

„Chancen und Risiken der Digitalisierung im Handwerk“

Gutachten für die
Enquetekommission VI

Leitung des Gutachtens: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Sachbearbeiter: Thomas Hempel, M.Sc.

Lehrstuhl für Produktionssystematik,

WZL der RTWH Aachen

Steinbachstraße 19

52074 Aachen

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
16. WAHLPERIODE

INFORMATION

16/395

A27

Aachen, den 31.05.2016

Gliederung des Gutachtens

1	Kurzzusammenfassung der Kernergebnisse	1
2	Einleitung in das Thema, Zielsetzung sowie Vorgehen	3
2.1	Thema und Problemstellung	3
2.2	Zielsetzung	3
2.3	Lösungsvorgehen	3
3	Grundlagen und Definitionen.....	5
3.1	Digitalisierung	5
3.2	Industrie 4.0	6
3.3	Abgrenzung von Digitalisierung und Industrie 4.0	8
3.4	Handwerk.....	9
4	Status Quo - Digitalisierungsansätze aus der Industrie und Forschung.....	13
4.1	Aktueller Entwicklungsstand und Innovationspotenziale.....	13
4.2	Clusterung der untersuchten Literatur	49
4.3	Technologiepotenziale für das Handwerk.....	53
4.3.1	Echtzeit-Bus	54
4.3.2	Big Data	55
4.3.3	Mobile Devices und Services	56
4.3.4	Cloud-Dienste	57
4.3.5	IT-Sicherheit.....	58
4.3.6	Intelligente Sensorik	58
5	Empirische Untersuchung: Digitalisierung im Handwerk.....	60
5.1	Ergebnisse der Untersuchung.....	60
5.2	Detaillierte Auswertung der gewählten Fokusbereiche KFZ-Gewerbe und Gesundheitsgewerbe.....	65
5.2.1	Fokusbereich 1: Kraftfahrzeuggewerbe	66
5.2.2	Fokusbereich 2: Gesundheitsgewerbe	68
5.2.3	Fazit	70

6	Auswirkungen, Chancen und Risiken	71
7	Handlungsempfehlungen	74
8	Literaturverzeichnis.....	76
9	Anhang	78

1 Kurzzusammenfassung der Kernergebnisse

Die Digitalisierung und zunehmende Vernetzung bewirkt grundlegende Veränderungen in Industrie und Handwerk. Die Digitalisierung stellt eine Herausforderung für Unternehmen aller Wirtschaftsbranchen dar, die nicht nur Innovationspotenziale und daraus resultierende Chancen, sondern auch Risiken mit sich bringt. Für Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft ist daher eine möglichst genaue Analyse der Entwicklungspotenziale nebst Chancen und Risiken von hoher Wichtigkeit.

Ziel des Gutachtens ist die Darstellung neuer Technologien und Produkte, die sich aus der Digitalisierung ergeben und die im Handwerk bereits zum Einsatz kommen beziehungsweise deren Einsatz im Handwerk zu erwarten ist. Weiterhin sollen die Chancen und Risiken der Digitalisierung im Handwerk analysiert und unter Berücksichtigung der Innovations- und Investitionsnotwendigkeit betrachtet werden. Das Ergebnis ist ein umfassendes Gutachten zum Entwicklungsstand und den Innovationspotenzialen der Digitalisierung zum einen und dem Umsetzungsstand, Perspektiven, Chancen und Risiken für das Handwerk zum anderen.

Im Rahmen der Gutachtenerstellung wurde eine detaillierte Literaturrecherche von 43 umfassenden Veröffentlichungen im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 durchgeführt. Des Weiteren gab es eine empirische Untersuchung mit insgesamt 589 Fragebogen-Rückläufern. Ermittelte Technologiefelder, denen gemäß der gesammelten Ergebnisse eine besondere Bedeutung beigemessen wird, sind im Folgenden gelistet und werden im Rahmen des Gutachtens näher erläutert:

Echtzeit-Bus, Big Data, Mobile Devices und Services, Cloud Dienste, IT-Sicherheit und Intelligente Sensorik

Die Umfrage führte zu folgenden Kernerkenntnissen bzw. Rückschlüssen:

- Grundlegende digitale Strukturen zur innerbetrieblichen Verwaltung sind weit verbreitet
- Wesentliche Aspekte der Entwicklung zur Digitalisierung und Industrie 4.0, wie sie im Mittelstand und in deutschen Großunternehmen von großer Bedeutung sind (z. B. Digitalisierung der Produktion, Automatisierung von Produktionsabläufen, Vernetzung der Unternehmensbereiche), spielen im deutschen Handwerk noch eine untergeordnete Rolle
- Die im Vergleich zur industriellen Fertigung geringere Planungs- und Steuerungskomplexität der Produktionsprozesse, die geringe Anzahl der Mitarbeiter und vor allem die fehlenden Fachkenntnisse im IT Bereich lassen die meisten Kleinbetriebe vor einem weiteren Ausbau ihrer digitalen Infrastruktur zurückschrecken
- Viele handwerkliche Betriebe stehen der digitalen Entwicklung generell negativ gegenüber
- 5% der befragten Unternehmen besitzen keinerlei digitale Infrastruktur (d. h. weder PCs noch Internet etc.)

Aus der Fragebogenstudie wurden zwei Fokusbereiche ermittelt, welche ein besonderes Innovationspotenzial aufweisen: das Gesundheitsgewerbe sowie das Kraftfahrzeuggewerbe. Beide Gewerbegruppen nutzen bereits überdurchschnittlich viele digitale Technologien um ihre Geschäftsprozesse zu verbessern und sehen verglichen mit den anderen untersuchten Branchen die größten Veränderungen durch die voranschreitende Digitalisierung. Sie stehen einer zunehmenden Digitalisierung und einem Wandel der Geschäftsprozesse offener gegenüber.

Im Kern werden die folgenden Handlungsmaßnahmen für das Handwerk empfohlen:

- Förderung, Ausbau von Know-How, sowie Identifikation handwerksspezifischer Anwendungsfälle insbesondere in den Bereichen Echtzeit-Bus, Big Data, Mobile Devices und Services, Cloud-Dienste, IT-Sicherheit und intelligente Sensorik
- Transformation von Geschäftsmodellen, insbesondere basierend auf den Potenzialtechnologien
- Stärkung und Erweiterung der Kompetenz bezüglich Digitalisierung und Vernetzung in Handwerksunternehmen
- Schaffung finanzieller Anreize für Digitalisierungsvorhaben durch die Politik
- Fachspezifische Plattformen für das Handwerk schaffen, wo Handwerksunternehmen umfassend informiert und unternehmensspezifisch beraten werden können
- Feste Verankerung einer intensivierten und aktuellen, fachspezifischen Schulung von relevanten IT-Themen in der Lehre

2 Einleitung in das Thema, Zielsetzung sowie Vorgehen

2.1 Thema und Problemstellung

Die Digitalisierung sowie ihre Anwendung in Form der Vernetzung resultiert in weitreichenden Veränderungen und Herausforderungen für Industrie, Handwerk und Gesellschaft. Neben Auswirkungen auf Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle sind auch die Beschäftigten selbst von den grundlegenden Veränderungen der Digitalisierung betroffen. Zur Nutzung des Potenzials der Digitalisierung und Vernetzung im Handwerk und Mittelstand – also die Etablierung von „Handwerk 4.0“ in Analogie zu „Industrie 4.0“ – müssen die Chancen und Risiken, die sich aus der fortschreitenden Verbreitung der Digitalisierung ergeben, untersucht werden.

2.2 Zielsetzung

Im Rahmen des Gutachtens sollen im Wesentlichen zwei Zielstellungen untersucht werden. Zum einen ist die Frage zu beantworten, welche neuen Produkte und Technologien, sowie daraus resultierende Geschäftsmodelle sich aus der Digitalisierung ergeben. In diesem Kontext soll aufgezeigt werden, in welchem Maße und in welcher Form die Digitalisierung bereits im Handwerk zum Einsatz kommt. Zum anderen sollen die Chancen und Risiken ausführlich beleuchtet werden, um für die Auswirkungen der Digitalisierung im Handwerksbetrieb zu sensibilisieren.

Das Gutachten soll zum einen als Informationsdokument zu den Innovationspotenzialen und den möglichen Auswirkungen der Digitalisierung im Handwerk dienen, welches von Betrieben als Nachschlagewerk genutzt werden kann. Zum anderen soll das Gutachten dem Landtag des Landes Nordrhein-Westfalen, insbesondere der Enquetekommission VI, als Entscheidungsgrundlage in Bezug auf Förderprogramme und weitere Initiativen dienen. Hierfür kann die Zielsetzung in fünf Teilaspekte gegliedert werden:

- Aktueller Entwicklungsstand digitaler Technologien
- Innovationspotenziale von digitalen Technologien
- Stand und Perspektiven der Digitalisierung für das Handwerk
- Mögliche Auswirkungen
- Handlungsmöglichkeiten

2.3 Lösungsvorgehen

Die Vorgehensweise zur Erstellung des Gutachtens folgt einem fünfstufigen Verfahren, welches sich an den zuvor formulierten Teilaspekten beziehungsweise Fragestellungen orientiert. Zur Ermittlung des aktuellen Entwicklungsstandes digitaler Technologien (Fragestellung 1) wird eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Hierbei wird relevante

Literatur bezüglich der technologischen Entwicklung und des Entwicklungsstandes digitaler Technologien und deren praktischen Einsatzmöglichkeiten erfasst und ausgewertet. In diesem Schritt wird noch keine Beschränkung auf das Handwerk vorgenommen, vielmehr soll der allgemeine Entwicklungsstand identifiziert werden. Weiterhin werden bestehende Studien und Befragungen herangezogen, um den Einsatz und die Innovationspotenziale digitaler Technologien in Unternehmen im Allgemeinen zu ermitteln (Fragestellung 2). Zudem wird auf Erkenntnisse, die im Rahmen eigener Industrie- und Forschungsprojekte des Gutachtererstellers gewonnen wurden, zurückgegriffen.

Die Auswertung der Literaturrecherche dient als Grundlage für das weitere Vorgehen, bei dem eine Eingrenzung auf das Handwerk und den Mittelstand erfolgt. Im Rahmen einer empirischen Untersuchung sollen der Stand und die Perspektiven der Digitalisierung für das Handwerk sowie mögliche Auswirkungen ermittelt werden (Fragestellung 3 und 4). Im nächsten Schritt erfolgt eine Fokussierung auf zwei Schwerpunktbereiche des Handwerkes, welche bezogen auf den Untersuchungsgegenstand von besonderer Relevanz sind. Anhand dieser Schwerpunktbereiche werden die vorherigen Fragestellungen vertiefend beantwortet und die Ergebnisse anschließend validiert. Zudem erfolgt die Ableitung von Handlungsmöglichkeiten (Fragestellung 5).

Der Arbeitsplan, welcher für die Erstellung des Gutachtens benutzt wird, setzt sich aus fünf inhaltlichen Arbeitspaketen gemäß Abbildung 2-1 zusammen. Die Arbeitspakete verdichten, wie oben beschrieben, den Untersuchungsfokus trichterförmig von einer allgemeinen Recherche hin zur konkreten Untersuchung einzelner Handwerkszweige und der Ableitung von Chancen und Risiken sowie von Handlungsmaßnahmen.

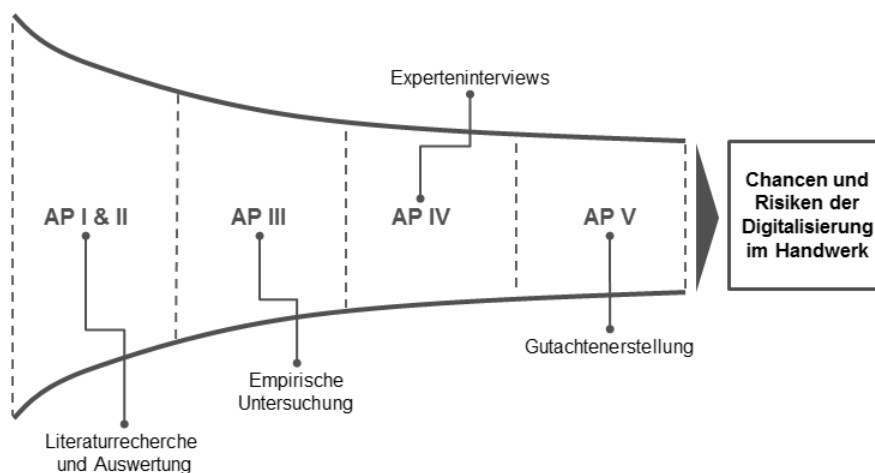


Abbildung 2-1: Übersicht der Arbeitspakete

3 Grundlagen und Definitionen

In diesem Abschnitt werden grundlegende Definitionen sowie wichtige Vorkenntnisse für das Gutachten erläutert. Zunächst wird auf die Digitalisierung eingegangen, anschließend auf „Industrie 4.0“. Im nächsten Unterkapitel werden die beiden Begriffe voneinander abgegrenzt und im letzten Abschnitt wird das Handwerk eingeführt.

3.1 Digitalisierung

Digitalisierung beschreibt im ursprünglichen Sinn eine Umwandlung von Informationen in eine Form, wie sie von Maschinen und Computer verarbeitet werden können. Dabei findet eine Diskretisierung der Informationen statt, sodass sie elektronisch gespeichert und auch zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet werden können. Im Kontext eines Unternehmens wird der Begriff Digitalisierung weiter gefasst. Er verkörpert ein Geschäftsmodell, sowie Strategie und Zukunftsorientierung, die auf dem Einsatz und der Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien basiert. Dabei geht es insbesondere um die Virtualisierung, sowie eine zunehmende Vernetzung von Lieferanten, Kunden und Unternehmen (vgl. REKER/BÖHM (2013)).

Konsumenten erhalten durch die Digitalisierung mehr Marktmacht und können einen größeren Einfluss auf Produkte oder ganze Unternehmen nehmen. Arbeitnehmer können deutlich flexibler arbeiten. Die Digitalisierung erlaubt es ihnen räumlich und zeitlich unabhängiger zu sein (vgl. BMWi (2015)). Computer können über digitale Schnittstellen miteinander kommunizieren, Informationen über unterschiedlichste Typen von Sensoren erhalten, austauschen, analysieren und auswerten.

Der Einsatz digitaler Technologien in Unternehmen ist die Voraussetzung für automatisierte Abläufe jeglicher Art. Dabei macht es kaum einen Unterschied, ob es sich um die Buchhaltung, Roboter in der Produktion oder das Ressourcenmanagement handelt. Quasi jedes moderne Unternehmen nutzt bereits digitale Technologien. Digitalisierung beschreibt in diesem Kontext den Ausbau der Nutzung indem beispielsweise weitere Geräte eingesetzt oder weitere Kommunikationsschnittstellen realisiert werden

Eine stetig voranschreitende Digitalisierung ist notwendig um zukünftige Technologien mit den heute Verfügbaren zu verknüpfen. Sie wird benötigt, um einen höheren Grad der Automatisierung zu erreichen. Durch die Zunahme der Vernetzung wird die Grundlage für Industrie 4.0 gebildet. Digitalisierung ist ein dynamischer Prozess der kontinuierlichen, digitalen und kommunikationstechnischen Weiterentwicklung. Es handelt sich um einen Prozess dessen Ende nicht definierbar ist, wodurch sich auch eine Bewertung der Digitalisierung innerhalb eines Unternehmens schwierig gestaltet.

3.2 Industrie 4.0

Der insbesondere in Deutschland verwendete Begriff Industrie 4.0 soll nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung auf die vierte Stufe des Industrialisierungsprozesses hinweisen (siehe Abbildung 3-1). Auch wenn die Grundidee häufig gleich ist, gibt es bisher keine eindeutige Definition und Abgrenzung des plakativen Begriffes, vielmehr existieren je nach Industriebranche und Zusammenhang unterschiedliche Erklärungsansätze. Laut Arbeitskreis Industrie 4.0 der acatech meint der Begriff Industrie 4.0 im Kern die technische Integration von cyber-physischen Systemen (CPS) in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen - einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation(vgl. KAGERMANN/WAHLSTER/HELBIG (2013)).

Im Arbeitskreis Industrie 4.0 haben die Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft sowie die Akademie für Technikwissenschaften (acatech) im Auftrag der deutschen Bundesregierung Umsetzungsempfehlungen für Forschung und Industrie erarbeitet. Da es sich bei Industrie 4.0 um eine nur interdisziplinär zu lösende Herausforderung handelt, welche sämtliche Industriebranchen betrifft und für die Zukunft der Bundesrepublik große Bedeutung hat, ist der Staat als Institution am geeignetsten, zunächst die Koordination zu übernehmen. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 ist Teil des Aktionsplans „Hightech-Strategie 2020“ der Bundesregierung und wurde am 19.12.2011 von den Bundesministerien für Bildung und Forschung (BMBF) sowie für Wirtschaft und Energie (BMWi) ausgeschrieben und wird von diesen koordiniert (vgl. BARNER et al. (2013)).

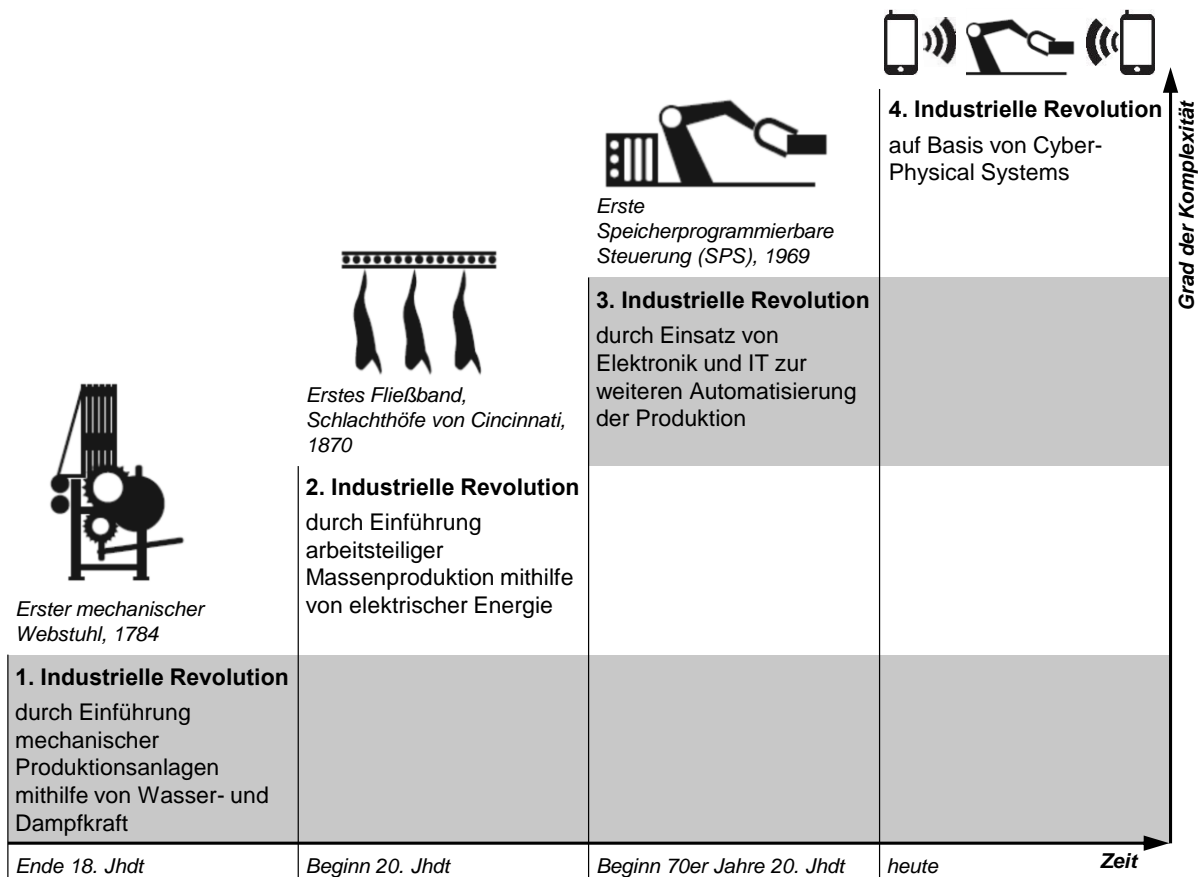


Abbildung 3-1: Die vier Stufen der Industriellen Revolution in Anlehnung an KAGERMANN/WAHLSTER/HELBIG (2013)

Eine wichtige Rolle in der Produktion spielt in Zukunft die flächendeckende Integration und Vernetzung von Informations- und Kommunikationstechnik zu einem Internet der Dinge, Dienste und Daten. Mit Hilfe autonomer Objekte, mobiler Kommunikation und Echtzeitsensoren ergeben sich neue Möglichkeiten in Bezug auf dezentrale Steuerung, echtzeitfähige Produktion und flexible Prozessgestaltung (vgl. SPATH et al. (2013)). Produkte, Geräte und Objekte mit eingebetteter Software gruppieren sich zu verteilten, funktionsintegrierten und rückgekoppelten Systemen (vgl. SPATH et al. (2013)). Dadurch können hohe Variantenzahlen bei niedrigen Losgrößen aufgrund individueller Kundenanforderungen wirtschaftlich realisiert werden. Insbesondere für Deutschland, das aufgrund der Fähigkeit, komplexe, arbeitsteilige und geografisch verteilte industrielle Prozesse zu steuern, weltweit einer der konkurrenzfähigsten Industriestandorte ist, bietet Industrie 4.0 die Möglichkeit, Wettbewerbsvorteile zu erhalten und auszubauen (vgl. SCHUH/STICH (2013)). Deutschland kann nur ein erfolgreicher Produktionsstandort bleiben, wenn es die vierte industrielle Revolution aktiv mitgestaltet und autonome, selbststeuernde, wissensbasierte und sensorgestützte Produktionssysteme zukünftig entwickelt, vermarktet und betreibt (vgl. KAGERMANN/WAHLSTER/HELBIG (2013)). Die Anwendung von Industrie 4.0 in produzierenden Unternehmen könnte beispielsweise so aussehen, dass sich Aufträge selbstständig durch Wertschöpfungsketten steuern, ihre Bearbeitungszentren und ihr Material buchen und ihre Auslieferung zum Kunden organisieren.

