hartmann, Ernst Andreas (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer Vieweg. Wiesbaden.
- Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hrsg.) (2015):** Grünbuch Arbeiten 4.0. Berlin.
- BMAS (2016):** Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“ Institut für Innovation und Technik
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2013):** Zukunftsbild Industrie 4.0. Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2014):** Geschlecht und Berufswahl – Horizonte erweitern. Gute Praxis: Gender im Berufsorientierungsprogramm. Bonn.
- BMWi (2015) Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015:**
www.tns-infratest.com/Wissensforum/studien/pdf/bmwi/TNS-Infratest-Monitoring-Report-2015-Kurzfassung.pdf
- Büttner, Karl-Heinz / Brück, Ulrich (2014):** Use Case Industrie 4.0-Fertigung im Siemens Elektronikwerk Amberg. In: Bauernhansl, Thomas / ten Hompel, Michael / Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration. Springer Vieweg. Wiesbaden
- Deutscher Industrie- und Handelskammertag e.V. (DIHK) (Hrsg.) (2015):** Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun - Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung. Berlin.
- Eichhorst, Werner / Hinte, Holger (2015):** VERHANDELBARE FLEXIBILITÄT? Die Gewerkschaften vor neuen Aufgaben in der digitalen Arbeitswelt. WISO Direkt, 29, 1-4.
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart (IAO) (Hrsg.) (2013):** Studie Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart.
- Gensch, Kristina / Kliegl, Christina (2011):** Studienabbruch – was können Hochschulen dagegen tun? Das Projekt „BayernMentoring“ der Landeskonferenz der Frauenbeauftragten an bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften – Fachhochschulen. Studien zur Hochschulforschung 80. München.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut / Weyer, Johannes / Wilkesmann, Maximiliane (2015):** Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven; Soziologisches Arbeitspapier Nr. 43/2015. Technische Universität Dortmund.
- Hochschule Mittweida (University of Applied Sciences) (Hrsg.). (2015):** BMBF-Projekt Open Engineering. Verfügbar unter <https://www.institute.hs-mittweida.de/webs/itwm/forschungsprojekte-itwm/bmbf-projekt-open-engineering.html> [18.01.2016]

Ihsen, Susanne / Ducki, Antje (2012): Gender Toolbox. Berlin.

Ingenics (Hrsg.) (2014): Studie Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Stuttgart.

Jansen-Schulz, Bettina (2015): Industrie 4.0 (Expertenbefragung Genderexpertin).

→ siehe Anhang 1

Kerst, Christian (2007): Entscheidungen für oder gegen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengänge. Ausmaß-Einflüsse-Maßnahmen. Vortrag an Fachhochschule Südwestfalen.

Kuntz-Brunner, Ruth (2012): Frauenstudiengang für angehende Ingenieurinnen. Verfügbar unter <http://www.ingenieur.de/Arbeit-Beruf/Ausbildung-Studium/Frauenstudiengang-fuer-angehende-Ingenieurinnen> [18.01.2016]

Lichtblau, Karl / Stich, Volker / Bertenrath, Roman / Blum, Matthias / Bleider, Martin / Millack, Agnes / Schmitt, Katharina / Schmitz, Edgar / Schröter, Moritz (2015): INDUSTRIE 4.0-READINESS. Institut der Deutschen Wirtschaft Köln.

Ollermann, Tanja / Turner, Elke (2011): Erfolgreiche Initiativen im MINT Bereich an Fachhochschulen MINT-Technikum. Hochschule Osnabrück.

Schenz, Viola (2012): Frauen in technischen Berufen - Allein unter Männern. Verfügbar unter <http://www.sueddeutsche.de/karriere/frauen-in-technischen-berufen-allein-unter-maennern-1.1545284> [18.01.2016]

Schneider, Lisa (2015): Frauen erobern den Ingenieurberuf. Verfügbar unter <http://www.ingenieurkarriere.de/magazin/karrierestrategie/frauen-erobern-den-ingenieurberuf> [18.01.2016]

Schwarz Müller, Tanja / Brosi, Prisca / Welp, Isabell (2015): Führung im digitalen Zeitalter. In: Becker, Thomas / Knop, Carsten (Hrsg.): Digitales Neuland - Warum Deutschlands Manager jetzt Revolutionäre werden. Springer Gabler. Wiesbaden.