Während neue Technologien der Informations- und Kommunikationstechnik wie beispielsweise Internet und Mobiltelefon in Bereichen wie der Dienstleistungsarbeit seit längerem angewendet werden und zu radikalen Veränderungen führten, steigt die Wahrnehmung, dass mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablet-PCs auch in den direkten Produktionsbereichen künftig produktiv genutzt werden können (vgl. SPATH et al. (2013)). Traditionelle Strukturen werden im Rahmen von Industrie 4.0 durch flexible konfigurierbare Leistungsangebote und interaktive, kooperative Entscheidungsmechanismen ersetzt (vgl. SPATH et al. (2013)). Wie bereits angedeutet, existieren heutzutage vor allem Ideen und Ansätze, wie eine zukunftsfähige Produktion aussehen könnte. Bis zur flächendeckenden Realisierung einer Produktion nach den genannten Prinzipien wird es noch lange dauern. Trotz eines steigenden Automatisierungsgrades wird es immer Bereiche geben, wo sich Automation nicht lohnt bzw. nicht möglich ist und auch der Mensch wird nicht aus den Fabrikhallen verschwinden, sondern als integraler Bestandteil neue Aufgaben übernehmen vgl. (SPATH et al. (2013)).

3.3 Abgrenzung von Digitalisierung und Industrie 4.0

Industrie 4.0 und Digitalisierung sind nicht synonym zu verstehen. Eine Abgrenzung der beiden Begrifflichkeiten soll mit Hilfe von Abbildung 3-2 geschehen:



Abbildung 3-2: Abgrenzung von Digitalisierung und Industrie 4.0

- Im ersten Schritt geht es um die Steigerung der Datenverfügbarkeit durch eine massive Generierung von digitalen Informationen. Um eine Produktion steuern und optimieren zu können, ist es eminent wichtig ein digitales Abbild der Produktion zu erlangen, um damit zu verstehen, „was passiert“. Dies ist nur

über eine massive Ausstattung einer Fertigung mit Sensorik jeglicher Art (Barcode, RFID, Kameras, etc.) möglich. Diese erste Phase ist mit der Digitalisierung gleichzusetzen.

- Die zweite Phase zielt darauf ab, zu verstehen, „warum etwas passiert“. Es geht also vorrangig um das Erkennen von Mustern innerhalb der generierten Daten. Wiederkehrende Muster innerhalb gesammelter Daten können bspw. Aufschluss über sich wiederholende Maschinenfolgen im Produktionsablauf oder saisonale Schwankungen innerhalb einer Produktion liefern.
- Im dritten Schritt steht die Fähigkeit zur Prognosebildung aus den vorher identifizierten Mustern im Fokus, um zu antizipieren, „was passieren wird“. Prognosen im Alltag sind in Form von Wettervorhersagen oder der Rückfahrkamera eines Auto bereits integriert – in der Produktion in Form einer Vorhersage, wann bspw. eine Engpasssituation zu erwarten sei oder wann eine Maschine wahrscheinlich ausfallen würde, bislang noch nicht. Diese dritte Phase bietet bei solchen und ähnlichen wichtigen Fragestellungen für einen ruhigen Produktionsablauf großes Potenzial.
- Im letzten Schritt soll die Fragestellung, „wie eine autonome Reaktion erfolgen kann“, beantwortet werden. Die Phase dient der Generierung von Entscheidungsunterstützung für eine Vielzahl unternehmerischer Fragestellungen und entlastet Mitarbeiter im fordernden Geschäftsleben.

In einem industriellen Umfeld werden in der Industrie 4.0 alle vier genannten Schritte durchlaufen und somit die Entscheidungsfähigkeit gestärkt. Dieses Verständnis geht somit weit über eine reine Digitalisierung, also die erste der aufgezeigten Stufen, hinaus.

3.4 Handwerk

Handwerk bezeichnet im Allgemeinen eine Tätigkeit, die von Hand durchgeführt wird. Außerdem ist es der Oberbegriff für eine ganze Gewerbegruppe. „Das Handwerk ist ein Berufsstand und eine Organisationsform der gewerblichen Wirtschaft. Die handwerkliche Tätigkeit, die von der industriellen Massenproduktion abzugrenzen ist, ist eine selbstständige Erwerbstätigkeit auf dem Gebiet der Be- und Verarbeitung von Stoffen sowie im Reparatur- und Dienstleistungsbereich. Der Handwerks-Meister ist Arbeiter, Kapitalgeber und Unternehmer in einer Person, der i.d.R. auf Bestellung für einen weitgehend lokalen bzw. regionalen Absatzmarkt produziert. Dazu bedient er sich der überwiegenden Hilfe von Handwerks-Gesellen und Auszubildenden des gleichen Gewerbebezugs.“ (vgl. Springer Gabler Verlag (2016))

Innerhalb Deutschlands findet eine Zuordnung verschiedener Gewerbe zum Handwerk per Gesetz statt. Diese Zuordnung kommt aus einer Entwicklung, deren Grundstein bereits 1897 gelegt wurde. Handwerker bilden eine große Wirtschafts- und Gesellschaftsgruppe mit maßgeblichem Einfluss auf das öffentliche Leben. Damit bildet das Handwerk den Kern und einen wesentlichen Teil des Mittelstandes in Deutschland (vgl. Zentralverband des Deutschen Handwerks e.V. (2016)).

In Deutschland regelt das Gesetz zur Ordnung des Handwerks (HwO), welche Gewerbe Handwerksbetriebe oder handwerksähnliche Betriebe sind. Demnach gibt es 41 unterschiedliche zulassungspflichtige, 53 zulassungsfreie und 57 handwerksähnliche Gewerbe. Handwerkliche Tätigkeiten zeichnen sich in der Regel durch eine enge Kooperation mit dem Kunden aus. Dienstleistungen werden meistens auf Nachfrage erbracht und Produkte auf Bestellung gefertigt. Oft handelt es sich dabei um Sonderanfertigungen, die auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten sind. Im Gutachten wird die beschriebene Handwerksdefinition nach der Handwerksordnung als Grundlage genommen.

Für die im Gutachten durchgeführte Umfrage wurden Gewerbegruppen nach Vorbild des Zentralverbands des deutschen Handwerks gebildet, welcher eine Gewerbegruppeneinteilung in sieben Kategorien vornimmt (vgl. Zentralverband des Deutschen Handwerks e.V. (2014)). Die gebildeten Gewerbegruppen sind (vgl. auch Tabelle 3-1 für eine ausführliche Darstellung):

- Bauhauptgewerbe (z. B. Maurer und Betonbauer, Zimmerer, Dachdecker)
- Ausbaugewerbe (z. B. Maler und Lackierer, Klempner, Elektrotechniker)
- Handwerke für den gewerblichen Bedarf (z. B. Feinwerkmechaniker, Elektromaschinenbauer, Metallbauer)
- Kraftfahrzeuggewerbe (z. B. Karosserie- und Fahrzeugbauer, Kraftfahrzeugtechniker)
- Lebensmittelgewerbe (z. B. Bäcker, Konditor, Fleischer)
- Gesundheitsgewerbe (z. B. Augenoptiker, Zahntechniker, Hörgeräteakustiker)
- Personenbezogenes Dienstleistungsgewerbe (z. B. Friseure, Textilreiniger, Fotografen)

Durch diese vorgenommene Einteilung können in der Umfrage branchenabhängige Unterschiede hinsichtlich der Entwicklung der Digitalisierung erkennbar gemacht werden. Auf diese Weise kann der Fokus der Beurteilung und Empfehlung deutlich präziser gesetzt werden. Des Weiteren wird durch die gewählte Gruppierung sichergestellt, dass jede Gewerbegruppe eine Stimme erhält. Bei einer gröberen Gruppierung, würde man lediglich eine Aussage über den Branchendurchschnitt erhalten.

Tabelle 3-1: Gewerbegruppeneinteilung nach dem Zentralverband des Deutschen Handwerks e.V. (2014)

<p>1. Bauhauptgewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maurer und Betonbauer - (Maurer, Beton-und Stahlbetonbauer, Feuerungs- und Schornsteinbauer) - Zimmerer - Dachdecker - Straßenbauer - Gerüstbauer <p>2. Ausbaugewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maler und Lackierer - Klempner - Installateur und Heizungsbauer - (Gas- und Wasserinstallateure; Zentralheizungs- und Lüftungsbauer) - Elektrotechniker - (Elektroinstallateure, Elektromechaniker, Fernmeldeanlageelektroniker) - Tischler - Raumausstatter - Glaser - Fliesen-, Platten- und -Mosaikleger - Stukkateure <p>3. Handwerke für den gewerblichen Bedarf</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feinwerkmechaniker 	<p>4. Kraftfahrzeuggewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Karosserie- und Fahrzeugbauer - Kraftfahrzeugtechniker (Kraftfahrzeugmechaniker, Kraftfahrzeugelektriker) <p>5. Lebensmittelgewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bäcker - Konditoren - Fleischer <p>6. Gesundheitsgewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augenoptiker - Zahntechniker - Hörgeräteakustiker - Orthopädienschuhmacher - Orthopädietechniker <p>7. Personenbezogene Dienstleistungsgewerbe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Friseure - Schuhmacher - Uhrmacher - Maßschneider - Fotografen - Textilreiniger - Kosmetiker
--	--

<ul style="list-style-type: none">- (Maschinenbaumechaniker, Werkzeugmacher, Dreher, Feinmechaniker)- Elektromaschinenbauer- Landmaschinenmechaniker- Kälteanlagebauer- Metallbauer- Gebäudereiniger- Informationstechniker- Schilder-und Lichtreklamehersteller	
---	--

4 Status Quo - Digitalisierungsansätze aus der Industrie und Forschung

Im vorliegenden Abschnitt werden insgesamt 43 umfassende Veröffentlichungen zum Themenfeld Industrie 4.0 aufgelistet, kategorisiert und mit Kernaussagen beschrieben. Im darauf folgenden Abschnitt 4.2 werden dann die untersuchten Quellen hinsichtlich vorherrschender Charakteristik („Handlungsempfehlung“, „Ausblick“, „Forschungsbericht“ sowie „Studie“) und der Untersuchungsschwerpunkte („Handwerk“, „Mittelstand“, „sonstige produzierende Unternehmen“ sowie „kein besonderer Branchenfokus“) gruppiert. Aufbauen hierzu wird in Abschnitt 4.3 konkret auf mögliche Technologien und Technologiefelder eingegangen, welche ein hohes Innovationspotenzial auch für das Handwerk aufweisen.

4.1 Aktueller Entwicklungsstand und Innovationspotenziale

Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse – Herausforderungen und Chancen für das Handwerk

Institution	Verein zur Förderung des Heinz-Piast-Instituts für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover e.V.
Autor	Welzbacher, Christina; Pirk, Walter; Ostheimer, Anne; Bartelt, Karen; Bille, Jens; Klemmt, Markus
Ort und Jahr	Hannover, 2015
Kategorie	Studie, Handwerk, Deutschland

Identifikation gewerbeübergreifender und gewerbespezifischer Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung sowie die Abfrage der individuellen Betroffenheit in den jeweiligen Gewerken.

- Das Thema Digitalisierung ist insbesondere bei vielen Kleinst- und Kleinbetrieben noch nicht angekommen
- "Internetauftritt", "Online-Marketing" und "IT-Sicherheit" haben nach den Beauftragten für Innovation und Technologie (BIT) die höchste Relevanz für das Handwerk
- Durch das geänderte Kundenverhalten entstehen neue Herausforderungen hinsichtlich der Kundenkommunikation, des Marketings und neuer Vertriebswege, Sichtbarkeit im Internet ist dabei essenziell
- Digitalisierung und die damit einhergehenden Aspekte wie Industrie 4.0 und Online-Handel stellen Chancen aber auch Risiken durch Markteintritte branchenfremder Unternehmen dar

WELZBACHER, C. ET AL. (2015): Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse: Herausforderungen und Chancen für das Handwerk. Eine Vorstudie im Rahmen der Konzeption eines Demonstrations- und Kompetenzzentrums im Handwerk, Hannover

Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand

Institution	agiplan GmbH, Fraunhofer IML, Zenit GmbH
Autor	Bischoff, Jürgen; Taphorn, Christoph; Wolter, Denise; Braun, Nomo; Feldbaum, Manfred; Goloverov, Alexander; Ludwig, Stefan; Hegmanns, Tobias; Prasse, Christian; Hompel, Michael ten; Döbbeler, Frederik; Fuss, Emanuel; Kirsch, Christopher; Mättig, Ben; Braun, Stefan; Guth, Michael; Kaspers, Mark; Scheffler, Doris
Ort und Jahr	Mühlheim an der Ruhr, 2015
Kategorie	Studie, produzierende Unternehmen, Mittelstand, Deutschland

Identifikation von Potenziale durch Industrie 4.0 für deutsche, produzierende mittelständische Unternehmen, Ermittlung des derzeitigen Umsetzungsstands und Ableitung eines Aktionsportfolio, mit dem Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu einer möglichst breiten Umsetzung von Industrie 4.0 im Mittelstand beitragen können.

Die wichtigsten Technologien für die Anwendung von Industrie 4.0 lassen sich in den sechs Technologiefeldern Kommunikation, Sensorik, eingebettete Systeme, Aktorik, Mensch-Maschine Schnittstelle und Software/ Systemtechnik zusammenfassen

Die aktuellen Forschungsschwerpunkte von Industrie 4.0 liegen in den fünf Funktionsbereichen Datenerfassung und -verarbeitung, Assistenzsysteme, Vernetzung und Integration, Dezentralisierung und Serviceorientierung, Selbstorganisation und Autonomie

Datenerfassung und -verarbeitung ist größtenteils Standard bei gleichzeitig unzureichender Potenzialausschöpfung der Daten

Assistenzsysteme werden nur teilweise eingesetzt bedingt durch ein Wissensdefizit hinsichtlich der technischen Möglichkeiten

Unternehmen sind geprägt durch ein starkes Silodenken, das eine stärkere Zusammenarbeit unternehmensintern und im Netzwerk behindert

Dezentralisierung und Serviceorientierung bergen große Chancen für deren Realisierung diverse technische und rechtliche Fragestellungen noch ungeklärt sind

Selbstorganisation und Autonomie sind Zukunftsthemen, da sie im höchsten Maße von der Umsetzung der anderen Funktionsbereiche abhängig sind und mit enormen Investitionen einhergehen

BISCHOFF, J. ET AL. (2015): Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0‘ im Mittelstand, Mühlheim an der Ruhr

Zukunftschance Digitalisierung – Gute Geschäfte, zufriedene Kunden, erfolgreicher Mittelstand

Institution	BMWi
Autor	Radic, Marija; Maicher, Lutz; Dijk, Sandra; Große, Caroline; Göttert, Christiane; Siegmann, Jörg
Ort und Jahr	Paderborn, 2015
Kategorie	Umsetzungswegweiser (praktische Konzepte), Mittelstand, Deutschland

Der digitale Wandel erfasst die gesamte Wertschöpfungskette eines Unternehmens und hat einen massiven Einfluss auf das aktuelle und zukünftige Geschäftsmodell. Das BMWi stellt einen Ratgeber zur Umsetzung der Digitalisierung hinsichtlich entstehendem Mehrwert und Chancen bereit.

Die fünf wichtigsten Handlungsfelder im Rahmen der digitalen Transformation sind Geschäftsmodell, Kunden, Produktion, Geschäftsprozesse und Mitarbeiter

Nachhaltiges Wirtschaften ist ein positiver Nebeneffekt der Digitalisierung

Direkter Kundenkontakt entsteht zunehmend über das Internet

Industrie 4.0 gestaltet die Produktion flexibler, schneller, individueller und spart Kosten ein

RADIC, M. ET AL. (2015): Zukunftschance Digitalisierung: Gute Geschäfte, zufriedene Kunden, erfolgreicher Mittelstand. Ein Wegweiser, Paderborn

Industrie 4.0 – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland

Institution	BMWi
Autor	Wischmann, Steffen; Wangler, Leo; Botthof, Alfons
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Studie, kein Branchenfokus, Deutschland

Untersuchung von Industrie 4.0 hinsichtlich der strukturellen Auswirkungen auf die Wertschöpfungsketten, den Potenzialen auf internationaler und nationaler Ebene sowie Motivationen und Hemmnisse auf Unternehmensebene. Als Datengrundlage dienen vorangegangene Studien, sowie eine eigenständig durchgeführte Befragung.

22% der befragten Unternehmen weisen einen hohen Digitalisierungsgrad ihrer vertikalen und horizontalen Wertschöpfungsketten auf

Es herrscht eine durchweg positive Erwartungshaltung bezüglich der durch Industrie 4.0 zu erwartenden volks- und betriebswirtschaftlichen Effekte, trotzdem agieren viele Unternehmen noch zögerlich aufgrund der mittelfristig nicht renditeträchtigen Investitionskosten

Deutschland ist in fast allen entscheidenden technologischen Zukunftsfeldern international sehr gut aufgestellt, um nicht nur als Anwender von Industrie 4.0 zu profitieren, sondern in wichtigen Schlüsselsektoren auch Leitanbieter zu werden

Steigerung der Produktivität, des Umsatzes, der Produktionsflexibilität bei gleichzeitiger Kostensenkung sind die wichtigsten Treiber der Umsetzung von Industrie 4.0

KMU sehen leicht höhere Potenziale bei der Umsetzung als Großunternehmen, stehen gleichzeitig aber vor schwerwiegenden Herausforderungen

Netzwerkeffekte könnten die aktuell negative Investition-Umsatz-Rechnung positiv beeinflussen

WISCHMANN, S., WANGLER, L. & BOTTHOF, A. (2015): Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Berlin

Industrie 4.0 – Potenziale am Standort Hamburg

Institution	Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)
Autor	Rische, Marie-Christin; Schlitte, Friso; Vöpel, Henning
Ort und Jahr	Hamburg, 2015
Kategorie	Studie, kein Branchenfokus, Hamburg

Umfassende Analyse der volkswirtschaftlichen Bedeutung von Industrie 4.0 für den Standort Hamburg. Die Analyse beinhaltet einen Ausblick auf die erwarteten Veränderungen im Produktionsprozess, sowie die Darstellung mögliche Auswirkungen auf die Volkswirtschaft und Umsetzungshemmnisse im Allgemeinen. Bezogen auf den Standort Hamburg werden spezifischen Chancen und Herausforderungen aufgezeigt, ferner wird der Stand der Umsetzung und die Erwartungen der Hamburger Unternehmen auf Basis einer Unternehmensbefragung behandelt.