SMWA , (o.J.) (Hrsg.):Sächsischer Mittelstandsbericht 2011/2012

VDMA Verlag (2015): Leitfaden Industrie 4.0 Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. Frankfurt am Main

Weiland, Tim (2013): Arbeitsorganisation und Qualifikation in der Industrie 4.0. Bremen: Universität Bremen (FB Produktionstechnik: Masterarbeit).

Internet

Wikipedia (2016): [https://de.wikipedia.org/wiki/Uber_\(Unternehmen\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Uber_(Unternehmen)) (aufgerufen am 17.02.2016)

WiWo 12.05.2015 Wirtschaftswoche:

<http://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/commerzbank-studie-was-die-digitalen-vorreiter-im-mittelstand-auszeichnet/11766046.html> (aufgerufen am 17.02.2016)

6 Anhang

Anhang 1: Industrie 4.0 (Expertenbefragung Genderexpertin) (14.12.2015)

Interview: Frau Dr. Bettina Jansen-Schulz



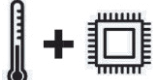



















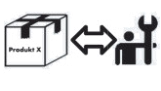






Inhaberin transferconsult, Wiss. Mitarbeiterin und Lehrbeauftragte an mehreren deutschen Hochschulen in der Hochschuldidaktik, Erziehungs- und Sozialwissenschaft

Datum: 14.12.15 10:00 Uhr bis 11:00 Uhr Dr. Michael Uhlmann

1. Wie gelingt es, Frauen für ein Studium in MINT-Berufen zu gewinnen? Was könnten Voraussetzungen sein, dass mehr Frauen sich für ein Studium der ingenieurtechnischen Berufe entscheiden?
 - Große Transparenz und Breite des Studienangebotes schaffen (**Mehrfachbezeichnungen** von Studiengängen sind wichtig und wirksam, z. B. Wirtschaftsinformatik anstatt Informatik)
 - Frauen wünschen gezielte Ansprache (spezifische Einladung, entsprechende **Beispiele mit Frauen**, visuelle Gestaltung die Frauen einbezieht) – Firmen sagen: „Wir wollen Frauen!“
 - **Anwendungsorientierung und Anwendungsbezug** sind extrem wichtig – davon profitieren auch Männer
 - Studiengang **projektorientiert organisieren** (bzgl. Lehren und Lernen) - davon profitieren auch Männer
2. Gibt es geeignete und förderliche Gestaltungsansätzen bei der Entwicklung von Studienangeboten für Frauen? Wenn ja, welche sind das?
 - **Familienorientierung und Flexibilität**
 - **Flexible Arbeits- und Studienzeiten** (z. B. Teilzeitstudium, Online-Kurse, Blended Learning-Angebote, Kinderbetreuung)
 - Aufstiegsmöglichkeiten und Weiterbildungsmöglichkeiten speziell für Frauen (Frauen müssen separat angesprochen werden, d. h. **Frauen aktiv ansprechen und bewerben**)
 - **Frauenvorbilder** in Lehre und Forschung sind wichtig (auch in Fachliteratur, sofern es thematisch passt)
 - Gezielte Auswahl von Tutorinnen und Nutzung einer gendersensiblen Sprache
3. Studentinnen, die in einem Studium in MINT-Fächern das zweite Studienjahr erfolgreich absolviert haben, brechen ihr Studium nicht mehr oder nicht mehr so häufig ab – so die Aussage, die wir bekommen haben. Wie kann der „Durchhaltewille“ befördert werden?
 - Bildung von Frauengruppen

- Durchführung von Übungen: Wie kann ich mich gut profilieren? Was können wir noch für euch tun?
 - Kurse anbieten, um u.a. Selbstbewusstsein für Mathematik zu entwickeln – vieles passiert über Selbstzuschreibung mit Auswirkungen auf das Selbstbewusstsein
 - Passende Lernformate entwickeln, wichtig ist hierbei der Praxisbezug / praktischer Kontext der Aufgabenstellung - davon profitieren auch Männer
4. Sind Praxisphasen im Unternehmen, die bereits mit Start des Studiums angeboten und umgesetzt werden, eine Möglichkeit zur Motivation für Studentinnen? Hintergrund ist, dass im Projekt das praxisintegrierte Lernen in das Studienmodell integriert wird. Das bedeutet, die Studenten sind regelmäßig während des Studiums in einem Unternehmen und lösen dort Aufgaben. Diese Aufgaben unterscheiden sich von herkömmlichen Praktika.
- Positive Signale senden – wichtig Bekenntnis: „Wir wollen Frauen“
 - Weibliche Vorbilder nutzen
 - Viele Frauen brauchen ganzheitlichen Ansatz, Praxisintegration ist dabei hilfreich (z.B. Mathematikaufgaben mit Anwendungsbezug) - davon profitieren auch Männer
5. Spielt das Thema Digitalisierung der Wirtschaft bei den oben genannten Fragestellungen eine Rolle?
- Zur Digitalisierung-Genderthematik ist keine neuere Forschung bekannt
 - Keine Berührungsängste im Umgang mit Technik, trifft auch auf „digitales Lernen“ zu
 - Wünschen flexible Art zu lernen unter Berücksichtigung individueller Lerngewohnheiten - davon profitieren auch Männer
 - Inhalte der digitalen Wirtschaft (Internet der Dinge) – Anwendungsbezug darstellen bzw. am Alltag erklären - davon profitieren auch Männer