Das größte Risiko von Industrie 4.0 besteht im Verpassen der Entwicklung durch Passivität oder Untätigkeit

Der Wettbewerb in der Industrie wird sich durch neue branchenfremde Player fundamental verändern

Hamburger Unternehmen können von der bereits starken Verflechtungen von Industrie und Dienstleistung profitieren

Zu meisternde Herausforderungen sind technischen und rechtlichen Fragestellung, sowie die neuen Anforderungen an die Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten

Der Wandel bezieht sich nicht nur auf betriebsinterne Produktionsprozesse, sondern speziell die Vernetzung von Prozessen über Wertschöpfungsstufen hinweg wird deutlich zunehmen

Große Umsetzungshemmnisse können für den Hamburger Mittelstand neben Finanzierungsfragen auch fehlendes Know-how und die Deckung des Bedarfs von spezifischen Fachkräften darstellen

Das Thema Industrie 4.0 steht bei fast allen Hamburger Unternehmen auf der Agenda, aufgrund der Komplexität fehlen zu meist noch konkrete Handlungsoptionen

RISCHE, M.-C., SCHLITTE, F. & VÖPEL, H. (2015): Industrie 4.0 - Potenziale am Standort Hamburg, Hamburg

Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung

Institution	Ingenics AG, Fraunhofer IAO
Autor	Schlund, Sebastian; Hämmerle, Moritz; Strölin, Tobias
Ort und Jahr	Ulm, 2014
Kategorie	Studie, produzierende Unternehmen, Deutschland

Darstellung des Umsetzungsstands von Industrie 4.0 in deutschen Industrieunternehmen basierend auf einer Befragung von 518 Produktionsverantwortlichen. Ein klarer Schwerpunkt liegt dabei auf den erwarteten Auswirkungen für die Arbeitsgestaltung und -organisation.

Hoher Mehrwert von Industrie 4.0 wird in einer Effizienzsteigerung der Supply Chain, der Auftragsabwicklung, der Maschinenvernetzung und der Digitalisierung des Shopfloor Managements gesehen

Die strategische Ausplanung und Umsetzung von Industrie 4.0 ist bisher gering, nur 6% der Befragten schätzen die Industrie 4.0-Fähigkeit als bereits stark ausgeprägt ein und erst 29% haben eine Industrie 4.0 Strategie

Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen sind fehlende Veränderungsfähigkeit in der Organisation und fehlende technische Voraussetzungen wie Datenqualität, sowie die Berücksichtigung des Schutzes mitarbeiterbezogener Daten

Bei der Aufgabenverteilung in der Produktionsarbeit wird eine Verschiebung von einfacheren, manuellen zu planenden, steuernden Tätigkeiten erwartet

Die Digitalisierung macht Arbeitsprozesse und -ergebnisse transparenter, wodurch eine Flexibilisierung der Arbeitszeitsysteme erwartet wird

SCHLUND, S., HÄMMERLE, M. & STRÖLIN, T. (2014): Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung: Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden, Ulm

Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler!

Institution	Commerzbank AG
-------------	----------------

Herausgeber	Commerzbank AG
Ort und Jahr	Frankfurt am Main, 2015
Kategorie	Studie, Mittelstand, Deutschland

Darstellung des Umgangs mit den neuen digitalen Technologien und der Wachstumsstrategien angesichts der sich verändernden digitalen Rahmenbedingungen basierend auf einer Befragung von 4.000 Führungskräften um die Herausforderungen Digitalisierung, Effizienzdruck und Flexibilität zu beschreiben.

Effizienzsteigerung wird zur Kernaufgabe des Managements durch die veränderte Wettbewerbssituation im deutschen Mittelstand

Anzeichen deuten darauf hin, dass sich Schlüsseltechnologien im Umbruch befinden und bisherige Geschäftsmodelle infrage gestellt werden

Eine Gruppe innovativer Unternehmen zieht heute schon großen Nutzen aus der Digitalisierung und nutzt neue Technologien in nahezu allen Handlungsfeldern ein

Digitale Innovatoren gibt es in allen Branchen, Größenklassen und Altersgruppen

Digitaler Fortschritt kann ein entscheidender Wettbewerbsvorteil werden, wird aber oft noch zurückgestellt

COMMERZBANK AG (Hg.) (2015): Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler!, Frankfurt am Main

Industry 4.0 – The new industrial revolution – How Europe will succeed

Institution	Roland Berger Strategy Consultants GmbH
Autor	Blanchet, Max; Rinn, Thomas; von Thaden, Georg; de Thieulloy, Georges
Ort und Jahr	München, 2014
Kategorie	Lösungsansätze, kein Branchenfokus, Europa

Roland Berger Strategy Consultants betrachten Industrie 4.0 europaweit und analysieren die Auswirkungen auf die jeweiligen Volkswirtschaften. Da der Anteil qualifizierter Arbeitsplätze in der Industrie sehr hoch ist, ist industrielle Wertschöpfung für Europa unverzichtbar. Dennoch verlieren die meisten Länder an Industrie anteilig an ihrer Wertschöpfung.

Industrie 4.0 wird nicht synonym für die vierte industrielle Revolution gebraucht, sondern als Antwort auf die für eine Revolution notwendigen Fragestellungen aufgefasst. Um einzelne Staaten vergleichen zu können, wird der "RB Industry 4.0 Readiness Index" eingeführt.

Europa wird bescheinigt, besser auf Industrie 4.0 vorbereitet zu sein, als häufig behauptet werde. Es wird eine neue Agenda zur Umsetzung von Industrie 4.0 in Europa vorgeschlagen.

Die "Big 3" Aussagen von Roland Berger Strategy Consultants zu Industrie 4.0:

- Der Anteil der Schwellenländer an der weltweiten Produktion beträgt 40% (bei insges. 6,577 Mrd. Euro). In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich dieser Anteil verdoppelt. Westeuropa hat über 10% industrieller Wertschöpfung verloren (von 36% auf 25%)
- Um eine Vorreiterrolle bezüglich Industrie 4.0 einzunehmen, muss Europa über die nächsten 15 Jahre 90 Mrd. Euro pro Jahr investieren - insgesamt 1.350 Mrd. Euro
- Traditionelle Industriepolitik wird nicht genug Unterstützung für Wertschöpfung in Europa bieten. Um das Ziel eines 20% Industrieanteils an der Bruttowertschöpfung zu erreichen (heute 15%), ist eine neue Agenda zur Umsetzung von Industrie 4.0 in Europa notwendig

Europa ist in der Lage, das angestrebte Ziel von 20% industrieller Wertschöpfung zu erreichen

Industrie 4.0 erhöht neben der Produktivität auch Profitabilität und Kapitalintensität

BLANCHET, M. ET AL. (2014): Industry 4.0: The new industrial revolution - How Europe will succeed, München

Die digitale Transformation der Industrie – Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist.

Institution

Roland Berger Strategy Consultants GmbH, BDI

Autor

Bloching, Björn; Leutiger, Philipp; Oltmanns, Thorsten; Rossbach, Carsten; Schlick, Thomas; Remane, Gerrit; Quick, Paul; Shafranyuk, Oksana

Ort und Jahr

München, 2015

Kategorie

Lösungsansätze, kein Branchenfokus, Europa

Analyse der Implikationen und des Gesamteffekts der digitalen Transformation für das „industrielle Herz“ Deutschlands und Europas. Daraus abgeleitet konkrete Handlungsempfehlungen für die Unternehmen und ihre Verbände sowie für die Politik in Deutschland und Europa, um beider Zukunft als Industriestandort zu sichern und positive Beschäftigungseffekte zu erzielen.

Die digitale Transformation der Industrie bietet Europa enorme Chancen und stellt es vor große Herausforderungen, in den nächsten 10 Jahren kann ein Zuwachs der industriellen Bruttowertschöpfung von 1,25 Billionen Euro realisiert werden, aber auch ein Verlust von 605 Milliarden Euro

Die digitale Transformation der Industrie konfrontiert die Volkswirtschaften Europas mit einem radikalen Strukturwandel, Unternehmen müssen ihre Fähigkeiten hinterfragen und ihre digitale Reife erhöhen

Die digitale Transformation der Industrie verlangt nach gemeinsamen Aktionen Europas, hier ist die offensive Auseinandersetzung mit der Standardisierung der digitalen Wirtschaft von entscheidender Bedeutung

Die digitale Transformation sollten Unternehmen in einem drei-Schritte-Plan angehen, beginnend bei der Analyse des Einflusses digitaler Technologien auf die Industrie über den Abgleich mit der eigenen Position des Unternehmens zur Entwicklung einer Umsetzungslandkarte

BLOCHING, B. ET AL. (2015): Die digitale Transformation der Industrie: Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist, München

Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector

Institution	McKinsey&Company
Herausgeber	McKinsey&Company
Jahr	2015
Kategorie	Studie, Lösungsansätze, produzierende Unternehmen, Deutschland, USA, Japan

Die Studie analysiert die Chancen, Risiken und Hemmnisse bei der Umsetzung von Industrie 4.0 aus der Sicht von mehr als 300 Entscheidern aus der produzierenden Industrie in Deutschland, USA und Japan. Daraus abgeleitet werden konkrete Handlungsfelder und deren Ausgestaltung.

Deutsche Unternehmen erwarten eine Produktivitätssteigerung von über 20% durch Industrie 4.0

Ein Großteil der Unternehmen erwartet im Kerngeschäft von Firmen aus dem IT-Sektor angegriffen zu werden und sehen daher Vorteile neuer Technologien wie 3D-Druck, Big Data, Internet der Dinge eher als Risiko und nicht als Chance, wobei Industrie 4.0 insgesamt als Chance wahrgenommen wird

US-Unternehmen investieren mehr als das doppelte für Industrie 4.0 relevante Themen im Vergleich zu deutschen Unternehmen

Die größten Hindernisse der Umsetzung werden in dem Wissen der Mitarbeiter, der Datensicherheit und einheitlichen Datenstandards gesehen

Die Ausnutzung der Potenziale von Industrie 4.0 erfordert Handlungen der Unternehmen in drei Dimensionen

- Vorantreiben der Operational Excellence auf Basis der Integration und Analyse von Daten im ganzen Unternehmen, sowie einer stärkeren Vernetzung über die Wertschöpfungskette
- Adaptieren neuer Geschäftsmodelle zur Erschließung neuer Wertschöpfungspotenziale
- Setzen des Fundamentes für die digitalen Produktion durch besseres Nutzen von Daten, Aufbauen von Mitarbeiterfähigkeiten, Sichern des Zugangs zum Kunden, schneller umsetzen, Erhöhen der Datensicherheit

MCKINSEY&COMPANY (2015): Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector

Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution

Institution	Strategy&, PwC
Autor	Geissbauer, Reinhard; Schrauf, Stefan; Koch, Volkmar; Kuge, Simon
Ort und Jahr	Frankfurt am Main, 2014
Kategorie	Studie, Lösungsansätze, kein Branchenfokus, Deutschland

In dieser Studie wurden 235 Unternehmen, sowohl Konzerne als auch KMU, aus den fünf verschiedenen Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Automobilzulieferer, Prozessindustrie, Elektro- und Elektronikindustrie und Informations- und Kommunikationsindustrie befragt. Gegenstand der Befragung war die Herangehensweise der Unternehmen hinsichtlich der Gestaltung zum digitalen Wandel und die sich daraus erschließenden Wachstumspotenziale.

Industrie 4.0 verändert das Unternehmen als Ganzes und ist somit ein Thema welches auf die Vorstandsebene gehört. Es birgt sowohl für die Unternehmen als auch für die Politik und Industrieverbände Herausforderungen und muss gemeinsam gelöst werden.

Das Investitionsvolumen für Industrie 4.0-Anwendungen wird bis 2020 auf etwa 40 Milliarden Euro ansteigen und über 80 % der Unternehmen werden somit ihre Wertschöpfungskette digitalisiert haben. Die mit Industrie 4.0 einhergehende Digitalisierung erhöht die Produktions- und Ressourceneffizienz um etwa 18 % bis 2020. Durch die Digitalisierung wird die Möglichkeit geschaffen Daten besser zu nutzen und effizient zu analysieren.

Digitalisierung erweitert das Produkt- und Serviceportfolio nachhaltig und ermöglicht neue, oftmals disruptive Geschäftsmodelle. Durch horizontale Kooperationen können die Kundenanforderungen besser erfüllt werden.

GEISSBAUER, R. ET AL. (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, Frankfurt am Main

Studie Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie

Institution	Mieschke Hofmann und Partner (MHP), ESB Business School
Autor	Kelkar, Oliver; Heger, Roland; Dao, Dan-Khanh
Ort und Jahr	Ludwigsburg, 2014
Kategorie	Studie, produzierende Unternehmen, Deutschland

Diese Studie thematisiert das Verständnis über Industrie 4.0 und welche Relevanz Industrie 4.0 für die Industrie heute und morgen hat. Dabei werden die Anforderungen, die Industrie 4.0 mit sich bringt, beleuchtet. Dafür wurden die Äußerungen von insgesamt 227 Personen aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen ausgewertet.

Das Thema Industrie 4.0 ist nicht vollständig in allen Bereich und Ebenen angekommen. Im Maschinen- und Anlagenbau und Führungsetagen ist das Bewusstsein für Industrie 4.0 höher als in der Automobilindustrie respektive Mitarbeiterebene.

Die fehlende Transparenz über den wirtschaftlichen Nutzen von Industrie 4.0 stellt das Haupthindernis dar. Dabei sind insbesondere mittelständige Zulieferer hinterher.

KELKAR, O., HEGER, R. & DAO, D.-K. (2014): Studie Industrie 4.0: Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie, Ludwigsburg

Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk – Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014

Institution	Zentralverband des Deutschen Handwerks
Herausgeber	Zentralverband des Deutschen Handwerks
Ort und Jahr	Berlin, 2014
Kategorie	Studie, Handwerk, Deutschland

In den vergangenen Jahren haben neue Informations- und Kommunikationstechnologien in starkem Maße Einzug in die Produktions- und Geschäftsprozesse gehalten. E-Mail und Internet gehören zum Geschäftsalltag, der Online-Handel mit Produkten steigt rasant, und Apps beschleunigen die Entwicklung durch die Ausdehnung auf mobile Geräte, aber auch durch komplett neue Anwendungen. Umfrage gibt einen Überblick über die Beteiligung des Handwerks an dieser Entwicklung. Im Fokus stehen dabei die konkret verwendete Software, die Nutzung des Internets, die Absicherung von Daten und der Unterstützungsbedarf für Handwerksorganisationen.

Die Nutzung von digitalen Endgeräten wie Notebooks, Tablets und Smartphones ist durchweg gegeben mit einem Fokus auf Internetzugang, E-Mail und Office-Anwendungen

Eine geringe Breitbandanbindung stellt teilweise ein Hemmnis dar

Online-Plattformen wie myhammer.de, Amazon oder Ebay werden noch sehr wenig genutzt

Das Schlagwort „Internet der Dinge“ und die damit einhergehenden intelligenten, vernetzten Produkte sind überwiegend unbekannt

Aspekte der Digitalisierung wie Marktplätze im Internet oder die steigenden Individualisierungsmöglichkeiten von Produkten werden eher als Chance wahrgenommen

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN HANDWERKS (2014): Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk: Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014, Berlin

Digitalisierung im Mittelstand

Institution	Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Autor	Reker, Jürgen; Böhm, Klaus
Jahr	2013
Kategorie	Studie, Mittelstand, Deutschland

Die Ausbreitung digitaler Wertschöpfungsaktivitäten und insbesondere moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) hat in den letzten Jahren enorm an Dynamik gewonnen. Diesem Trend muss sich auch der Mittelstand stellen. Die Studie stellt auf der Grundlage von 41 Fallstudien mittelständischer Unternehmen sowie persönlichen Experteninterviews dar, in wie weit der Mittelstand im Bereich der Digitalisierung an aktuellen Entwicklungen aktiv partizipiert, welchem Einfluss die mittelständischen Geschäftsmodelle in Folge unterliegen und in welchen Funktionsbereichen die Auswirkungen besonders stark zu spürbar sind.

73% im Mittelstand weisen der Digitalisierung eine hohe oder sehr hohe Aktualität zu

Zunehmende Prozessorientierung im Mittelstand und damit erforderte Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg haben eine Zunahme der Digitalisierung zur Folge

Digitalisierung erhöht die Effektivität und Effizienz der Arbeit, was in sehr positiven Effekten auf die individuelle Belastung resultiert

Der Digitalisierungsgrad der mittelständischen Geschäftsmodelle ist eher niedrig ausgeprägt, für die kommenden Jahre sind die Meinungen zur Geschäftsmodellveränderung geteilt

Die Datenmigration in mittelständischen Unternehmen ist mit zahlreichen Herausforderungen behaftet, insbesondere fehlerhafte Kalkulation des Projektes und schlechten Datenqualität

REKER, J. & BÖHM, K. (2013): Digitalisierung im Mittelstand

Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go! – Manufacturing at the verge of a new industrial era

Institution	Capgemini Consulting
Autor	Bechtold, Jochen; Lauenstein, Christoph
Jahr	2014
Kategorie	Studie, Lösungsansätze, produzierende Unternehmen, Deutschland

Diese Studie thematisiert die Sichtweise von produzierenden Unternehmen auf die Digitalisierung und wie sie mit dieser umgehen. Basierend auf dem Status Quo der Umsetzung werden konkrete Handlungsfelder aufgezeigt, um die Wertschöpfungspotenziale der Digitalisierung zu nutzen.

Ein Großteil der produzierenden Unternehmen sehen die Notwendigkeit für Digitalisierung zur Sicherung einer nachhaltigen Wettbewerbsfähigkeit

Digitale Top-Performer haben begonnen das Wachstumspotenzial der Digitalisierung auszunutzen

Eine zunehmende Anzahl produzierender Unternehmen implementiert Cyber-Physische-Produktionssysteme (CPPS)

Im Schnitt ist die digitale Reife noch nicht ausgeprägt, die meisten produzierenden Unternehmen stehen noch am Anfang der Digitalisierung, nur in einzelnen Feldern wie Operational Excellence zeigt sich ein höherer Reifegrad

Die Digitalisierungspotenziale können über vier Schlüsseldimensionen genutzt werden, integrierte Geschäftsplanung, datengetriebene Business Excellence, cyber-physische Supply Chain und digitales Servicemanagement

BECHTOLD, J. & LAUENSTEIN, C. (2014): Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go! – Manufacturing at the verge of a new industrial era

Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2014

Institution	BMWi
Autor	Graumann, Sabine; Bertschek, Irene
Ort und Jahr	Berlin, 2014
Kategorie	Studie, kein Branchenfokus, Weltweit

Der Report fokussiert auf die Rolle der Informations- und Kommunikationstechnologien als Treiber von Innovationen. Er fragt nach dem Mehrwert der digitalen Wirtschaft sowie der Gründungsdynamik der IKT-Branche und stellt unter anderem die deutsche Digitale Wirtschaft im internationalen Vergleich zu 14 ausgewählten Standorten in Europa, Asien und Amerika dar. Um die Performance der Digitalen Wirtschaft in diesen Ländern vergleichbar bewerten zu können, werden 33 Kernindikatoren aus den drei Teilbereichen Markt, Infrastruktur und Nutzung genutzt.

IKT-Branche liegt in Deutschland mit einem Anteil von 4,7 Prozent an der gewerblichen Wertschöpfung gleichauf mit dem Automobilbau und vor der Traditionsbranche Maschinenbau

36% deutscher Industrieunternehmen haben seit 2013 IKT-basierte Innovationen eingeführt

Deutschland liegt im internationalen Vergleich auf Platz fünf in der Leistungsfähigkeit der Digitalen Wirtschaft

Im internationalen Vergleich ist die deutsche Glasfaserpenetration unterdurchschnittlich, mittel- bis langfristig kann das zum Problem werden, da sich Unternehmen eine Ansiedlung in einem Land, das keine flächendeckende, hochleistungsfähige Breitbandanbindung bietet, nicht mehr leisten können

Es ist notwendig, Gesetze zu entwickeln, die gleiche Bedingungen für alle Marktteilnehmer ermöglichen, dabei muss die deutsche Digitalpolitik in einen europäischen und weltweiten Kontext eingebettet werden mit einer europaweiten Datenschutzverordnung

Digitalpolitik ist als die zentrale, gemeinsame Gestaltungsaufgabe von Wirtschaft, Wissenschaft, Forschung, Politik und Gesellschaft zu verstehen

GRAUMANN, S. & BERTSCHEK, I. (2014): Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2014: Innovationstreiber IKT, Berlin

Strategie 2030 - Digitalökonomie

Institution	Berenberg, HWWI
Autor	Hungerland, Fabian; Quitzau, Jörn; Zuber, Christopher; Ehrlich, Lars; Growitsch, Christian; Rische, Marie-Christin; Schlitte, Friso
Ort und Jahr	Hamburg, 2015
Kategorie	Ausblick, allgemein mit zusätzlichem Fokus auf Automobilindustrie und Finanzsektor, Deutschland

Die Studie gibt einen Überblick über die Digitalisierung mit einem Fokus auf der Automobilindustrie und dem Finanzsektor. Aufbauend auf den Ergebnissen und dem Geschäftsmodell Deutschland werden Zukunftsszenarien abgeleitet für die weitere Entwicklung, um einen Ausblick auf die zu erwartenden Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft geben.

Die Digitalisierung verändert Wirtschaft und Gesellschaft von Grund auf, nach der Automatisierung erfolgt nun die Dezentralisierung der Produktion durch die Vernetzung von Maschinen

Am Standort Deutschland gibt es noch eine ganze Reihe gravierender Schwachstellen wie Rückstände in der digitalen Infrastruktur und bei der Softwareentwicklung, die den Anschluss an die Digitalisierung verpassen lassen

Ein wichtiges Merkmal der Digitalökonomie ist in vielen Produktionsbereichen der erhebliche Rückgang der Grenzkosten, die Folge könnte Überfluss statt Knappheit sein

Besitz verliert, und Nutzungsmöglichkeiten gewinnen an Bedeutung („Shared Economy“)

Aufgrund digitaler Technologien gibt es eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle, die die bestehenden Märkte grundlegend verändern und alte Geschäftsmodelle unter Druck setzen

Es besteht das Risiko der technologischen Arbeitslosigkeit im Zuge von Industrie 4.0, obwohl bei vergangenen industriellen Revolutionen gegen die Erwartungen diese ausgeblieben ist

Eine Szenariorechnung beziffert die zusätzlichen jährlichen Wertschöpfungspotenziale durch Industrie 4.0 bis zum Jahr 2030 auf 17 bis 25 Mrd. Euro

HUNGERLAND, F. ET AL. (2015): Strategie 2030 - Digitalökonomie, Hamburg

Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0

Institution	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Autor	Spath, Dieter; Ganschar, Oliver; Gerlach, Stefan; Hämmerle, Moritz; Krause, Tobias; Schlund, Sebastian
Ort und Jahr	Stuttgart, 2013
Kategorie	Studie, produzierende Unternehmen, Deutschland

Die Studie des Fraunhofer IAO stellt eine Arbeitsgrundlage für die aktive Gestaltung der vierten industriellen Revolution dar. Ziel ist es Unternehmen auf ihrem Weg in die Industrie 4.0 zu unterstützen. Dafür werden in der Studie drei Kernthemen verfolgt: die zukünftige Entwicklung der Produktionsarbeit, die Integration neuer Technologien wie Mobilgeräten, Cyber-Physical Systems (CPS) und Social Media in der Produktion, sowie die Auswirkungen der Flexibilität auf die Produktionsarbeit. Im Rahmen der Studie wurden 661 Unternehmen befragt und zudem 21 Experten interviewt.

Obwohl sich Automatisierung auch zunehmend für kleinere Serien durchsetzt bleibt der Mensch ein wichtiger Bestandteil der Produktion.

Flexibilität stellt einen Schlüsselfaktor für die Produktionsarbeit in Deutschland dar.

Neben der CPS-Vernetzung wird es wichtig intelligente Datenaufnahme, -speicherung und -verteilung durch Objekte und Menschen sicherzustellen.

Die Steuerung wird zunehmend dezentralisiert, jedoch ist eine vollständige Autonomie dezentraler Objekte nicht absehbar.

Anstieg des Qualifikationsniveaus der Mitarbeiter wird nötig, um kurzfristige, weniger planbare Arbeitstätigkeiten auszuführen.

Kollaboration zwischen Mitarbeitern aus Entwicklung und Produktion wird zunehmend wichtig im Produktentstehungsprozess.

SPATH, D. ET AL. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft: Industrie 4.0, Stuttgart

Industrie 4.0 - Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor

Institution	Deutsche Bank Research
Autor	Heng, Stefan
Ort und Jahr	Frankfurt am Main, 2014
Kategorie	Studie, kein Branchenfokus, Deutschland

Deutsche Bank Research untersucht Industrie 4.0 im größeren Kontext einer vollständig intelligenten Umgebung. Dabei wird das Dreieck Smart Production - Smart Factory - Smart Product mit seiner Umwelt, gegeben durch Smart Mobility, Smart Logistics, Smart Grid und Smart City, verbunden. Die verschwimmenden Grenzen öffnen hier Möglichkeiten zur Kosteneinsparung bei Kapital, Energie und Personal. Neben Kosteneinsparungen ergibt sich aber auch eine hinsichtlich Zeit, Ort, Stückzahlen und Produktgestaltung vollständig flexible Produktion. Es wird auf verschiedene Herausforderungen für die Umsetzung der Industrie 4.0-Prinzipien eingegangen.

Deutsche Strukturen begünstigen industrielle Weiterentwicklung

Die Erwartungen der Anwender an Industrie 4.0-Technik werden häufig nicht erfüllt

Nach dem typischen Hype und der folgenden Desillusion ist es gut möglich, dass in einigen Jahren nicht mehr von Industrie 4.0 gesprochen wird - die zugrunde liegenden Prinzipien werden jedoch fortleben

Individualisierung wird durch Industrie 4.0 nicht nur für den Kunden, sondern auch für Arbeitgeber und -nehmer z. B. durch individuelle Arbeitsplatzgestaltung möglich

HENG, S. (2014): Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor, Frankfurt am Main.

Industrie 4.0: Status Quo und Entwicklungen in Deutschland

Institution	Experton Group
Autor	Weiss, Michael; Zilch, Andreas; Schmeiler, Frank
Ort und Jahr	Ismaning, 2014
Kategorie	Studie, kein Branchenfokus, Deutschland

Die Studie stellt den Industrie 4.0 Status Quo und die Entwicklungen in Deutschland aus Sicht der Anwender dar, die mit den Bewertungen und Erwartungen der Experton Group verknüpft wird. Die Ergebnisse basieren auf der telefonischen Befragung von insgesamt 368 Wissensträgern in Unternehmen relevanter Branchen mit mehr als 100 Mitarbeitern in Deutschland, sowie der Durchführung diverser Expertengespräche.

Die Umsetzung von Industrie 4.0 wird aktuell mit Zeiträumen von 5 – 20 Jahren angegeben, das deutet auf zwei Entwicklungen hin. Große Unternehmen planen und setzen aktuell noch mehr Industrie 4.0 Projekte um, als die mittleren und die kleinen Unternehmen. Die Relevanz von Industrie 4.0 scheint trotzdem auch bei den kleinen und mittleren Unternehmen angekommen zu sein

Die Zahl umgesetzter Projekte fällt in der Gesamtbetrachtung derzeit noch gering aus, allerdings die Projektpipeline für das nächste und die weiteren 2-3 Jahre besser gefüllt

Industrie 4.0 ist der wichtigste ICT-Trend in Deutschland

Deutsche Unternehmen werden bis zum Jahr 2020 rund 10,9 Milliarden Euro in ICT-Lösungen für Industrie 4.0 investieren

Netzwerk-Technologien, das Cloud Computing, die Smart Sensors und Applikationen werden als wichtige Enabler für Industrie 4.0 – Lösungen eingeschätzt

Die Beziehung zwischen Industrie 4.0, neuer Technologie, neuen Geschäftsmodellen und Wirtschaftspotenzial ist einigen Entscheidungsträgern noch nicht transparent, auch haben knapp 30 Prozent aller Studien Teilnehmer noch nie etwas von Industrie 4.0 gehört

Fehlende Ressourcen werden als größtes Hemmnis, sowie der Umgang mit Daten als größte technische Herausforderung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 angesehen

WEISS, M., ZILCH, A. & SCHMEILER, F. (2014): Industrie 4.0: Status Quo und Entwicklungen in Deutschland, Ismaning.

APPsist - Intelligente Wissensdienste für die Smart Production

Institution	BMW
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, produzierende Unternehmen, Deutschland

Im Projekt APPsist wird ein ganzheitlicher Ansatz für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in der Produktion entwickelt. Softwarebasierte Assistenzsysteme werden sich anhand spezifischer vorhandener Kompetenzen von Mitarbeitern automatisch auf deren Unterstützungsbedarf einstellen. Somit könnten Unterstützungen und Lernprozesse für die unterschiedlichsten Anforderungen entwickelt werden, wie z. B. für die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Wartung, Reparatur und vorbeugende Instandhaltung von Anlagen. Durch diese passgerechte Unterstützung können Mitarbeiter mit unterschiedlichem Vorwissen umfassender als bisher eingesetzt werden.

Berücksichtigung aller Arbeitsprozesse einer Fertigungsanlage oder -maschine, u. a. Inbetriebnahme, Produktion, Überwachung und Wartung.

Systematische Erfassung der Kompetenzprofile der Mitarbeiter und automatische Ausrichtung der Assistenzdienste an ihrem Wissen und ihren Fähigkeiten.

Anhand der Anwendungsszenarien werden konkrete Geschäftsmodelle für die APPsist-Dienste aufgezeigt und erprobt.

Die Arbeiten im Projekt werden im Dialog mit den Beschäftigten, den Anwendungspiloten und ihren Interessenvertretern durchgeführt.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMW) (2015): APPsist - Intelligente Wissensdienste für die Smart Production, Berlin

CoCoS - Context-Aware Connectivity and Service Infrastructure for Cyber-Physical Production Systems

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, produzierende Unternehmen, Kommunikation, IT, Deutschland

CoCoS entwickelt eine intelligente Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, die eigenständig in der Lage ist, unterschiedlichste Komponenten einer Produktionslinie zu erkennen – wie etwa Maschinen und auch Werkstücke – und miteinander zu vernetzen. Sie soll darüber hinaus die Kommunikationsbrücke zwischen Produktions-, Logistik- und anderen eingesetzten Managementsystemen bilden, die zukünftig dezentral und virtuell ausgelegt werden können. Auch die eigenständige Vernetzung von unabhängigen Produktionssystemen an unterschiedlichen Standorten soll ermöglicht werden. Sowohl für die Inbetriebnahme der Produktionslinie als auch für erforderliche Anpassungen sind keine tief gehenden Fachkenntnisse erforderlich.

Die Komponenten einer Produktionslinie sind zu einem Kommunikationsnetzwerk verbunden.

Selbsteilung- und Virtualisierungsfunktionen werden auf IT-Netze in der Produktion übertragen und ermöglichen eine wesentlich einfachere Verwaltung sowie Erweiterung der Netzwerke.

Mit dem Konzept der In-Netzwerk-Datenverarbeitung wird die Belastung zentraler Knoten in Sensornetzwerken deutlich verringert. Damit sinken die Laufzeiten der Nachrichten, zudem wird die Anzahl der Kommunikationsausfälle verringert.

Alle wichtigen Daten und Funktionen einer Komponente werden in einer einheitlichen Form als Services auf einer Dienstplattform angeboten. Die Integration von Komponenten zu einem Fertigungssystem oder die Implementierung neuer Steuerungs- und Managementfunktionen wird damit zu einer Kombination vorhandener Dienste zu neuen Services über eine einfach zu handhabende grafische Nutzeroberfläche („Orchestrierung“).

Produktionsanlagen lassen sich über mehrere Betriebsstätten hinweg sowohl hinsichtlich der Netzwerkkommunikation als auch auf Ebene der Fertigungsprozesse in einfacher Weise miteinander koppeln.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): CoCoS - Context-Aware Connectivity and Service Infrastructure for Cyber-Physical Production Systems, Berlin

FTF out of the box - Situative Verhaltenssteuerung für interaktive fahrerlose Transportfahrzeuge

Institution	BMWi
-------------	------

Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Kein Branchenfokus, Deutschland

FTF out of the box entwickelt intelligente, fahrerlose Transportfahrzeuge, die sich nach Anlieferung und einer durch den Menschen gesteuerten Einführungsfahrt selbstständig in der Fabrikhalle orientieren, sich ihre Umgebung einprägen und denen auf einfache Weise mittels Sprache oder Gesten z. B. Transportaufträge zugewiesen werden können. Gegenüber bisherigen Systemen entfallen aufwendige Einlern- und Nachkonfigurationsphasen, wie beispielsweise die Vorab-Implementierung einer Lagekarte oder die Anbringung von künstlichen Landmarken. So können für Kunden deutliche Einsparungen realisiert werden.

Hindernisse werden durchgängig mit Kameras erfasst, die auch für andere Zwecke, wie Objekterkennung oder automatische Dokumentation, eingesetzt werden können. Dies reduziert die Gerätekosten und die Komplexität der Bedienung.

Eine Kamera, die sowohl 2D-Bilder als auch Tiefeninformationen liefert, erhöht die Assistenzfunktion und erlaubt ein automatisches Ein- und Auslagern von Paletten selbst an schwer einsehbaren Stellen.

Neue Kamerasysteme erlauben die kombinierte Wiedergabe von Tiefeninformationen und farbigen 2D-Bildern. Dies erhöht das Spektrum an potenziellen Markierungen in der Umwelt zur Navigationssteuerung.

Mit Hilfe von 3D-Kamera-Systemen kann auf künstliche Markierungen, globale Positionssysteme oder kostenintensive Laserscanner verzichtet werden. Die Systeme sind damit sehr leicht in bestehende Infrastrukturen integrierbar.

Gestenbasierte Interaktion mit Hilfe der 3D-Kameras erlaubt neben einer sprachgestützten Interaktion die Auftragserteilung direkt vor Ort in der Logistikhalle ohne speziell dafür zu entwickelnde Interfaces oder Schnittstellen in den Leitstellen. Durch diese natürliche Interaktion sind Spezialkenntnisse zur Kontrolle der Fahrzeuge nicht mehr notwendig.

Der Mensch wird zur Schnittstelle zwischen der Lagerverwaltung und den Staplerfahrzeugen, die Paletten autonom aufnehmen und ablegen können. Spezielle Softwareentwicklungen sind nicht mehr notwendig und durch das einfache sprach- und gestenbasierte Bedienkonzept kann ein Lagermitarbeiter eine ganze Flotte von Staplern gleichzeitig bedienen.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): FTF out of the box - Situative Verhaltenssteuerung für interaktive fahrerlose Transportfahrzeuge, Berlin

GEMINI - Geschäftsmodelle für Industrie 4.0

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, kein Branchenfokus

Ziel des Projekts GEMINI sind tragfähige Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0. Das in GEMINI entstehende Instrumentarium ermöglicht den beteiligten Unternehmen und Organisationen, mit Hilfe von Methoden, Prozessen und IT-Werkzeugen individuelle Geschäftsmodelle zu entwickeln und umzusetzen.

Ein systematisches Vorgehen unterstützt die Geschäftsmodellentwicklung basierend auf Industrie 4.0-Geschäftsideen.

GEMINI stellt einen Katalog Industrie 4.0-spezifischer Geschäftsmodellmuster bereit.

Eine Methode zur Risikoabschätzung berücksichtigt die unterschiedlichen Risiken aller Akteure einer Wertschöpfungskette.

Ein Vorgehensmodell und eine Bibliothek mit Standardausprägungen von Wertschöpfungsnetzwerken befähigen Unternehmen vom Geschäftsmodell zu einem sinnvollen Wertschöpfungs-system zu gelangen.

Ein integriertes IT-Werkzeug unterstützt Anwender von einer Geschäftsidee bis zur Umsetzung eines Geschäftsmodells im Kontext Industrie 4.0.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): GEMINI - Geschäftsmodelle für Industrie 4.0, Berlin

InnoCyFer - Integrierte Gestaltung und Herstellung kundeninnovierter Produkte in cyber-physikalischen Fertigungssystemen

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, produzierende Unternehmen

Im Projekt InnoCyFer wird eine webbasierte Open- Innovation-Plattform entwickelt, auf der Kunden selbstständig und ohne spezifische Vorkenntnisse mit Hilfe eines Toolkits Produkte innerhalb der produktionstechnischen Möglichkeiten individuell nach eigenen Vorstellungen gestalten können. Für die Fertigung der kundeninnovierten Produkte werden neuartige Me-

thoden der Produktionsplanung und -steuerung nach dem Vorbild von Organisationsformen aus der Natur entwickelt. Diese ermöglichen eine hochflexible und adaptive automatisierte Fertigung der Produkte.

Durch die enge Verzahnung der Produktionsplanung und -steuerung mit der Open-Innovation-Plattform sind Änderungen auch noch im späten Produktentstehungsprozess möglich. Dabei erhält der Kunde jederzeit Rückmeldung über die Realisierbarkeit seiner Wünsche und die zu erwartenden Termin- und Kostenänderungen.

Auch komplexe technische Produkte lassen sich durch den Kunden mit Hilfe der Open-Innovation-Plattform individuell und frei gestalten.

Die bionische Produktionssteuerung ermöglicht eine schnelle autonome Anpassung des Produktionsprozesses an externe und interne Änderungen.

Zusätzlich zum Austausch zwischen Kunde und Hersteller findet über die Open-Innovation-Plattform auch eine Kommunikation zwischen den Kunden statt. In einer solchen Community können Kunden von dem Wissen und den Erfahrungen anderer Kunden profitieren.

Die kollektive Intelligenz eines großen Kundenstammes (Open Innovation) kann dem Hersteller behilflich sein, neue Designs zu entwickeln und damit sein Produktportfolio ohne hohen Forschungs- und Entwicklungsaufwand zu erhöhen.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InnoCyFer - Integrierte Gestaltung und Herstellung kundeninnovierter Produkte in cyber-physikalischen Fertigungssystemen, Berlin

InSA - Integrierte Schutz- und Sicherheitskonzepte in cyber-physikalischen Arbeitsumgebungen

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, produzierende Unternehmen, Deutschland, HMI

Im Projekt InSA werden bisher voneinander unabhängige Arbeitsbereiche von Mitarbeitern in der Produktion und von Robotersystemen mit Hilfe von Sensorik überwacht, um Sicherheitsvorkehrungen aufeinander abzustimmen. Das System registriert aktuelle Tätigkeiten und beurteilt anhand des Kontextes und der jeweiligen Situation das Gefährdungspotenzial, das z. B. für Mitarbeiter durch die Bewegungen eines Roboters entstehen kann. Ziel sind die technische Standardisierung solcher kontextorientierter Schutzsysteme und ihre Integration in intelligente Produktionsumgebungen. Damit soll die Wirtschaftlichkeit von Industrierobotern in gemischten Arbeitsumgebungen verbessert werden.

Die exakte Gefahrenerkennung und ein umfassendes Schutzkonzept ermöglichen die Kooperation von Mensch und Roboter in Anwendungsgebieten.

Sicherheitskonzepte für Arbeiter, Maschinen, Anlagen und Prozesse werden vernetzt. Es entsteht ein ganzheitlicher Schutz am Arbeitsplatz.

Mensch und Roboter werden enger und dennoch sicher zusammenarbeiten können.

Gefahrenpotenziale werden sehr früh erkannt. Entsprechende Schutzmechanismen können dadurch so gesteuert werden, dass der normale Arbeitsablauf von Mensch und Maschine möglichst wenig eingeschränkt wird.

Durch den gleichzeitigen Einsatz verschiedenster Sensorsysteme (Magnetfeldsensoren, Stereokameras, Laserscanner, RFID, Berührungssensoren) werden eine robuste Erkennung und ein umfassendes Schutzkonzept möglich.

InSA strebt als Zertifizierungsvorbereitung weitere Schutzkonzepte an und erweitert so das Spektrum an zur Verfügung stehender Sensorik. Damit erschließen sich deutlich mehr Anwendungsbereiche für eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation als bisher.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InSA - Integrierte Schutz- und Sicherheitskonzepte in cyber-physikalischen Arbeitsumgebungen, Berlin

InventAIRy - Identifikation mit autonomen Flugrobotern

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, kein Branchenfokus, Deutschland

Ziel des Projekts InventAIRy ist ein System zur automatischen Lokalisierung und Inventarisierung von Lagerbeständen mit Hilfe autonomer Flugroboter. Die Sensorik des Systems sorgt dafür, dass der Flugroboter seine Umgebung selbstständig wahrnehmen und analysieren kann, um darauf basierend durch ein Lager zu navigieren, logistische Objekte zu erfassen und eine Inventur durchzuführen. Das System soll sowohl für Innen- als auch Außenlager einsetzbar und leicht mit existierenden Lagerverwaltungssystemen vernetzbar sein.