Anhang 2: Werkzeugkasten Industrie 4.0 - Produkte

Produkte					
Integration von Sensoren / Aktoren					
	Keine Nutzung von Sensoren / Aktoren	Sensoren / Aktoren sind eingebunden	Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet	Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet	Das Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
Kommunikation / Connectivity		I / O			
	Keine Schnittstellen am Produkt	Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O – Signale	Das Produkt verfügt über Feldbus-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Zugang zum Internet
Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch					
	Keine Funktionalitäten	Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation	Produkt verfügt über passiven Datenspeicher	Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch	Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
Monitoring					
	Kein Monitoring durch das Produkt	Detektion von Ausfällen	Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose	Prognose der eigenen Funktionsfähigkeit	Selbstständige Maßnahmen zur Steuerung
Produktbezogene IT-Services					
	Keine Services	Services über Online-Portale	Service-Ausführung direkt über Produkt	Selbstständige Ausführung von Services	Vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
Geschäftsmodelle um das Produkt					
	Gewinne durch Verkauf der Standardprodukte	Verkauf und Beratung zum Produkt	Verkauf, Beratung & Anpassung des Produktes an Kundenwünsche	Zusätzlicher Verkauf produktbezogener Dienstleistungen	Verkauf von Produktfunktionen

Bewertung des erreichten Standes durch die Interviewpartner

Legende:

	1. Engineering-Dienstleister (Produktionsplanung)
	2. Sondermaschinen- und Anlagenbau
	3. Engineering-Dienstleister (Fabrikplanung- Reengineering)
	4. Branchenaussage Sondermaschinen- und Anlagenbau
	5. Branchenaussage Maschinenbau und Zulieferindustrie
	6. Sondermaschinen- und Anlagenbau







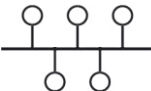










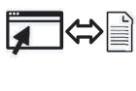


Integration von Sensoren / Aktoren	Keine Nutzung von Sensoren / Aktoren	Sensoren / Aktoren sind eingebunden	Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet	Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet	Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Kommunikation / Connectivity	Keine Schnittstellen am Produkt	Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O – Signale	Das Produkt verfügt über Feldbus-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Zugang zum Internet
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Funktionalitäten zu Datenspeicherung und Informationsaustausch	Keine Funktionalitäten	Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation	Produkt verfügt über passiven Datenspeicher	Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch	Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Monitoring	Kein Monitoring durch das Produkt	Detektion von Ausfällen	Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose	Prognose der eigenen Funktionsfähigkeit	Selbstständige Maßnahmen zur Steuerung
1					
2					
3					
4					
5					
6					











Produktbezogene IT-Services	Keine Services	Services über Online-Portale	Service-Ausführung direkt über Produkt	Selbstständige Ausführung von Services	Vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
1					
2					
3					
4					
5					
Geschäftsmodelle um das Produkt	Gewinne durch Verkauf der Standardprodukte	Verkauf und Beratung zum Produkt	Verkauf, Beratung und Anpassung des Produktes an Kundenwünsche	Zusätzlicher Verkauf produktbezogener Dienstleistungen	Verkauf von Produktfunktionen
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Ergänzungen:

- Die Produktbewertung in Anlehnung an den Leitfaden bezieht sich auf die gesamte Produkt-Palette des jeweiligen Unternehmens bzw. auf den Durchschnitt der Branche. In Folge wurden mehrere Ausprägungen als umgesetzt angegeben.
- Die Bewertung der Produkte erfolgte in den Interviews allein durch den Gesprächspartner.
- Als „Sicht von außen“ kann die Bewertung durch die Branchenvertreter und den Engineering-Dienstleister betrachtet werden.
- Die Aussagen des Unternehmens „6“ sind nicht im Rahmen der Interviews erhoben. Die Informationen wurden im Rahmen einer unternehmensinternen Analyse mittels des VDMA-Leitfadens im Projekt CyProAssist erhoben. Die ATB gGmbH ist Partner in diesem Projekt und hat die Erlaubnis, die Ergebnisse in Form der Tabelle zu verwenden.