Eine automatische Inventur mit autonomen Robotern kann, einmal etabliert, langfristig kosteneffizient und mit hoher Zuverlässigkeit durchgeführt werden.

InventAIRy ermöglicht die kontinuierliche Überwachung und Inventarisierung von Lagerbeständen. Abweichungen von den gewünschten und erwarteten Kapazitäten können unmittelbar behoben werden.

Vorschläge für Richtlinien und Arbeitsvorschriften für den Einsatz autonomer Flugroboter werden anhand praxisnaher Anwendungsfälle zur Verfügung stehen und erleichtern die Erarbeitung rechtlicher Rahmenbedingungen.

Durch neue Objekterkennungs- und Lokalisierungsstrategien sind automatisierte Inventuren ohne eigens dafür installierte Infrastrukturen auch in neuen und sich erweiternden Lagerbeständen möglich.

Smarte Schnittstellen zu Lagerverwaltungssystemen erlauben eine nahtlose Datenintegration in bestehende Softwareinfrastrukturen ohne zusätzliche Individualentwicklungen.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InventAIRy - Identifikation mit autonomen Flugrobotern, Berlin

MANUSERV - Vom Manuellen Prozess zum industriellen Serviceroboter

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, kein Branchenfokus, Deutschland

MANUSERV will ein System zur Planungs- und Entscheidungsunterstützung entwickeln, um bislang manuell durchgeführte Prozesse mit Hilfe von Servicerobotern zu automatisieren. Dabei geht es sowohl um die technologische Realisierbarkeit als auch um die ökonomische Sinnhaftigkeit. Das System unterstützt die Auswahl des am besten geeigneten Serviceroboters sowie dessen Programmierung bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme. Die Lösung soll für Anwender als Dienst über eine Internetplattform angeboten werden. Dort stellen Anbieter ihre Servicerobotik-Lösungen in einem Technologiekatalog zur Verfügung, der auch planungstechnische Beschreibungen von Fähigkeiten der Produkte und Roboter beinhaltet.

Lösungen der industriellen Servicerobotik können auf ein breiteres Anwendungsfeld übertragen werden.

Die automatisierte Auswahl geeigneter Technologien reduziert den Aufwand für die Planung und die Umsetzung von industriellen Servicerobotik-Lösungen deutlich und macht sie für KMU beherrschbar.

Informationen über Anwendungsszenarien und technische Lösungen können zentral und katalogisiert über ein Internetportal zur industriellen Servicerobotik abgerufen werden.

Anwender erhalten auf Grundlage eines standardisiert beschriebenen manuellen Prozesses und von Handlungsbibliotheken Handlungsempfehlungen zur (Teil-)Automatisierung.

MANUSERV basiert auf dem Standard MTM zur Beschreibung manueller Arbeitsprozesse (Arbeitsablauf-Zeitanalyse), der um automatisierungstechnische Einflussgrößen erweitert wird.

Eine ausgewählte Systemlösung kann virtuell in Betrieb genommen werden, ohne Hardwareinvestitionen zu tätigen.

Die Planungs- und Entscheidungsunterstützung umfasst neben der technologischen Realisierbarkeit auch die Bewertung ökonomischer Kriterien.

Die Programmierung von Servicerobotern wird weitgehend automatisiert durchgeführt.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): MANUSERV - Vom Manuellen Prozess zum industriellen Serviceroboter, Berlin

motionEAP - System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin 2015
Kategorie	Forschung, produzierende Unternehmen, Deutschland

Im Projekt motionEAP wird ein System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und -projektion entwickelt. Per Kamera und Abstandssensor erfasst das System die Aktionen des Mitarbeiters und weist ihn auf Probleme und Verbesserungspotenziale hin. Neben der technischen Entwicklung liegt ein Schwerpunkt des Projektes auf psychologischen und arbeitsethischen Fragen, die sich aus den neuen Interaktionsformen ergeben.

Frühzeitige prozessintegrierte Erkennung falscher Bewegungen des Werkers. Das Assistenzsystem ist „kontextbewusst“.

Spezifisches prozessintegriertes Feedback mit Hinweisen, wo der Fehler lag und wie er vermieden werden kann.

Die fachlichen und kognitiven Fähigkeiten des Arbeiters werden individuell berücksichtigt. Hierdurch können insbesondere ältere und leistungsgeminderte Personen anspruchsvollere Tätigkeiten in der Montage ausüben.

Der Stresszustand des Arbeiters wird automatisch erfasst und vom Assistenzsystem berücksichtigt. Ebenso werden unergonomische Haltungen erkannt und Verbesserungen vorgeschlagen.

Spielerische Elemente helfen, gegen Ermüdung, Langeweile aber auch Stress vorzubeugen.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): motionEAP - System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion, Berlin

OPAK - Offene Engineering-Plattform für autonome mechatronische Automatisierungskomponenten in funktionsorientierter Architektur

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, produzierende Unternehmen, Produktionsplanung

Das Projekt OPAK zielt auf die Entwicklung einer 3D-gestützten Engineering-Plattform für die intuitive Planung, Entwicklung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen. Dabei kann die Anlage zunächst herstellerunabhängig anhand rein funktionaler Beschreibungen von Standardkomponenten der Automatisierungstechnik geplant werden. Erst später erfolgt die Unterlegung durch konkrete Komponenten mit den gewünschten spezifischen Leistungsmerkmalen jeweiliger Anbieter.

Ausgestattet mit intuitiv zu bedienenden Planungs- und Entwicklungstools, kann der Aufwand für das Planen, Testen, die Inbetriebnahme und das Anpassen komplexer Produktionsanlagen deutlich reduziert werden.

Assistenzsysteme verbergen technische Details der Informationstechnik. Dadurch lassen sich Probleme leichter lösen und Optimierungen besser umsetzen.

Standards in der Fähigkeitsbeschreibung von Komponenten sowie ein einheitliches Kommunikationsprotokoll erlauben, sich auf die Auswahl der richtigen Komponenten im Hinblick auf die gewünschte Funktionalität der Gesamtanlage zu konzentrieren. Software-Werkzeuge erleichtern das Schreiben spezifischer Steuerprogramme.

Der Aufwand für die Konfiguration und Systemintegration wird durch einheitlich definierte Hardware-schnittstellen deutlich reduziert.

Anlagen können mit einer 3D-Visualisierungssoftware geplant werden, die die Anlage sehr realitätsnah darstellt. Damit lassen sich Änderungen und Anpassungen auch ohne Spezialwissen durch den Anlageningenieur und Produktionstechniker vornehmen. Alle Akteure der gesamten Wertschöpfungskette vom Gerätehersteller bis zum Betreiber haben damit die gleiche intuitive Sicht auf die zu planende Anlage.

Aufgrund der Standardisierung kann die gesamte Produktion einheitlich und in Echtzeit erfasst und dokumentiert werden. Damit lassen sich Optimierungen und Anlagenumbau deutlich einfacher und ressourcensparender vornehmen.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): OPAK - Offene Engineering-Plattform für autonome mechatronische Automatisierungskomponenten in funktionsorientierter Architektur, Berlin

SMART FACE - Smart Micro Factory für Fahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, Produzierende Unternehmen, Produktionsplanung

Die Entwicklung einer dezentralen Produktionsplanung und -steuerung ist das Ziel von SMART FACE. Damit sollen die Fertigungsstrukturen an die Anforderungen der Kleinserienfertigung angepasst werden; Montageteile werden über eine netzwerkgestützte Anwendung individuell angefordert, Maschinen verteilen selbstorganisierend ihre Last. Eine zentrale Reihenfolgeplanung wird so überflüssig. Flexibilität, einfache Adaptierung und die bessere Reaktion auf unvorhergesehene Änderungen im Ablauf sind die Vorteile.

Die Produktion von Kleinstserien mit hohem Individualisierungsanteil ist wirtschaftlich möglich.

Dezentrale, kommunizierende smarte Sensoren und Materialflusseinheiten ermöglichen eine hochflexible Produktion.

Das Zusammenwirken von Sensorik, Informations- und Prozessmanagement ermöglicht die Selbstorganisation des Materialflusses.

Verbesserte Lastverteilung, höhere Ausbringungsmengen und Optimierung der Abläufe werden durch eine schlanke Programmplanung möglich.

Das dezentrale Produktionssystem optimiert sich zudem lokal, weil sich die Materialien von selbst auf den unmittelbaren Produktionsbedarf abstimmen.

Es entsteht ein Beschreibungsmodell zur grundsätzlichen Strukturierung von Produktionsprozessdaten und zur Überführung in ein Datenmodell, welches durch Anpassungen auf andere Branchen übertragbar ist.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): SMART FACE - Smart Micro Factory für Fahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung, Berlin

Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“

Institution	Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät TU Dortmund
Autor	Hirsch-Kreinsen, Hartmut
Ort und Jahr	Dortmund 2014
Kategorie	Forschung, kein Branchenfokus

In Hinblick auf den denkbaren Wandel von Arbeit wird von einem breiten Spektrum divergierender arbeitsorganisatorischer Muster ausgegangen. Diese Muster werden einerseits als Polarisierende Organisation, andererseits als Schwarm-Organisation gekennzeichnet. Welches Muster sich im konkreten Fall durchsetzt, ist allerdings von Reihe von Zusatzbedingungen wie dem Automatisierungskonzept und den betrieblichen Einführungsprozessen abhängig. Schließlich wird verdeutlicht, dass allenfalls von einer mittelfristig begrenzten Verbreitung von Industrie 4.0-Systemen ausgegangen werden kann.

Vorstellung einer vollständigen Automatisierung und menschenleeren Fabrik aus technologischen und ökonomischen Gründen keine realistische Perspektive

automatisierte Prozesse weisen in Folge ihrer wachsenden Komplexität und ihren inhärenten Unberechenbarkeit stets Grenzen ihrer technischen Beherrschbarkeit auf

direkte Produktionstätigkeiten würden zugunsten indirekter Arbeiten deutlich abnehmen und traditionelle Produktionsarbeit und moderne Wissensarbeit weiter zusammenwachsen

deutliche Abnahme gering qualifizierter Repetitivarbeiten

HIRSCH-KREINSEN, H. (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“, Dortmund

Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik

Institution	-
Autor	Bauernhansl, Thomas; Hompel, Michael ten; Vogel-Heuser, Birgit
Ort und Jahr	Wiesbaden, 2014
Kategorie	Forschung, Ausblick, kein Branchenfokus

Die vierte industrielle Revolution ist durch eine noch nie da gewesene Vernetzung über das Internet und durch die Verschmelzung der physischen mit der virtuellen Welt, dem Cyberspace, zu so genannten Cyber-Physical Systems (CPS) gekennzeichnet. Der virtuelle Raum wird in die physische Welt verlängert. Intelligente Produkte steuern jetzt nicht nur aktiv den Produktionsprozess, sie sind auch Plattform für neue Dienstleistungen und innovative Ge-

schäftsmodelle. Durch diese neue Qualität der Automatisierung erhöhen wir nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit des Hochlohnstandortes Deutschland, sondern erzeugen durch wissensbasierte produktbezogene Dienstleistungen und neue Geschäftsmodelle rund um die starken industriellen Kerne zusätzliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungsimpulse. Mit Blick auf den Zeithorizont sprechen viele Experten lieber von einer Evolution als von einer Revolution. Doch die Auswirkungen der vierten industriellen Revolution werden für die wirtschaftliche Entwicklung und die Arbeitsorganisation ähnlich tief greifend sein wie im Falle der vorangegangenen industriellen Revolutionen, die ihre volle Wirkung ebenfalls erst binnen Jahrzehnten, und nicht binnen weniger Jahre, entfalteten.

Die Resilienz, also die Widerstands- und Regenerationsfähigkeit gegenüber Störungen durch Wirtschaftskrisen oder Infrastrukturausfällen wird erhöht, denn auf Basis von Smart Data können Prognosen erheblich besser und frühzeitiger erstellt werden.

Letztendlich kann der Fachkräftemangel abgefedert werden, indem das Arbeiten von älteren Arbeitnehmern zum Beispiel durch intelligente Assistenzsysteme erleichtert und somit eine längere Lebensarbeitszeit ermöglicht wird.

Ausschüsse werden signifikant reduziert, indem Fehler frühzeitiger erkannt werden.

Zum anderen werden Mitarbeiter weniger als „Maschinenbediener“ eingesetzt, sondern mehr in der Rolle des Erfahrungsträgers, Entscheiders und Koordinators, um die richtige Balance zwischen Effizienz und Flexibilität auszuloten.

BAUERNHANSL, T., HOMPEL, M., VOGEL-HEUSER, B. (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden

Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0

Institution	-
Autor	Botthof, Alfons; Hartmann, Ernst Andreas
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, HMI, Ausblick, kein Branchenfokus

Die Technik ist bereit. Roboter können ihren umzäunten Sicherheitsbereich verlassen und mit dem Menschen zusammenarbeiten. Neue Schnittstellen erlauben nicht nur eine einfache und sichere Bedienung sondern auch eine echte Kooperation, die auf wechselseitigem Informationsaustausch beruht. Wir können den Interaktionsgrad frei wählen. Kommunizieren wir nur, was zu tun ist? Interagieren wir physikalisch? Kooperieren wir?

Es zeichnet sich ein Trend ab, weg von der örtlich separierten Co-Existenz, hin zu einer engen Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter.

Aufgeworfene Fragen: Wird der Roboter dabei zum kooperierenden, intelligenten Werkzeug des Menschen? Erlauben solche Systeme das Aufgabenspektrum der Arbeiter hin zu einer vollständigen Tätigkeit zu erweitern? Inwieweit passt sich der Roboter an den Menschen an und inwieweit muss

sich der Mensch weiterhin an den Roboter anpassen? Welche neuen Interaktionsformen erlauben eine echte Kooperation zwischen Mensch und Maschine?

Die Vor-Ort-Begehung wird tendenziell verschwinden und durch Aufgaben wie Überwachung, Planung und Service ersetzt werden. Das impliziert einen Trend zu höher qualifizierten Tätigkeiten, welche eine andere Ausbildung erfordern als dies bisher notwendig war.

BOTTHOF, A., HARTMAN, E. A. (2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin

Umsetzungsstrategie Industrie 4.0

Institution	BITKOM, VDMA, ZVE
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Berlin, Frankfurt am Main, 2015
Kategorie	Deutschland, Forschung, Handlungsempfehlung, kein Branchenfokus

Die Plattform Industrie 4.0 spricht sich dafür aus, Forschungsaktivitäten im Umfeld von Industrie 4.0 noch klarer als bislang zu bündeln und im Sinne einer strukturierten und priorisierten Forschungsagenda zu bearbeiten. Als Grundlage dafür sollen die von der Verbändeplattform in dargestellten Forschungs-Roadmaps dienen. Industrie 4.0 wird das Ergebnis inkrementeller Entwicklungen zur Realisierung konkreter Anwendungsfälle (inklusive Analyse von Nutzen- und Wertschöpfungspotenzialen) sein. Es ist wünschenswert, auch diese eher praktisch ausgerichteten Projekte für eine Förderung durch den Bund in Betracht zu ziehen.

Optimierung der folgenden industriellen Kernprozesse im Fokus: Entwicklung, Produktion, Logistik und Service.

Einige abgeleitete Forschungsbedarfe: Methoden für neue Geschäftsmodelle, Integration von realer und virtueller Welt, Multimodale Assistenzsysteme, Intelligenz – Flexibilität – Wandelbarkeit, Technologieakzeptanz und Arbeitsgestaltung, Safety & Security,

Aus den bisherigen Arbeiten lässt sich feststellen, dass Industrie 4.0 auf einer ganzen Reihe von Konzepten aus existierenden Normen aufbauen kann.

BITKOM, VDMA, ZVE (2015): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Berlin, Frankfurt am Main

Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	München, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, Handlungsempfehlung, kein Branchenfokus

Allgemein ist zu beobachten, dass internetbasierte und zumeist mobile Plattformen große Wachstumssprünge vollziehen, indem sie den Vergleich, die Vermittlung und die Koordination von Diensten und Dienstleistern revolutionieren. Diese Entwicklung schreitet mit hohem Tempo voran und trifft eine Vielzahl von Branchen – vom Immobilienbereich über Handwerks- und Mobilitätsangebote bis hin zu Finanzdienstleistungen.

In der Regel wird die Auswahl an erreichbaren Anbietern für den Kunden größer, der Wettbewerb transparenter und dadurch auch intensiver.

Der erleichterte und möglichst barrierefreie Zugang zu den digitalen Medien ist ein wichtiges Element der Gestaltung der digitalen Lebenswelten und bietet handfesten wirtschaftlichen Nutzen.

Auch der Aspekt der leichten, intuitiven Bedienbarkeit und des positiven Nutzererlebens bei digitalen Anwendungen (Usability und User Experience) ist als allgemeine Anforderung an die Gestaltung digitaler Produkte und Dienstleistungen noch stärker zu verankern.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft, München

Memorandum der Plattform Industrie 4.0

Institution	BMWi
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Paderborn, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, Entwicklung, Produzierende Unternehmen

Die bisher von den Industrieverbänden BITKOM, VDMA und ZVEI getragene Verbändeplattform zur Industrie 4.0 hat sehr wertvolle Arbeiten geleistet, die es nun weiterzuentwickeln und in den verschiedenen Anspruchsgruppen fest zu verankern gilt. Im Kern geht es um eine koordinierte und geordnete Gestaltung der Digitalisierung in der produzierenden Industrie, um die Schaffung geeigneter und verlässlicher Rahmenbedingungen für Unternehmen und Arbeitnehmer und um eine geeignete Industriepolitik für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland.

Ziel der Plattform: ein einheitliches Verständnis von Industrie 4.0 zu verankern und strategische Handlungsempfehlungen zur erfolgreichen Gestaltung des digitalen Wandels im Umfeld der produzierenden Industrie in Deutschland abzuleiten.

Leitgedanke ist dabei die übergreifende Zusammenarbeit in einem vorwettbewerblichen Rahmen zur gemeinschaftlichen Definition eines übergeordneten Aktionsplanes für Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gewerkschaften, der die Innovationskraft der deutschen Industrie maßgeblich unterstützt und die Umsetzung von Industrie 4.0 zielführend begleitet.

Die Umsetzung selbst erfolgt dagegen durch (wettbewerbliche) Aktivitäten im Markt außerhalb der Plattform.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): Memorandum der Plattform Industrie 4.0, Paderborn

Zukunftsbild „Industrie 4.0“

Institution	BMBF
Autor	Unbekannt
Ort und Jahr	Bonn, 2013
Kategorie	Forschung, Deutschland, Ausblick, Produzierende Unternehmen

Aus den neuartigen Anwendungen entwickeln sich innovative Geschäftsmodelle. Dabei werden die Unternehmen aus Deutschland auf ihren vorhandenen Stärken aufbauen und weiterhin Maschinen, Anlagen und Fabriken auf dem neuesten Stand der Technik in alle Welt verkaufen. Vor allem aber können sie ausgehend von diesen Technologien integrierte Systemlösungen und komplexe Anwendungen anbieten, die Maschinen und Dienste zu einem Leistungspaket verbinden und ihren langfristigen Erfolg auf den Weltmärkten in entscheidender Weise sichern.

Die Einführung der individualisierten Produktion erfordert Anlageninvestitionen, ermöglicht aber als zentralen Mehrwert das Bedienen individueller Kundenwünsche zu niedrigen Kosten.

Individualisierte Produktion basiert auf 5 Kernelementen: der kleinteiligen Standardisierung einzelner Prozessschritte, ihrer Modularisierung, ihrer rechnergestützten Modellierung, ihrer Vernetzung sowie ihrer automatisierten, flexiblen Kombination.

Die erhöhte Flexibilität erleichtert die schnelle Anpassung der Produktionsprozesse an Marktentwicklungen und kurzfristige Situationsänderungen.

Von Assistenzfunktionen profitieren gerade ältere Arbeitnehmer, deren Anteil an den Industriebeschäftigten zunimmt. Die Flexibilität der Prozesse trägt wesentlich zu einer besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf bei.

CPS als Grundlage der Vernetzung von Produktionsprozessen und der Entwicklung „intelligenter“ Maschinen bringen den Mitarbeitern in der Industrie viele Vorteile. Viele Arbeitsprozesse werden leichter und effizienter. Lernprozesse können situationsgerecht erfolgen.

Digitization for economic growth and job creation

Institution	Strategy&
Autor	El-Darwiche, Bahjat; Friedrich, Roman; Koster, Alex; Singh, Milind
Ort und Jahr	München, 2013
Kategorie	Forschung, International, Ausblick, Effekte, kein Branchenfokus, Studie

Die Auswirkungen der Digitalisierung sind in verschiedenen wirtschaftlichen Entwicklungsstadien unterschiedlich ausgeprägt. Sie hat einen um etwa 25 % größeren Einfluss auf das Wirtschaftswachstum in weit entwickelten Ökonomien als auf das der niedriger entwickelten. Die Zunahme an Arbeitsplätzen ist hingegen größer bei den geringer entwickelten Ökonomien. Es wird davon ausgegangen, dass durch die voranschreitende Digitalisierung alle Geschäftssparten produktiver werden. Jedoch gingen Arbeitsplätze in den Bereichen Produktion und Finanzdienstleistung verloren, während der Einzelhandel und die Gastwirtschaft welche hinzugewinnen konnten.

Die Hürden in neue Märkte einzutreten und zu expandieren werden durch die Digitalisierung für alle Unternehmen kleiner.

Fast 40 % der Kunden informieren sich online über Produkte, die sie in einem Laden kaufen. Produkte können „maßgeschneidert“ auf die Kundenbedürfnisse abgestimmt werden.

Es etablieren sich neue Fertigungsverfahren wie auch der 3D-Druck, wodurch sich neue Fertigungsmöglichkeiten komplexer Produkte ergeben. Dadurch können Arbeitsplätze zurück in Hochlohnländer verlagert werden.

Die Effizienz kann durch die vollautomatisierte Erfüllung von Aufgaben in vielen Geschäftsbereichen gesteigert werden.

EL-DARWICHE, B. ET AL. (2013): Digitization for economic growth and job creation, München

Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung

Institution	Journal of Technical Education
Autor	Gebhardt, Jonas; Grimm, Axel; Neugebauer, Laura Maria

Ort und Jahr

Stuttgart, 2015

Kategorie

Forschung, Ausblick, Handwerk ,Qualifikation, Deutschland

Hinsichtlich der denkbaren Szenarien und einhergehend damit, dass technische Veränderungen in der Regel Modifikationen in der Arbeit und damit in der beruflichen Aus- und Weiterbildung nach sich ziehen, kann heute noch nicht eingeschätzt werden, ob die politisch motivierte technische „Revolution“ Industrie 4.0 in der Tat diesen Charakter aufweisen wird. Menschenleere Fabriken werden wir wohl hoffentlich nie erleben, obwohl diese Vision schon die Industrie 3.0 (Automatisierung) erschütterte. Es werden wohl auch nicht alle Produktionsstandorte ins Ausland verlegt und nur noch der „Think-Tank“ in Deutschland beheimatet sein. Der jüngste Bericht des Instituts für Arbeit- und Berufsforschung zu den möglichen Folgen von Industrie 4.0 für den deutschen Arbeitsmarkt, geht von einem strukturellen Wandel aus, der u. a. zu einer Stärkung des Dienstleistungssektors und zu Personalabbau im verarbeitenden Gewerbe führen könnte.

Das Ziel ist die Effektivitätssteigerung durch transparente Echtzeit-Kommunikation in den Wertschöpfungsnetzwerken

In der öffentlichen Wahrnehmung scheint es bis dato auch noch wenige KMU außerhalb von bundesministerialen Förderprogrammen zu geben, die ihr Wirken konkret als Industrie 4.0 darstellen. In einer Untersuchung von über 500 Unternehmen identifiziert das Fraunhofer-Institut für Arbeit und Organisation derweil 29 % als solche, in denen eine „Industrie 4.0-Strategie“ existiert

Wachsende Vernetzung und Digitalisierung der Technik, des Produktions-, Handwerks- und Dienstleistungsbereichs bedingen im Rückschluss einen unumstößlichen Ausbau der Bildungsbasis in der Regelschule.

GEBHARD, J., GRIMM, A., NEUGEBAUER, L. M. (2015): Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung, Stuttgart

SMART SERVICE WELT

Institution	acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Autor	Kagermann, Henning; Riemensperger, Frank; Hoke, Dirk; Schuh, Günther; Scheer, August-Wilhelm; Spath, Dieter; Leukert, Bernd; Wahlster, Wolfgang; Rohleder, Bernhard; Schweer, Dieter
Ort und Jahr	Berlin, 2015
Kategorie	Forschung, Deutschland, Europa, kein Branchenfokus, Ausblick, Handlungsempfehlung, Studie

Die Smart Service Welt ist disruptiv. Im Mittelpunkt steht der Nutzer mit seinen Vorlieben und Bedürfnissen etwa als Verbraucher, Mitarbeiter, Bürger, Patient oder Tourist. Die neuen datengetriebenen Geschäftsmodelle erfordern flexible Vernetzung und weitgehend automatisierte Kollaboration in digitalen Ökosystemen. Zentrale Voraussetzung, damit sich diese bilden und organisieren können, sind digitale Plattformen. Die Achillesferse wird die Sicherheit und der Datenschutz sein – ihnen widmen wir ganz besondere Aufmerksamkeit.

Schätzungen zufolge ermöglicht Industrie 4.0 in der Produktion jährliche Effizienzsteigerungen von sechs bis acht Prozent.

Smart Service-Anbieter können Kundenwünsche immer genauer antizipieren. Neue Hochleistungsalgorithmen, die 1.000 Parameter oder mehr bei der Interpretation von Daten aus unterschiedlichsten Quellen einbeziehen, steigern die Qualität der Prognosen für einen Geschäftsprozess enorm

Es mangelt weniger an Sicherheitslösungen als an ihrem konsequenten und wirtschaftlichen Einsatz.

Neue Berufsbilder wie der Data Scientist oder der User Interaction Designer gewinnen an Bedeutung.

Die Arbeit in dynamischen digitalen Netzwerken verlangt ein hohes Maß an integrativem Wissen.

KAGERMANN, H. ET AL. (2015): SMART SERVICE WELT, Berlin

Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0

Institution	Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft; acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Autor	Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes
Ort und Jahr	Frankfurt, 2013
Kategorie	Forschung, Deutschland, Handlungsempfehlung, Ausblick, kein Branchenfokus

Neben Deutschland haben auch andere Wettbewerber den Trend, das Internet der Dinge in der Produktion nutzbar zu machen, erkannt und fördern dessen Etablierung institutionell und finanziell. Der Arbeitskreis Industrie 4.0 ist der Überzeugung, dass Deutschland über gute Voraussetzungen verfügt, um international zum Pionier bei Industrie 4.0 zu werden. Inwiefern die in Deutschland bereits ergriffenen sowie geplanten Maßnahmen zur Zielerreichung genügen, muss von der Plattform Industrie 4.0 regelmäßig kritisch bewertet werden. Eine detailliertere Analyse der internationalen Mitbewerber sowie der zu adressierenden Märkte in den kommenden zehn bis 15 Jahren sollte in einem eigenständigen Forschungsprojekt erfolgen.

Deutschland hat das Potenzial, Leitmarkt und Leitanbieter für Industrie 4.0 zu werden.

In der Umsetzung sollte auf eine duale Strategie gesetzt werden: Vorhandene Basistechnologien und Erfahrungen an die Besonderheiten der Produktionstechnik anpassen sowie gleichzeitig innovative Lösungen für neue Standorte und neue Märkte erforschen und entwickeln.

Handlungsbedarf besteht unter anderem in folgenden Feldern: Standardisierung und Referenzarchitektur, Beherrschung komplexer Systeme, IT-Sicherheit, Arbeitsorganisation und -gestaltung, Aus- und Weiterbildung, Ressourceneffizienz

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W., HELBIG, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Frankfurt

Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland

Institution	BITKOM, Fraunhofer IAO
Autor	Bauer, Wilhelm; Schlund, Sebastian; Marrenbach, Dirk; Ganschar, Oliver
Ort und Jahr	Berlin, Stuttgart, 2015
Kategorie	Studie, Deutschland, mehrere Branchenfokusse, Ausblick, Forschung

Das erwartete jährliche Wachstumspotenzial durch Industrie 4.0-Technologien setzt sich zusammen aus neuen innovativen Produkten, neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen sowie effizienteren betrieblichen Prozessen. Anwendungen dafür erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette; vom Vertrieb über die Produktentwicklung, Produktion/Logistik und die unterstützenden Bereiche. Damit diese und zusätzliche Effekte in weiteren Branchen realisiert werden können, sind Standards und Unterstützung auf der Technologie und Anwendungsseite notwendig. Insbesondere sind hier praktikable und abgestimmte Regeln für schnelle und schnittstellenfreie Kommunikation, Datenschutz und Datensicherheit notwendig. Industrie 4.0 sollte keineswegs auf den reinen Technologieeinsatz eingeschränkt werden. Der flächendeckende Einsatz von IT und intelligenten Objekten in Produktionsprozessen erfordert die Betrachtung des gesamten »Ökosystems«; bestehend aus Technik, Mensch und Organisation.

Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit durch gezielte Vermeidung von Verschwendungen in Wertschöpfungsketten und –netzen.

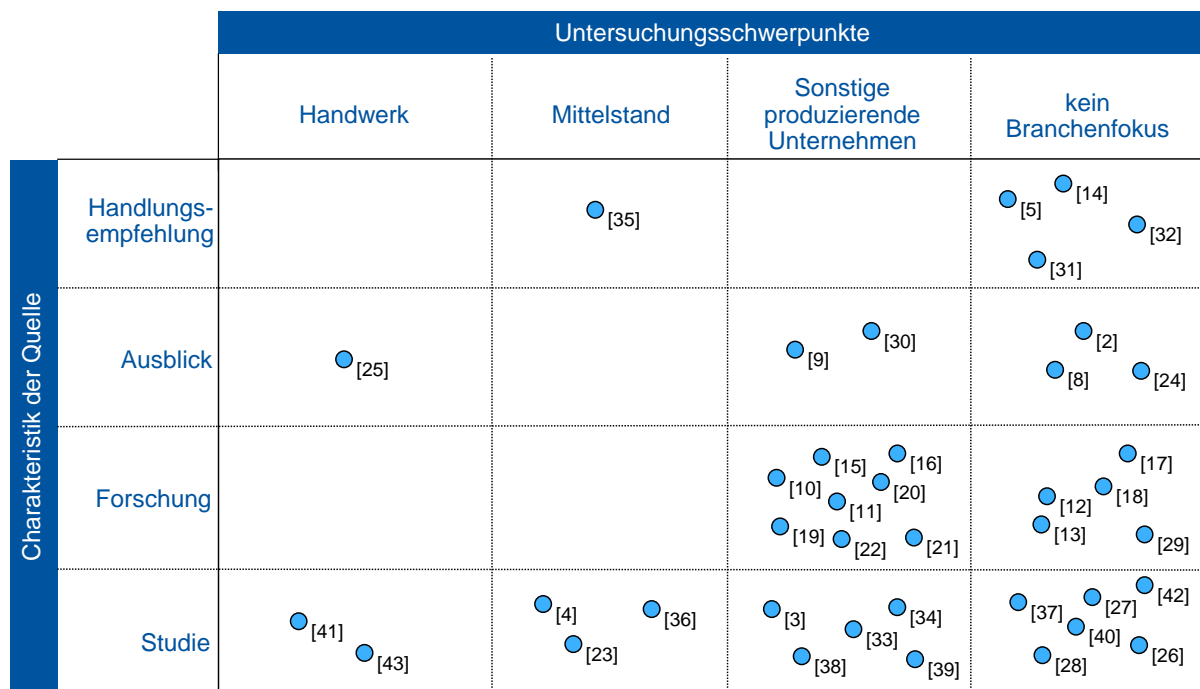
Aktualität und Qualität von Entscheidungen werden durch aktuelle Informationen, situationsgerechte Koordinationsmethoden sowie den Rückgriff auf Expertenwissen verbessert

Durch Industrie 4.0-Technologien werden Jährlich 1,7 Prozent Wachstum in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Automobilbau, chemische Industrie, Landwirtschaft und Informations- und Kommunikationstechnologie bis 2025 erwartet.

BAUER, W. ET AL. (2015): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, Stuttgart

4.2 Clusterung der untersuchten Literatur

In folgender Abbildung 4-1 sind die erfassten Literaturquellen gemäß ihrer Charakteristik sowie ihrer Untersuchungsschwerpunkte in einer Matrix eingruppiert. Als unterschiedliche Charakteristiken wurden die Ausprägungen „Handlungsempfehlung“, „Ausblick“, „Forschungsbericht“ sowie „Studie“ gewählt. Zu den Untersuchungsschwerpunkten zählen die Dimensionen „Handwerk“, „Mittelstand“, „sonstige produzierende Unternehmen“ sowie „kein besonderer Branchenfokus“. Aus der Abbildung ist zu schließen, dass aktuell viele Literaturquellen zum Thema Industrie 4.0 in den Bereichen der Forschung bzw. in Studienform bei produzierenden Unternehmen bzw. bei Unternehmen diverser Branchen vorliegen. Konkrete Handlungsempfehlungen sind verhältnismäßig selten vorhanden. Fokussiert auf das Handwerk wurden in Summe nur drei Quellen untersucht. Auf Basis dieser Verteilung ist zu schließen, dass insbesondere im Handwerk noch weitere Forschungstätigkeiten bezüglich Industrie 4.0 und Digitalisierung durchzuführen sind. Diesem Defizit wird durch die anschließende Fragebogenstudie begegnet.



Legende:

● [Literaturquelle Nr. x]

Abbildung 4-1: Clusterung der Literaturquellen

Die entsprechenden Literaturquellen hinter den Punkten in obiger Abbildung befinden sich im Folgenden aufgelistet.

Literaturquellen

[1] BAUER, W. ET AL. (2015): Industrie 4.0 –Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, Stuttgart

- [2] BAUERNHANSL, T., HOMPEL, M., VOGEL-HEUSER, B. (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden
- [3] BECHTOLD, J. & LAUENSTEIN, C. (2014): Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go! – Manufacturing at the verge of a new industrial era
- [4] BISCHOFF, J. ET AL. (2015): Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0' im Mittelstand, Mülheim an der Ruhr
- [5] BITKOM, VDMA, ZVE (2015): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Berlin, Frankfurt am Main
- [6] BLANCHET, M. ET AL. (2014): Industry 4.0: The new industrial revolution - How Europe will succeed, München
- [7] BLOCHING, B. ET AL. (2015): Die digitale Transformation der Industrie: Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist., München
- [8] BOTTHOF, A., HARTMAN, E. A. (2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin
- [9] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF) (2013): Zukunftsbild „Industrie 4.0“, Bonn
- [10] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): APPsist - Intelligente Wissensdienste für die Smart Production, Berlin
- [11] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): CoCoS - Context-Aware Connectivity and Service Infrastructure for Cyber-Physical Production Systems, Berlin
- [12] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): FTF out of the box - Situative Verhaltenssteuerung für interaktive fahrerlose Transportfahrzeuge, Berlin
- [13] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): GEMINI - Geschäftsmodelle für Industrie 4.0, Berlin
- [14] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft, München
- [15] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InnoCyFer - Integrierte Gestaltung und Herstellung kundeninnovierter Produkte in cyber-physikalischen Fertigungssystemen, Berlin
- [16] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InSA - Integrierte Schutz- und Sicherheitskonzepte in cyber-physikalischen Arbeitsumgebungen, Berlin
- [17] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): InventAIRy - Identifikation mit autonomen Flugrobotern, Berlin

- [18] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): MANUSERV - Vom Manuellen Prozess zum industriellen Serviceroboter, Berlin
- [19] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): Memorandum der Plattform Industrie 4.0, Paderborn
- [20] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): motionEAP - System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion, Berlin
- [21] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): OPAK - Offene Engineering-Plattform für autonome mechatronische Automatisierungskomponenten in funktionsorientierter Architektur, Berlin
- [22] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (2015): SMART FACE - Smart Micro Factory für Fahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung, Berlin
- [23] COMMERZBANK AG (Hg.) (2015): Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler!, Frankfurt am Main
- [24] EL-DARWICHE B. ET AL. (2013): Digitization for economic growth and job creation, München
- [25] GEBHARD, J., GRIMM, A., NEUGEBAUER, L. M. (2015): Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung, Stuttgart
- [26] GEISSBAUER, R. ET AL. (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, Frankfurt am Main
- [27] GRAUMANN, S. & BERTSCHEK, I. (2014): Monitoring-Report Digitale Wirtschaft 2014: Innovationstreiber IKT, Berlin
- [28] HENG, S. (2014): Industrie 4.0 – Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor, Frankfurt am Main.
- [29] HIRSCH-KREINSEN, H. (2014): Wandel vonProduktionsarbeit –„Industrie 4.0“, Dortmund
- [30] HUNGERLAND, F. ET AL. (2015): Strategie 2030 - Digitalökonomie, Hamburg
- [31] KAGERMANN, H. ET AL. (2015): SMART SERVICE WELT, Berlin
- [32] KAGERMANN, H., WAHLSTER, W., HELBIG, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Frankfurt
- [33] KELKAR, O., HEGER, R. & DAO, D.-K. (2014): Studie Industrie 4.0: Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie, Ludwigsburg
- [34] MCKINSEY&COMPANY (2015): Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector

- [35] RADIC, M. ET AL. (2015): Zukunftschance Digitalisierung: Gute Geschäfte, zufriedene Kunden, erfolgreicher Mittelstand. Ein Wegweiser, Paderborn
- [36] REKER, J. & BÖHM, K. (2013): Digitalisierung im Mittelstand
- [37] RISCHE, M.-C., SCHLITTE, F. & VÖPEL, H. (2015): Industrie 4.0 - Potenziale am Standort Hamburg, Hamburg
- [38] SCHLUND, S., HÄMMERLE, M. & STRÖLIN, T. (2014): Industrie 4.0 - Eine Revolution der Arbeitsgestaltung: Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden, Ulm
- [39] SPATH, D. ET AL. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft: Industrie 4.0, Stuttgart
- [40] WELZBACHER, C. ET AL. (2015): Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse: Herausforderungen und Chancen für das Handwerk. Eine Vorstudie im Rahmen der Konzeption eines Demonstrations- und Kompetenzzentrums im Handwerk, Hannover
- [41] WEISS, M., ZILCH, A. & SCHMEILER, F. (2014): Industrie 4.0: Status Quo und Entwicklungen in Deutschland, Ismaning.
- [42] WISCHMANN, S., WANGLER, L. & BOTTHOF, A. (2015): Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Berlin
- [43] ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN HANDWERKS (2014): Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk: Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014, Berlin

4.3 Technologiepotenziale für das Handwerk

Im direkten Vergleich zwischen Unternehmen in Industrie- und Handwerksbetrieben wird ersichtlich, dass sich viele Handwerksbetriebe im Hinblick auf die Digitalisierung ein ganzes Stück hinter Industrieunternehmen bewegen. Ein Grund hierfür könnte in einer fehlenden Notwendigkeit der Digitalisierung auf Grund von geringen Mitarbeiterzahlen in Handwerksbetrieben liegen. Außerdem könnte der Wettbewerbsdruck aufgrund von lokalen bzw. regional begrenzten Märkten geringer sein als bei Industrieunternehmen. Dennoch wird sich der Trend einer gesteigerten Digitalisierung auch im Bereich des Handwerks insbesondere durch Forderungen der Kunden nicht aufhalten lassen, da die Kunden bereits ein sehr hoch durchdrungenes digitales Privatleben führen (vgl. Abschnitt 4.3.3). Somit bilden Technologien, die bereits heute einen großen Stellenwert in Studien zum Thema Industrie 4.0 in Industrieunternehmen haben, zu einem großen Ausmaß auch die Grundlage für ein künftiges Handwerk 4.0. Bei der Bearbeitung der Literaturquellen wurde das Augenmerk insbesondere auf die dort thematisierten, digitalen Technologien gelegt. In folgender Abbildung 4-2 sind Technologien, nach ihrem aktuellen, wiedergegebenem Einsatzumfang in den Literaturquellen gegliedert, dargestellt.