Anhang 3: Werkzeugkasten Industrie 4.0 – Produktion

Produktion					
Datenverarbeitung in der Produktion					
	Keine Verarbeitung von Daten	Speicherung von Daten zur Dokumentation	Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung	Auswertung zur Prozessplanung /-steuerung	Automatische Prozessplanung /-steuerung
Maschine zu Maschine-Kommunikation (M2M)					
	Keine Kommunikation	Feldbus-Schnittstellen	Industrial Ethernet-Schnittstellen	Maschinen verfügen über Zugang zum Internet	Webdienste (M2M-Software)
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion					
	Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen	Informationsaustausch über Mail / Telekommunikation	Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch	Einh. Datenformate und Abteilungsübergreifend vernetzte Datenserver	Abteilungsübergreifende, vollständig vernetzte IT-Lösungen
IKT-Infrastruktur in der Produktion					
	Informationsaustausch über Mail / Telekommunikation	Zentrale Datenserver in der Produktion	Internetbasierte Portale mit gemeinsamer Datennutzung	Automatisierter Informationsaustausch (z. B. Auftragsnachverfolgung)	Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert

<p>Mensch-Maschine-Schnittstellen</p>					
<p>Effizienz bei kleinen Losgrößen</p>					
	<p>Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine</p>	<p>Einsatz lokaler Anzeigeräte</p>	<p>Zentrale / dezentrale Produktionsüberwachung/-steuerung</p>	<p>Einsatz mobiler Anzeigeräte</p>	<p>Erweiterte und assistierte Realität</p>
	<p>Starre Produktionsmittel und geringer Anteil von Gleichteilen</p>	<p>Nutzung von flexiblen Produktionsmitteln und Gleichteilen</p>	<p>Flexible Produktionsmittel und modulare Baukästen für die Produkte</p>	<p>Bauteilgetriebene, flexible Produktion modularer Produkte im Unternehmen</p>	<p>Bauteilgetriebene, modulare Produktion in Wertschöpfungsnetzen</p>

Bewertung des erreichten Standes durch die Interviewpartner

Legende:

	1. Engineering-Dienstleister (Produktionsplanung)
	2. Sondermaschinen- und Anlagenbau
	3. Engineering-Dienstleister (Fabrikplanung- Reengineering)
	4. Branchenaussage Sondermaschinen- und Anlagenbau
	5. Branchenaussage Maschinenbau und Zulieferindustrie
	6. Sondermaschinen- und Anlagenbau
	7. Automobilzulieferer

Datenverarbeitung in der Produktion	Keine Verarbeitung von Daten	Speicherung von Daten zur Dokumentation	Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung	Auswertung zur Prozessplanung /-steuerung	Automatische Prozessplanung /-steuerung
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Maschine zu Maschine-Kommunikation (M2M)	Keine Kommunikation	Feldbus-Schnittstellen	Industrial Ethernet-Schnittstellen	Maschinen verfügen über Zugang zum Internet	Webdienste (M2M-Software)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion	Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen	Informationsaustausch über Mail / Telekommunikation	Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch	Einh. Datenformate & abteilungsübergreifend vernetzte Datenserver	Abteilungsübergreifende vollständig vernetzte IT-Lösungen
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

IKT- Infrastruktur in der Produktion	Informations- austausch über Mail / Telekommuni- kation	Zentrale Datenserver in der Produktion	Internet- basierte Portale mit gemein- samer Daten- nutzung	Automati- sierter Infor- mationsaus- tausch (z.B. Auftrags- nachver- folgung)	Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozess- gestaltung integriert
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Mensch- Maschine- Schnittstellen	Kein Infor- mationsaus- tausch zwischen Mensch und Maschine	Einsatz lokaler Anzeige- geräte	Zentrale/de- zentrale Produktions- überwach- ung/ -steuerung	Einsatz mobiler Anzeige- geräte	Erweiterte und assistierte Realität
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
Effizienz bei kleinen Losgrößen	Starre Pro- duktions- mittel und geringer Anteil von Gleichteilen	Nutzung von flexiblen Produktions- mitteln und Gleichteilen	Flexible Pro- duktions- mittel und modulare Baukästen für die Produkte	Bauteilge- triebene, flexible Produktion modularer Produkte im Unter- nehmen	Bauteil- getriebene, modulare Produktion in Wert- schöpfungs- netzen
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

Ergänzungen:

- Die Produktionsbewertung in Anlehnung an den Leitfaden bezieht sich auf die gesamte Produkt-Palette des jeweiligen Unternehmens bzw. auf den Durchschnitt der Branche. In Folge wurden mehrere Ausprägungen als umgesetzt angegeben.
- Die Bewertung der Produktion erfolgte in den Interviews allein aus Sicht des Gesprächspartners.
- Als „Sicht von außen“ kann die Bewertung durch die Branchenvertreter und den Engineering-Dienstleister betrachtet werden.
- Die Aussagen des Unternehmens „6“ wurden nicht im Rahmen der Interviews erhoben. Die Informationen wurden im Rahmen einer unternehmensinternen Analyse mittels des VDMA-Leitfadens im Projekt CyProAssist erhoben. Die ATB gGmbH ist Partner in

diesem Projekt und hat die Erlaubnis, die Ergebnisse in Form der Tabelle zu verwenden.

- Unternehmen 7 als Automobilzulieferer hat nur die Bewertung der Produktion vornehmen können. Die Anforderungen an dessen Produkte werden vom Automobilhersteller vorgegeben. Dies betrifft auch die Ausprägungen in Richtung Industrie 4.0. Diese unterliegen spezieller Geheimhaltungsvorschriften, sodass dazu keine Aussagen möglich waren.

7 Anlagen

- Anlage 1: Interviewleitfaden Experten-Unternehmen in der 1.Fassung
- Anlage 2: Interviewleitfaden zur Erfassung Qualifizierungsbedarfe in der Digitalisierung
- Anlage 3: Interviewleitfaden zur Erfassung Qualifizierungsbedarfe in der Digitalisierung (Kurzfassung)

Interviewleitfragen zum Thema Industrie 4.0 – Digitalisierung im Unternehmen

Was verbinden Sie mit dem Begriff Industrie 4.0 / Digitalisierung der Wirtschaft?

- Neue Produkte / Dienstleistungen
- Neue Funktionalitäten
- Risiken
-

Was bedeutet das konkret für Ihre Branche - z.B. den Maschinen- und Anlagenbau?

Und für Ihr Unternehmen? Welche Lösungen sind bereits umgesetzt/in Planung/ angedacht?

- Aktuell keine Veränderungen
- Neue Produkte
- Erweiterung der bestehenden Produktpalette (Ergänzung mit Funktionen und Schnittstellen)
-

Welche Kompetenzen müssen Absolventen einer ingenieurtechnischen Fachrichtung einer Hochschule haben? (um die neuen Anforderungen / Technologien meistern zu können)

- Keine neuen Kompetenzen
- Technische Kompetenzen
- Technologische Kompetenzen
- Persönliche/Soziale Kompetenzen
- weitere

Sind alle Ihre Mitarbeiter auf die neuen Anforderungen vorbereitet, sind die Kompetenzen vorhanden?

Welche Kompetenzen fehlen aktuell?

1. Technik - Maschine
 2. IT
 3. Mensch – persönliche K.
 4. Organisation
 5. Weitere
-

In welchen Bereichen gibt es noch keine klaren und definierbaren Anforderungen für zukünftige Industrie 4.0 - Kompetenzen?

Qualitative Erhebung von Anforderungen der Wirtschaft im Kontext der Digitalisierung

I. Anliegen

Im Rahmen der Entwicklung einer interdisziplinären Studienplattform im Projekt „Open Engineering“ zur Sicherung von Fachkräften in ingenieurwissenschaftlichen Bereichen führt die Hochschule Mittweida in Kooperation mit der Firma ATB Arbeit, Technik und Bildung gGmbH qualitative Interviews mit ausgewählten sächsischen Unternehmen durch, um die (zukünftigen) Qualifizierungsbedarfe von Ingenieuren im Kontext zur Digitalisierung der Wirtschaft zu erfassen und passgenaue offene Studienangebote zu entwickeln. Deswegen möchten wir Sie bitten, uns die nachfolgenden Fragen so genau wie möglich zu beantworten. Vielen Dank!

Alle Angaben werden selbstverständlich anonym und vertraulich behandelt.