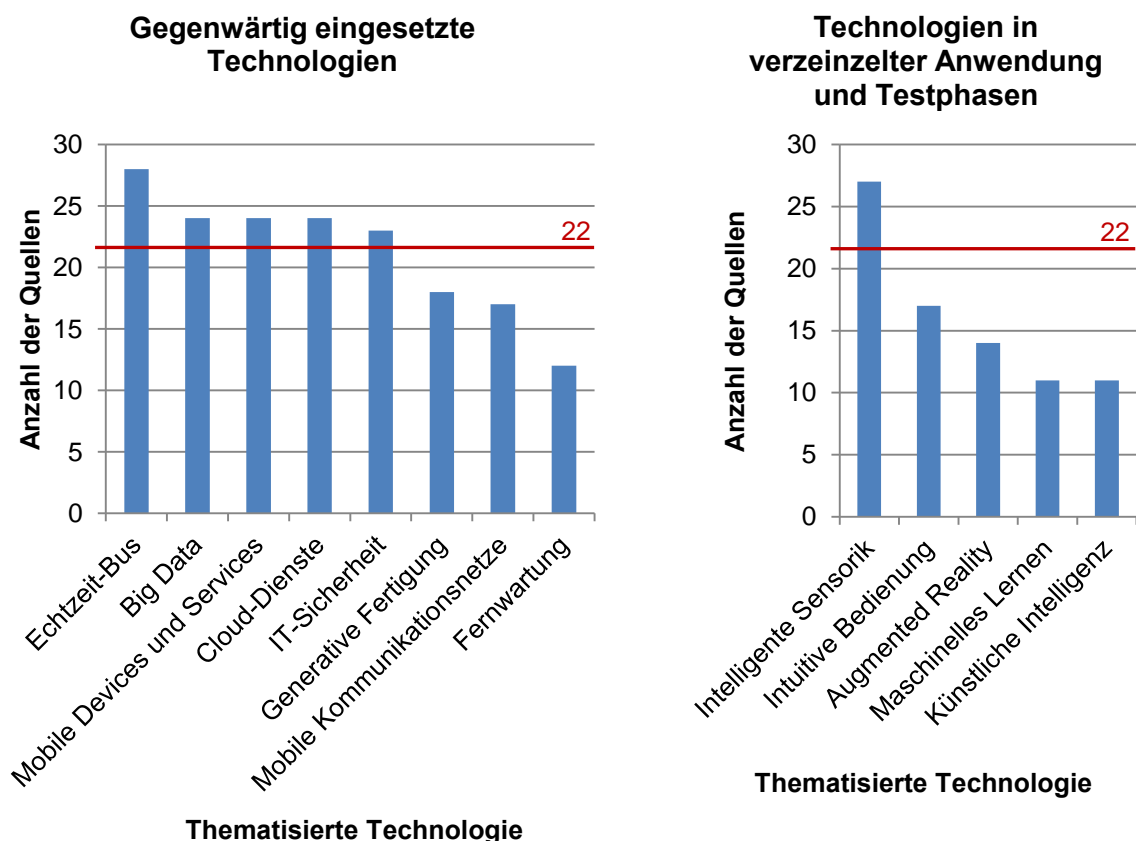


Abbildung 4-2: Technologieübersicht aus der Literaturrecherche

Um die Relevanz der unterschiedlichen Technologien abschätzen zu können, wurde die Anzahl der Quellen notiert, in denen das jeweilige Technologiefeld thematisiert wird. Dieses Vorgehen bewertet nicht die Qualität der Quellen, sondern resultiert in einer quantitativen Darstellung, wie häufig gewisse Arten von Technologien thematisiert wurden. Des Weiteren fand eine Unterteilung der Technologiefelder in die beiden Kategorien „gegenwärtig eingesetzt“ und „in vereinzelter Anwendung und Testphasen“ basierend auf dem inhaltlichen Zusammenhang statt, in dem die Technologien in den Quellen aus Abschnitt 4.2 standen. Dadurch ist eine Differenzierung zwischen dem derzeitigen Stand der Technik und zukünftigen Einsatzgebieten möglich.

Im Folgenden werden die Technologien, die in mindestens 50% der Quellen genannt wurden näher betrachtet. Da insgesamt 43 Quellen in die Untersuchung einbezogen wurden, entspricht die Grenze 22 Erwähnungen in unterschiedlichen Quellen. Die besagte Grenze ist in Abbildung 4-2 rot markiert. Daraus resultieren folgende Technologiefelder, denen eine besondere Bedeutung beigemessen wird: *Echtzeit-Bus*, *Big Data*, *Mobile Devices und Services*, *Cloud Dienste*, *IT-Sicherheit und Intelligente Sensorik*. In den Abschnitten 4.3.1 bis 4.3.6 werden diese Technologiefelder kurz erläutert, einige Technologien als Beispiele genannt, Potenziale aufgezeigt und Ansatzpunkte für das Handwerk beschrieben.

4.3.1 Echtzeit-Bus

Bus-Systeme zur Realisierung komplexer, elektrischer Anlagen wurden bereits in den 1980er Jahren entwickelt und sind mittlerweile Standard in der Industrie. Der aktuelle Trend geht jedoch zu Bus-Systemen die echtzeitfähig sind. Echtzeitfähigkeit setzt voraus, dass Datenverarbeitung und -weiterleitung innerhalb einer festgelegten Zeitperiode von oftmals nur Millisekunden garantiert sein muss. Echtzeit-Bus-Systeme sind ein Grundstein von Industrie 4.0. Sie ermöglichen die Überwachung und Steuerung von Maschinen und Anlagen in Echtzeit und sorgen damit für eine hohe Transparenz, die wertvolle Informationen aus den unterschiedlichsten Geschäftsbereichen liefern können (vgl. RADIC et al. (2015)). So können beispielsweise auch in der Transport- oder der Lagerlogistik größere Auslastungen und eine höhere Flexibilität ermöglicht werden (vgl. RISCHÉ/SCHLITTE/VÖPEL (2015), S. 20f.).

Die Potenziale sind auch im Handwerk breit gefächert. Produzierende oder verarbeitende Gewerbe profitieren auf die gleiche Weise wie Industrieunternehmen durch eine erhöhte Flexibilität, verringerte Standzeiten, und die Möglichkeit Prozesse in Echtzeit zu überwachen. Beispielsweise könnte ein Fleischer bei der Zubereitung von Wurst kontinuierlich die Temperatur des Wurstbräts erfassen und gewarnt werden, wenn diese eine kritische Höhe erreicht. Potenziale durch Echtzeit-Bus-Systeme könnten auf einer Baustelle darin liegen, dass man alle dort arbeitenden Gewerke(z. B. Maurer, Elektriker, etc.) miteinander über einen Fortschrittsplan verknüpft, sodass man sieht wo Engpässe entstehen. Daraus würde sich ableiten welches Gewerk warten müsste und deshalb z. B. noch länger auf einer anderen Baustelle eingesetzt werden kann.

Echtzeit-Bus-Systeme besitzen in der Industrie das Potenzial die Unternehmensorganisation und -kooperation essenziell zu verändern. Prozesse können über große Distanzen kontinuierlich und in Echtzeit überwacht und gesteuert werden (vgl. BOTTHOF/HARTMANN (2015)). Dadurch kann eine weitere Dezentralisierung stattfinden und Expansion wird vereinfacht. Auch Anbieter von Dienstleistungen können ihr Geschäftsmodell leichter über das Internet ausweiten und global agieren. In kleineren Handwerksbetrieben mit oftmals wenigen Mitarbeitern werden diese Entwicklungen dementsprechend eher selten eintreten. Bei größeren, die bereits mehrere Niederlassungen betreiben, ist diese Technologie interessant.

4.3.2 Big Data

Big Data im wörtlichen Sinne ist nur eine Bezeichnung für große Datenmengen. Der Begriff wird aber auch als Synonym für das Sammeln und Verarbeiten großer Datenmengen benutzt. In der Definition von Big Data bezieht sich das "Big" auf die drei Dimensionen "volume" (Umfang), "velocity" (Geschwindigkeit, mit welcher die Datenmengen generiert und transferiert werden) und "variety" (Bandbreite der Datentypen und -quellen). Das Erkennen von Mustern stellt ein großes Potenzial von Big Data dar, welches insbesondere für das Handwerk interessant sein könnte. Big Data resultiert durch die Zunahme der Digitalisierung, den zunehmenden Einsatz von Sensorik und die fortschreitende Vernetzung. Schätzungen gehen dahin, dass die erzeugten und gesammelten Daten von Betrieben sich etwa alle 1,2 Jahre verdoppeln (vgl. BLANCHET et al. (2014)). Durch eine große Ansammlung von Daten entstehen sowohl Chancen als auch Risiken. Das wohl größte Risiko für Unternehmen ist der Datendiebstahl und damit möglicherweise auch Produktpiraterie oder eine Kopie des Geschäftsmodells (vgl. Commerzbank AG (2015)). Um die Risiken zu minimieren, wird die IT-Sicherheit immer weiter ausgebaut. In Kapitel 4.3.5 wird darauf weiter eingegangen. Es gibt aber auch viele Chancen, die genutzt werden können. Durch eine geeignete Verarbeitung und Verknüpfung der Daten können neue Erkenntnisse gewonnen werden, Prognosen erstellt, oder das wiederholte Auftreten von Fehler vermieden werden. Durch die richtige Nutzung können mit gesammelten Daten positive Effekte erzielt werden: zum Beispiel über das Sammeln von Kundendaten, um kundenspezifische Angebote erstellen zu können und dadurch einen Wettbewerbsvorteil zu erhalten. Prozessdaten können helfen, den Auftragsabwicklungsprozess zu optimieren und Schwachstellen zu eliminieren. Multimediale Dokumentationen können helfen, flexibler zu arbeiten und aus abgeschlossenen Aufträgen und Arbeiten zu lernen.

Ein Bäcker könnte zum Beispiel jeden Abend dokumentieren von welchem Gebäck er an dem Tag Überschuss produziert hat und bei welchen Produkten eine größere Nachfrage als Angebot bestand. Werden solche Daten über einen längeren Zeitraum gesammelt, kann der Bäcker sein Angebot anpassen, muss weniger Waren entsorgen und kann gleichzeitig mehr verkaufen. Darüber hinaus könnte er mit Big Data die Möglichkeit erlangen, durch eine Verknüpfung vormals separater Daten neue Muster zu erkennen, um die Absatzprognose noch genauer zu erstellen. Ein Heizungsbauer könnte auftretende Fehler und Probleme bei Kun-

den zusammen mit dem jeweils verbauten Modell der Heizung vermerken. Auf diese Weise kann er sich eine Datenbank mit den typischen Fehlerquellen der jeweiligen Heizungssysteme erstellen und bestehenden Problemen wesentlich effizienter begegnen.

Big Data eröffnet die Möglichkeit gänzlich neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dabei macht es kaum einen Unterschied, ob Unternehmen in der Industrie oder im Handwerk angesiedelt sind. Es können bestehende Geschäftsmodelle radikal umgestaltet werden, oder weitere Standbeine realisiert werden. Die Unternehmensorganisation und insbesondere die IT-Struktur müssen langfristig gesehen an die großen Datenmengen angepasst werden. Durch eine umfassende Datenerfassung, -analyse und -auswertung können sehr spezifisch Prozesse optimiert und Effizienzpotenziale ermöglicht werden. (vgl. BITKOM/VDMA/ZVEI (2015))

4.3.3 Mobile Devices und Services

Mobile Devices und Services finden immer mehr Einsatz in der Industrie. Für den privaten Gebrauch sind Smartphones und Tablets schon seit einigen Jahren fester Bestandteil. Im Jahr 2015 besaßen knapp 53 Prozent der Menschen in Deutschland ein Smartphone. Im Jahr 2018 werden es voraussichtlich mehr als 70 Prozent sein. (vgl. Statista GmbH (2014)) Gestensteuerung, virtuelle und erweiterte Realität sind z. B. im Videospielebereich ebenfalls bereits heute etabliert. Der Umgang mit diesen technischen Innovationen ist vielen Menschen vertraut und bietet somit eine gute Grundlage auch im Berufsalltag angewandt zu werden. Insbesondere in großen Lagerhäusern oder in der Montage werden bereits Smart Glasses eingesetzt. Dabei werden Zusatzinformationen in das Sichtfeld der Mitarbeiter eingeblendet (vgl. McKinsey&Company (2015)). Durch die einfache Bedienbarkeit von Smart Devices und die Kombination mit einer intuitiver Menüführung von Apps, kann komplexe Simulations- und Berechnungssoftware für jeden zugänglich gestaltet werden. Am WZL der RWTH Aachen wurde im Rahmen des Projekts ProSense (vgl. SCHUH (2015)) eine solche Applikation zur Unterstützung der Fertigungssteuerung entwickelt. Vor allem die Möglichkeit der erweiterten Realität eröffnet neue Anwendungsgebiete für das Handwerk. Beispielsweise könnte ein Metallbauer, der ein Tor nach Kundenwunsch fertigen soll den späteren Standort mit der eingebauten Kamera in seinem Tablet filmen. Gleichzeitig kann er ein virtuelles Tor in das Bild einfügen, sodass der Kunde eine genaue Vorstellung von Höhe, Farbe und Art des zukünftigen Tores erhält. Die Flexibilität eines Smartphones und der zusätzlichen Services könnte ein Elektrotechniker für seine Arbeit nutzen um Geräte und damit Gewicht und Geld zu sparen. Je nach Anwendung könnte das Smartphone als Multimeter, Oszilloskop oder Funktionsgenerator genutzt werden.

Mobile Devices können vor allem in Kombination mit neuartigen Services neue Geschäftsfelder eröffnen und bestehende Geschäftsprozesse deutlich vereinfachen. Die Möglichkeiten können in vielen Fällen jedoch nur sinnvoll genutzt werden, wenn gleichzeitig andere Technologien wie Cloud-Dienste parallel eingesetzt werden. Handwerksbetriebe können durch den Einsatz mobiler Geräte und geeigneter Services beim Kunden eine höhere Transparenz

bei Angebotserstellungen, zu erbringenden Dienstleistungen und der Abrechnung erzielen. Dadurch kann der Aufbau eines Vertrauensverhältnisses erleichtert werden. Mobile Devices mit intuitiven Benutzerschnittstellen besitzen ein hohes Potenzial Mitarbeiter sowohl bei körperlichen, als auch bei geistigen Arbeiten zu entlasten (vgl. BOTTHOF/HARTMANN (2015)).

4.3.4 Cloud-Dienste

Eine Cloud ist ein Speicher für Daten, auf den über das Internet zugegriffen werden kann. Sie kann zum einen als normaler Speicher eingesetzt werden, oder aber zur Kommunikation unterschiedlicher, intelligenter Objekte, Produkte oder Maschinen, die über ein Kommunikationsnetz mit der Cloud verbunden sind. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten gesammelte Daten in Echtzeit zu analysieren und auszuwerten. Durch die zentrale Verwaltung wird erreicht, dass alle, die eine Zugriffsberechtigung besitzen, auf dieselben Daten zugreifen - dies entspricht dem Prinzip der „single source of truth“ (vgl. KELKAR/HEGER/DAO (2014)).

Cloud-Dienste sind im Handwerk besonders interessant für alle Gewerbe, die auch mobil arbeiten. Durch die Onlineverfügbarkeit kann theoretisch von jedem Ort auf der Welt auf den Speicher zugegriffen werden. Dank einer Cloud sind ganz neue Geschäftsmodelle möglich, die auf diese Art früher nicht realisierbar waren. Es können zum Beispiel Prozessdaten in einer Cloud gespeichert und so einem Experten zur Verfügung gestellt werden. Dieser kann die Daten analysieren und Verbesserungspotenziale identifizieren (vgl. GEISSBAUER et al. (2014)). Die interdisziplinäre Arbeit kann deutlich schneller und einfacher koordiniert werden. Beispielsweise im Baugewerbe, wenn ein Haus gebaut wird. Wenn Maurer und Betonbauer den Grundriss in einer Cloud speichern, können Maler und Fliesenleger auf dieser Basis ihr Material berechnen, Heizungsbauer und Elektroinstallateur können die Daten ebenfalls nutzen und Rohre, sowie Kabel in einem gemeinsamen Plan verzeichnen. Auch terminliche Abstimmungen wie zwischen Maler und Raumausstatter werden erheblich vereinfacht und mehrfache Anfahrten zum Vermessen oder Besichtigen können reduziert werden (vgl. auch Beispiel im Bereich Echtzeit-Bus, Abschnitt 4.3.1). Durch die Verfügbarmachung von Daten in einer Cloud kann der Auftraggeber dem Auftragnehmer beispielsweise die Möglichkeit geben, den Status seines Auftrages ähnlich einer Paketzulieferung nachzuvollziehen. Eine weitere Möglichkeit wäre, dem Kunden die Option zu ermöglichen online Änderungen an dem Auftrag vorzunehmen.

Cloud-Dienste sind prädestiniert dafür Daten und Software zu teilen. Dadurch wird die Kooperation sowohl innerhalb eines Unternehmens, als auch betriebsübergreifend deutlich vereinfacht. Innerhalb eines Betriebs kann teure Software zwischen mehreren Nutzern von Endgeräten geteilt werden, oder Dateien von mehreren Personen gleichzeitig bearbeitet werden. Unternehmensübergreifend können ebenfalls Cloudspeicher für alle beteiligten freigegeben werden, sodass keine Daten doppelt gespeichert oder per Email verschickt werden müssen. Durch den geteilten Zugriff kann der Speicherbedarf reduziert und dynamisch an die Bedürfnisse angepasst werden. Zudem ermöglichen Cloudplattformen eine

Industriesteuerung und Produktion, die ortsunabhängig ist (vgl. BITKOM/VDMA/ZVEI (2015)).

4.3.5 IT-Sicherheit

Die Sicherheit der IT-Systeme hat einen sehr hohen Stellenwert da Industriespionage, Betrug, Manipulation und sogar terroristische Aktivitäten drohen. Geschlossene Netzwerke können durch eigens konstruierte Sicherheitsarchitekturen relativ einfach gut geschützt werden (vgl. BMBF (2013)). In offenen Netzwerken gestaltet sich die Absicherung deutlich schwieriger. Die zurzeit erhältlichen Sicherheitsanwendungen schützen zwar das Netzwerk, aber eine Echtzeitkommunikation wird durch die Prüfalgorithmen erschwert. „Die Gestaltung eines Netzes, das einen schnellen und zugleich sicheren Datenaustausch zwischen allen Netzteilnehmern garantiert, bleibt auch im Jahr 2025 eine große Herausforderung“ (vgl. BMBF (2013)). Die Skepsis, die viele Unternehmen gegenüber der Sicherheit ihrer Daten bei einer Auslagerung haben, stellt ein Hindernis bei der Weiterentwicklung von Cloud-technologien dar. Darum muss auch ein Bewusstseinswandel in Unternehmen und Gesellschaft bezüglich der Sicherheit ihrer Daten herbeigeführt werden (vgl. BMWi (2015)).

Die Sicherheitsniveaus, die für die allgemeine Netzwerkkommunikation in der Industrie verwendet werden, sind in der Regel auch für Handwerksbetriebe ausreichend sicher. Nur in seltenen Ausnahmen, bei denen die Echtzeitkommunikation unabdingbar ist, muss das Risiko, das durch die Netzwerkkommunikation entsteht abgewogen werden. Bei den meisten Handwerksunternehmen weniger relevant sind die unterschiedlichen Rechtslagen zur Datensicherheit weltweit. In der EU wird ein sehr viel höheres Gewicht auf Datenschutz und Datensicherheit innerhalb des Rechtsrahmens gelegt, als beispielsweise in den USA. Der US-amerikanische Patriot Act legt fest, dass ein Unternehmen mit Sitz in den USA, den US-Behörden Zugriff auf all ihre gespeicherten und verarbeiteten Daten geben muss (vgl. HENG (2014)).

IT-Sicherheit ist die Voraussetzung für die sichere Nutzung aller anderen hier genannten Technologien. Um diese Voraussetzung in vollem Umfang zu erfüllen, müssten Netzwerk- und Schnittstellenstandards etabliert werden, die ein angemessenes Sicherheitsniveau der Informationstechnik realisieren (vgl. BMWi (2015)).