II. Allgemeine Angaben zum Unternehmen

Datum des Gespräches: _____

Name des Unternehmens: _____ Ansprechpartner: _____

Kontakt Daten Telefon: _____ Email: _____

Branche: Verarbeitendes Gewerbe
 Maschinenbau Fahrzeugbau Anlagenbau Automobilzulieferer
 Elektrotechnik Gerätebau Engineering-Dienstleistungen
 Handel Logistik sonstiges: _____

Anzahl der Mitarbeiter: unter 20 20 – 50 51 – 100 101 – 250 über 250

III. Beschreibung des betrieblichen Digitalisierungsstandes

Anwendung des VDMA-Leitfadens Werkzeugkasten Industrie 4.0

Betriebliche Umsetzung

Produktionsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Autonom interagierende technol. Systeme (CProd- S ¹ , Logistik etc.)					
Herausforderungen steigender Systemkomplexität					
Neue Stufe der Prozess- automation - Industrie 4.0 (Flexible Verknüpfung von Internet und realen Fabrikabläufen)					
Life-Cycle-Management					
Smart Products					

¹ Cyber-Physische Systeme

Nachhaltigkeitsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Social Media (Digit. Medien und Technologien zum Info-Austausch)					
Share Economy (Kollaborativer Konsum – gemeinsame Nutzung von Ressourcen)					
Rohstoffeffizienz (Ressourceneffiziente Produktion – Energie-/Stofffluss)					
Energieeffizienz (Energiemanagement/ Energietechnologien)					
Change Management - Neue Geschäftsmodelle					
Qualifikations-Upgrading					
Smart Learning (neue Lernformen in der Industrie 4.0)					

Technologiemanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Integration von IT- und Produktionswissen - Digitalisierung Technologie- und Erfahrungswissen - Digitalisierung der Technologien					
Simulation und digitales Prototyping - Rechnermodelle - Methoden & Werkzeuge					
3D Druck – 3D Drucker					
Digitalisierung der Fertigungsverfahren					
Instandhaltung 4.0					

Dienstleistungsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Digitale DL: - Remote Services - Automatisierung von DL-Prozessen - Digitales Gedächtnis					
E-Commerce - Online Shop - Virtuelle Marktplätze - Shopping Apps					
Online Marketing – Social Media Marketing					
Effizienter Workflow (SCM) – Vernetzung in der Wertschöpfungskette					
Data-Driven Services (Neue Märkte durch Vernetzung – Supply-Chain-Management)					
Crowdworking					

Arbeitsprozess- management	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Neue Formen der Kooperation - digit. synergetische Koop. ² - digit. additive Koop. ³					
Shopfloor (Sicherung des laufd. Systembetriebs durch Abstimmungsrunden)					
Human Machine- Interaction - Gestaltung von Mensch-Maschine- Schnittstellen (Virtual Reality; Augmented Reality; Touch Interfaces; Sensitive Robotik)					
Humanorientierte Arbeitsgestaltung					
Arbeitsorganisatorische Formen durch Digit. der Arbeit (Arbeitsorganisation und Funktionsteilung)					
Polarisierung der					

² Es wird etwas Neues geschaffen, dass durch die Einzelteile nicht möglich wäre Z.B. Spezialentwicklungen, oft auch Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

³ Prozesse oder Abläufe von Kooperationspartnern werden zusammengefasst, um einen optimierenden Effekt zu erzielen Z.B. Beschaffungsgemeinschaften

Qualifikation - Erosion der mittleren Qualif.-ebene - Hochqualifikation - Abgewertete Qualifikation					
Smart Factory (Social Machines, Plug & Produce, Low-Cost-Automation, Virtualisierung)					
Neue Arbeitszeit- und -formenmodelle					
Smart Operations (Flexible Produktionsplanung und -steuerung)					

IuK-Management	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Neue Formen der Kommunikation (Schlüsseltechnologien der Kommunikation; Internet, Intranet, Twitter, Cloud-Plattformen, ...)					
(Gestaltung von) Assistenzsystemen - Visuelle Assistenzsys. - Kognitive Assistenzsys. - Logistische Assistenzsys. - Smarte Assistenzsys.					
Cloud Computing					
Big Data – Vernetzung verfügbarer Informationen (Sammlung bis Nutzung) Analytics & Intelligence					
Crowd-Sourcing (Outsourcing über z.B. Internet)					
Cyberphysische Systeme					
Mobiles Internet					

IuK-Management	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
(Surfstick, Tablet, PC, Smartphone, ...)					
Robuste Netze (Mobilgeräte, Mobilfunk, Breitband)					
Intelligente Produkte (Sensoren, Aktoren, M2M)					
IT-Security (Sicherheitsrisiken, Datenschutz, Informationssicherheit)					

IV. Anforderungen an ingenieurtechnisches Personal im Zusammenhang mit der Digitalisierung (für die bereits umgesetzte Anwendung und für zukünftige Anwendungen)

Wie wird sich die Digitalisierung der Wirtschaft in den Tätigkeiten der Mitarbeiter Ihrem Unternehmen niederschlagen in?/Wie wird die Digitalisierung der Wirtschaft das Tätigkeitsprofil der Mitarbeiter verändern (heute/zukünftig)?

Tätigkeitsfelder/ Funktionsbereiche eines Industrial Managers	aktuell	zukünftig
Unternehmensführung/ Management		
Marketing		
Vertrieb		
Service/Kundendienst		
Instandhaltung		
Forschung und Entwicklung		
Produktionsplanung		
Technologie/ Arbeitsvorbereitung		
Produktion/ Montage (Planung und Steuerung)		
Qualitätssicherung		
Logistik/ Versand		
Personal		
Arbeitsorganisation		

Tätigkeiten

Allgemeine Tätigkeiten	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Lenken und Leiten der Unternehmensprozesse im Auftrag der GF		
Gestalten und Erhalten des internen Arbeitsumfeldes		
Steigern der Produktivität und Prozesseffizienz und Stärken der Innovationskraft		

Allgemeine Tätigkeiten	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Führen, Motivieren und Fördern der unterstellten Belegschaft		
Entwickeln eines Problemverständnisses und Umsetzen einer Fehlerkultur (KVP)		
Fachliches Einbringen		
Befördern interdisziplinärer Projektberatungen		

Tätigkeitsspezifische Anforderungen

Unternehmensführung / Management	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Lenken und Leiten der Unternehmung intern und im Außenfeld		
Planen und umsetzen der Aufbauorganisation		
Planen und steuern der materiellen und personellen Ressourcen		
Organisieren und Umsetzen von operativen Handlungsprozessen		
Ermitteln und Umsetzen von weiterbildenden Personalentwicklung		

Marketing	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Auswerten von Recherchen und Marktstudien		
Entwickeln von Unternehmens- und Marktstrategien		
Konzipieren und Organisieren der externen und internen Kommunikation		
Nachverfolgen der Unternehmensprozesse bezüglich Wirtschaftlichkeit und Kosteneinhaltung		

Vertrieb	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Sichern der kundenbezogenen Arbeit (Akquise, Vertragsgestaltung, Präsentation, Verteidigungen, Gespräche)		
Kalkulieren und Erstellen von Angeboten		

Produktionsplanung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Planen und Leiten von Fabrikentwicklungsprojekten (Fabrikplanung, Hallenlayout, Arbeitsplatzgestaltung)		

Arbeitsvorbereitung/ Technologie	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Erstellen von Fertigungs- und Prüftechnologien (Verstehen und Umsetzen von Vorgabedokumenten insb. Konstruktions- und Kundenunterlagen)		
Erstellen von arbeitsbegleitenden Planungs- und Nachweisunterlagen		
Nachverfolgen von Aufträgen bezüglich Wirtschaftlichkeit und Kosteneinhaltung		

Produktion/Montage	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Planen der auftragsbezogenen Arbeitsprozesse (Zeit, Ort, Personal, Unterauftragnehmer)		
Lenken, Steuern und Überwachen der wertschöpfenden Fertigungs- und Montageprozesse incl. UAN-Leistungen		
Bearbeiten von Reklamationen und Reparaturen		
Sichern der Ordnung, Sauberkeit und Einhaltung des Arbeitsschutzes in den Arbeitsbereichen		
Organisieren und Koordinieren von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen für Maschinen, Anlagen und Ver- bzw. Entsorgungseinrichtungen		

Qualitätssicherung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Entwickeln von Prüfstrategien incl. UAN		
Lenken, Steuern und Überwachen der unterstützenden Prüfprozesse (Eingangs-; Zwischen-; Endprüfung)		
Sichern der Produktkonformität		

Logistik/ Versand	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Lenken, Steuern und Überwachen der unterstützenden Lager- und Transportprozesse		
Planen und Sichern der produkttechnischen und logistischen Versandprozesse		

V. Ergänzende Digitalisierungsanforderungen

Welche weiteren Anforderungen an ingenieurwissenschaftliches Personal sehen Sie im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Wirtschaft allgemein und speziell für Ihr Unternehmen?

Sozial-kommunikative Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Personale Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Kognitive Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Weitere Anforderungen:

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Qualitative Erhebung von Anforderungen der Wirtschaft im Kontext der Digitalisierung

I. Anliegen

Im Rahmen der Entwicklung einer interdisziplinären Studienplattform im Projekt „Open Engineering“ zur Sicherung von Fachkräften in ingenieurwissenschaftlichen Bereichen führt die Hochschule Mittweida in Kooperation mit der Firma ATB Arbeit, Technik und Bildung gGmbH qualitative Interviews mit ausgewählten sächsischen Unternehmen durch, um die (zukünftigen) Qualifizierungsbedarfe von Ingenieuren im Kontext zur Digitalisierung der Wirtschaft zu erfassen und passgenaue offene Studienangebote zu entwickeln. Deswegen möchten wir Sie bitten, uns die nachfolgenden Fragen so genau wie möglich zu beantworten. Vielen Dank!

Alle Angaben werden selbstverständlich anonym und vertraulich behandelt.

II. Allgemeine Angaben zum Unternehmen

Datum des Gespräches: _____

Name des Unternehmens: _____ Ansprechpartner: _____

Kontakt Daten Telefon: _____ Email: _____

Branche: Verarbeitendes Gewerbe
 Maschinenbau Fahrzeugbau Anlagenbau Automobilzulieferer
 Elektrotechnik Gerätebau Engineering-Dienstleistungen
 Handel Logistik sonstiges: _____

Anzahl der Mitarbeiter: unter 20 20 – 50 51 – 100 101 – 250 über 250

III. Beschreibung des betrieblichen Digitalisierungsstandes

Die Beschreibung des betrieblichen Digitalisierungsstandes wird auf Basis der VDMA-Leitfadeneinordnung (Werkzeugkasten Industrie 4.0 - Prozesse, Produkte, siehe Anlage) vorgenommen. Bei Verbandsvertretern oder Dienstleistern wird um eine Einschätzung des Entwicklungsstandes der Mitglieder bzw. Kunden gebeten.

Betriebliche Umsetzung

Produktionsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Nachhaltigkeitsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Technologiemanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	

Dienstleistungsmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
Arbeitsprozessmanagement	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	
IuK-Management	Umgesetzt +/- zukünftig +/-	1 = eher unwichtig 2 = eher wichtig 3 = sehr wichtig			Beschreibung
		1	2	3	

IV. Anforderungen an ingenieurtechnisches Personal im Zusammenhang mit der Digitalisierung (für die bereits umgesetzte Anwendung und für zukünftige Anwendungen)

Wie wird sich die Digitalisierung der Wirtschaft in den Tätigkeiten der Mitarbeiter Ihrem Unternehmen niederschlagen in?/Wie wird die Digitalisierung der Wirtschaft das Tätigkeitsprofil der Mitarbeiter verändern (heute/zukünftig)?

Tätigkeitsfelder/ Funktionsbereiche eines Mitarbeiters	aktuell	zukünftig
Unternehmensführung/ Management		
Marketing		
Vertrieb		
Service/Kundendienst		
Instandhaltung		
Forschung und Entwicklung		
Produktionsplanung		
Technologie/ Arbeitsvorbereitung		
Produktion/ Montage (Planung und Steuerung)		
Qualitätssicherung		
Logistik/ Versand		
Personal		
Arbeitsorganisation		

Tätigkeiten

Allgemeine Tätigkeiten	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen

Tätigkeitsspezifische Anforderungen

Unternehmensführung / Management	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Marketing	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Vertrieb	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen

Produktionsplanung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Arbeitsvorbereitung/ Technologie	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Produktion/Montage	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Qualitätssicherung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Logistik/ Versand	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Service/Kundendienst	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Instandhaltung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Forschung und Entwicklung	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Personal	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen
Arbeitsorganisation	aktuell +/- zukünftig +/-	Beschreibung / Anforderungen

V. Ergänzende Digitalisierungsanforderungen

Welche weiteren Anforderungen an ingenieurwissenschaftliches Personal sehen Sie im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Wirtschaft allgemein und speziell für Ihr Unternehmen?

Sozial-kommunikative Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Personale Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Aktivitäts- und umsetzungsorientierte Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Kognitive Anforderungen

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

Weitere Anforderungen:

Allgemein: _____

Unternehmen: _____