4.3.6 Intelligente Sensorik

Der Unterschied zwischen herkömmlichen und intelligenten Sensoren besteht darin, dass bei intelligenten Sensoren auch die Signalaufbereitung und -verarbeitung in der Sensoreinheit integriert sind (vgl. SCHUH (2015)). Dadurch können sehr schnelle, sensorbasierte Folgeentscheidungen getroffen werden ohne weitere Computer oder Kommunikationssysteme einzusetzen. Auf diese Weise tragen intelligente Sensoren zu einer gesteigerten Echtzeitfähigkeit bei und vereinfachen den Aufbau komplexer Systeme mit einer großen Anzahl von Sensoren. Intelligente Sensoren sind derzeit Gegenstand der Forschung und Teil der Grundlagen-

forschung zu intelligenten Maschinen, die selbstständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen können und sich gegenseitig steuern (vgl. KAGERMANN/WAHLSTER/HELBIG (2013)).

Die möglichen Einsatzgebiete sind vielfältig. Sie reichen von der Miniaturisierung bestehender Systeme über die Dezentralisierung bis hin zu einer erhöhten Flexibilisierung durch den Einsatz in intelligenten Maschinen. Sie können beispielsweise in der Logistik eingesetzt werden um Warenausgänge und Lagerbestände zu überwachen, sowie selbstständig Bestellungen auszuführen. Dadurch wird die Steuerung einer logistischen Infrastruktur erleichtert und Ressourcen können besser verwaltet und geschont werden. Im Handwerk könnte z. B. ein Lackierer in seiner Lackierpistole eine Echtzeitüberwachung integriert haben, die ihn warnt wenn er an einer bestimmten Stelle zu viel oder zu wenig Lack aufträgt.

Es gibt bereits einige Anbieter intelligenter Sensoren, aber es wird auch noch an der Anwendung und Weiterverwendung von Daten dieser Sensoren geforscht - beispielsweise innerhalb des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts ProSense (vgl. SCHUH (2015)). Intelligente Sensoren besitzen derzeit noch nicht das Potenzial ganze Geschäftsprozesse neu zu gestalten, aber einzelne Prozessschritte können vereinfacht und die Komplexität von Systemen verringert werden.

5 Empirische Untersuchung: Digitalisierung im Handwerk

5.1 Ergebnisse der Untersuchung

In diesem Abschnitt werden die Kernergebnisse der vorherigen Literaturrecherche über eine empirische Untersuchung mit einem Fokus auf das Handwerk bestätigt sowie Antworten auf offene identifizierte Fragen ermittelt.

Im Rahmen der Umfrage wurden einige tausend Handwerksbetriebe aus Nordrheinwestfalen zum aktuellen Stand der Digitalisierung in den jeweiligen Betrieben befragt, sowie um eine Einschätzung der möglichen Chancen und Risiken gebeten, die sich aus Sicht der Betriebe im Hinblick auf die Entwicklung zur Industrie 4.0 ergeben könnten. Neben der Einordnung ihrer Betriebe zu einer Gewerbe­gruppe, beinhalteten die Fragebögen folgende Fragestellungen:

- Welche Grundvoraussetzungen bezüglich der digitalen Infrastruktur sind in Ihrem Unternehmen bereits heute vorhanden?
- Welche Ihrer Geschäftsprozesse erfolgen digital unter Einsatz von zeitgemäßen IT-Systemen?
- Welche Hemmnisse erschweren es Ihnen, sich auf die Digitalisierung einzustellen?
- Was ist Ihre Hauptmotivation, die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen auszubauen?
- Wie verändert sich Ihr Geschäftsmodell derzeit bzw. in naher Zukunft durch eine zunehmende Digitalisierung?

Von den versandten Fragebögen wurden 589 beantwortet, auf deren Analyse und Auswertung die folgenden Statistiken und Interpretationen beruhen.

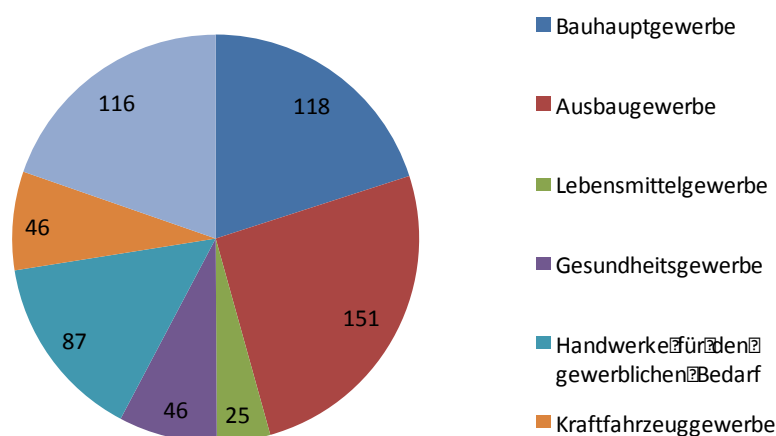


Abbildung 5-1: Einteilung der Rückläufer nach Gewerbe­gruppen

Wie in Abbildung 5-1 zu sehen ist, entstammten ca. 50% der Rückläufer aus den Gewerbegruppen Bauhauptgewerbe und Ausbaugewerbe, wobei das Ausbaugewerbe mit 151 Rückläufern den größten Anteil aufweist. Der weitaus größte Teil der Unternehmen (ca. 250) gaben dabei an, dass sie derzeit zwischen einem und fünf Mitarbeiter inklusive Inhaber und Auszubildende beschäftigen. Lediglich ca. 10% der Betriebe wiesen eine Mitarbeiteranzahl größer als 20 auf.

Das Ergebnis der Auswertung aller Angaben bezüglich der in Unternehmen vorhandenen Grundvoraussetzungen zum Aufbau einer digitalen Infrastruktur ist in Abbildung 5-2 dargestellt. Dabei ist zunächst auffällig, dass branchenübergreifend nahezu alle Betriebe über die erforderliche Grundausrüstung zur Digitalisierung (mobile und/oder stationäre Computer bzw. Endgeräte und einen Zugang zum Internet) verfügen. Bei der Betrachtung der Grafik ist darauf zu achten, dass die Kategorie Breitbandinternetanschluss keine Unterkategorie der Kategorie Internetanschluss darstellt. Auf die Frage „Welcher Anteil der befragten Unternehmen verfügt heute bereits über einen Zugang zum Internet?“, würde sich die Antwort demnach durch Addition der Prozentwerte der Kategorien Internetanschluss und Breitbandinternetanschluss aus Abbildung 5-2 ergeben.

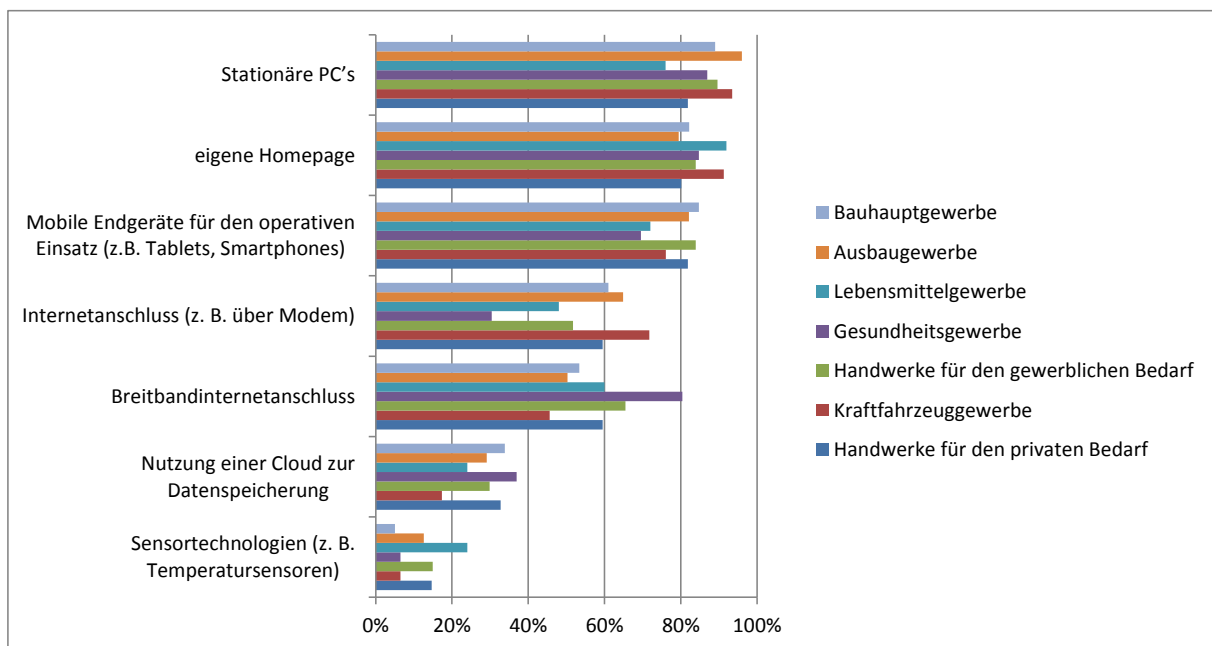


Abbildung 5-2: Grundvoraussetzungen

Wie aus Abbildung 5-2 auch hervorgeht, besteht ein starkes Gefälle zwischen der Verbreitung und Nutzung klassischer IT Unterstützung (stationäre und mobile Endgeräte) und überwiegend neuer Technologien (Cloud Services und Sensortechnologien). So geben 80-90% der Unternehmen an, Computer und andere mobile Endgeräte zu nutzen, wohingegen nur 30% aller Unternehmen bereits Cloud Services und etwaige Sensortechnologien zur Steuerung der Unternehmensprozesse verwenden. Dieses Gefälle bestätigt sich auch bei einer

Analyse der Angaben, wofür die vorhandene digitale Infrastruktur innerhalb der Unternehmen derzeit überwiegend genutzt wird. Wie aus Abbildung 5-3 hervorgeht, geben 90 % der Unternehmen an, dass sie die vorhandene digitale Infrastruktur für die interne Verwaltung (Rechnungswesen etc.) nutzen und 60% für die Bereiche Einkauf und Kundenservice. Die Bereiche Logistik und Produktion bzw. Fertigung sind dagegen deutlich weniger von Digitalisierungsprozessen betroffen.

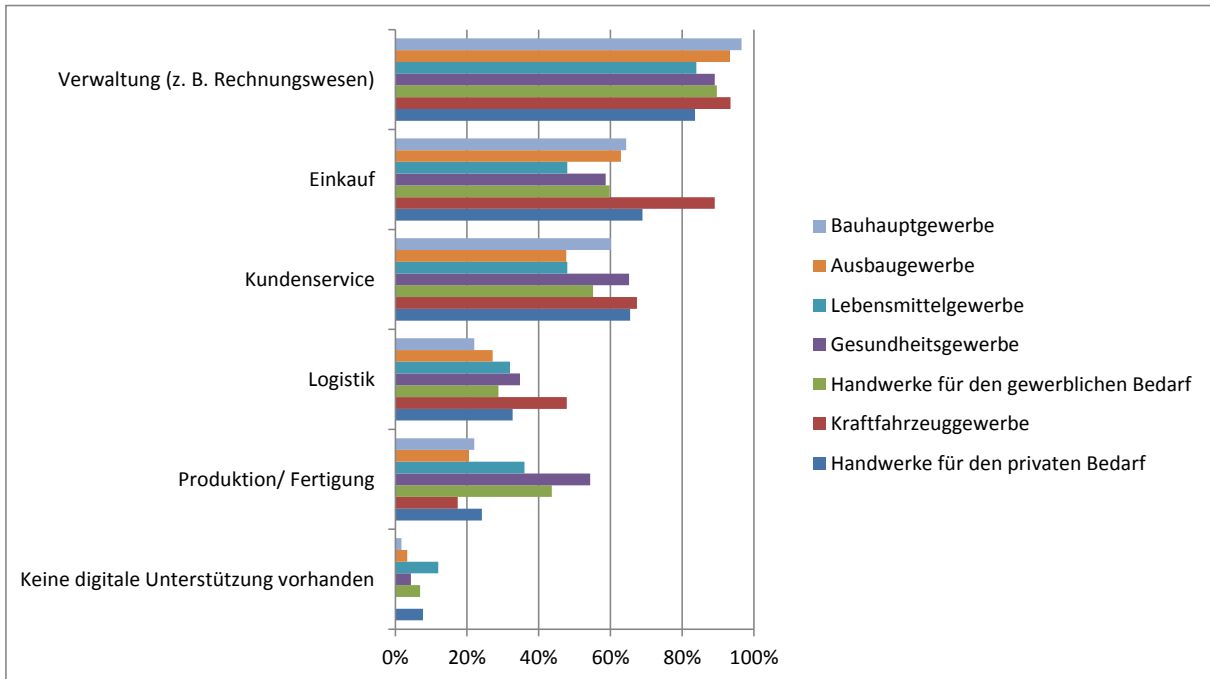


Abbildung 5-3: Verteilung

Hier geben lediglich ca. 30% der Unternehmen an, bereits aktiv die Digitalisierung in diesen Bereichen vorangetrieben zu haben. Ein Abgleich dieser Auswertung mit der Mitarbeiterzahl der betroffenen Unternehmen zeigt zudem, dass diejenigen Betriebe, welche die Digitalisierung und Automatisierung der Produktion bzw. Fertigung und der Logistik verstärkt ausbauen, mit durchschnittlich 11 Mitarbeitern deutlich über dem durchschnittlichen Niveau der an der Umfrage teilgenommenen Unternehmen liegen (ca. 6 Mitarbeiter). Die durchschnittliche Anzahl der Betriebe, bei denen noch keinerlei digitale Infrastruktur besteht, liegt dagegen unterhalb des durchschnittlichen Niveaus (ca. 4,5 Mitarbeiter). Somit ergibt die Analyse zunächst, dass die große Mehrzahl der Betriebe digitale Systeme für Unternehmensprozesse wie Buchhaltung, Kundenservice und Einkauf nutzt, dieser Trend allerdings (noch) nicht auf die Bereiche Produktion/Fertigung und Logistik übergegangen ist. Bei genauerer Betrachtung der Unternehmen und deren Rahmenbedingungen ist diese Entwicklung jedoch wenig verwunderlich. Die Implementierung eines digitalen Verwaltungssystems z. B. zur Buchführung oder zur Einkaufsabwicklung stellt heutzutage einen nahezu gänzlich standardisierten Prozess dar, der im Wesentlichen aus dem Kauf und der Inbetriebnahme einer entsprechenden Software (z. B. Lexware etc.) besteht und bereits ab einer geringen Anzahl von Angestellten einen wesentlichen Nutzenzugewinn im Hinblick auf Organisation und

Transparenz im eigenen Betrieb mit sich bringt. Somit sinkt aufgrund des geringen Komplexitätsgrades die Hemmschwelle sich innerbetrieblich mit dieser Thematik auseinander zu setzen bzw. fällt komplett weg. Gleichzeitig werden die Betriebe durch gesetzliche Vorgaben zu einer transparenten und gesetzeskonformen Verwaltung gezwungen. Somit ist die weite Verbreitung von IT gestützten Systemen im Rahmen dieser Geschäftsprozesse durch die Kombination aus geringem Eigenaufwand und äußeren Vorgaben verbunden mit einem hohen Nutzenzugewinn im Hinblick auf Organisation und Transparenz im eigenen Betrieb zu erklären.

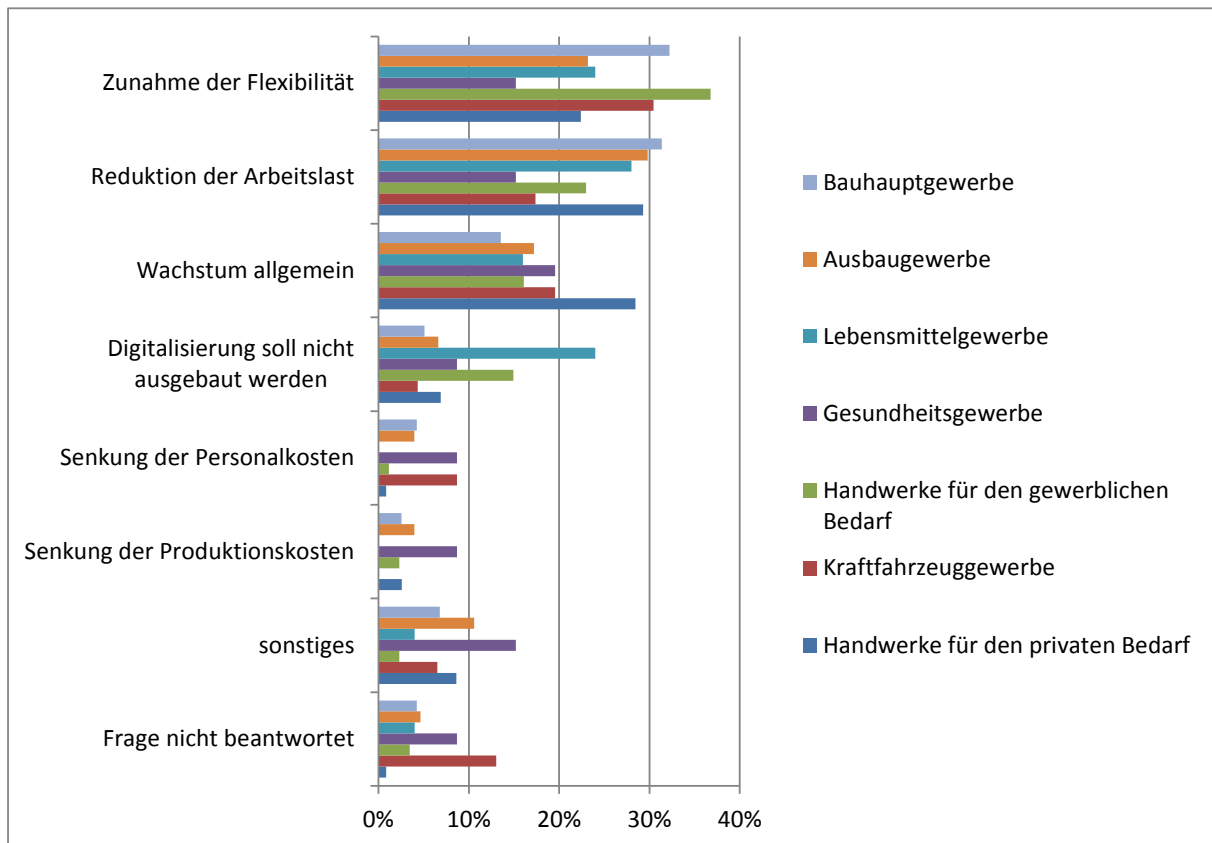


Abbildung 5-4: Motivation

Dagegen bedeutet die Digitalisierung und Automatisierung der eigenen Produktion, Fertigung oder Logistik wesentlich mehr Eigeninitiative, um die am Markt erhältliche Soft- und Hardware in den eigenen Betrieb und die individuellen Produktionsabläufe zu integrieren. Ein derartiger Aufwand erscheint folglich vielen handwerklichen Betrieben aufgrund der Überschaubarkeit der eigenen Fertigungsstätten noch nicht gerechtfertigt. Dieser Befund deckt sich auch mit der Auswertung der Angaben auf die Fragestellungen, worin die Hauptmotivation zur Implementierung digitaler Unterstützung im eigenen Betrieb liegt und wobei in diesem Zusammenhang die größten Hemmnisse gesehen werden. Dabei geben zwar die meisten Betriebe an, dass sie die Hauptmotivation in der Zunahme von Flexibilität und in der Reduktion der Arbeitslast sehen, jedoch lässt die mangelnde Motivation für den Ausbau der digitalen Infrastruktur zur Senkung der Personal- und Produktionskosten darauf schließen,

dass die Betriebe nicht davon ausgehen, durch eine verstärkte Digitalisierung in diesem Bereich einen wirtschaftlichen Nutzen ziehen zu können, siehe Abbildung 5-4. Diese Angabe spiegelt letztendlich den aktuellen Stand der Unternehmen bzgl. deren Digitalisierung wider, da die etablierten Systeme als erforderlich und in hohem Maße Nutzen stiftend gesehen werden, der Nutzen eines weiteren Ausbaus über diese vorhandenen Systeme hinaus jedoch noch stärker hinterfragt wird. Die Ursache hierfür wird durch die Betrachtung der Angaben bzgl. der wesentlichen Hemmnisse deutlich. Wie aus Abbildung 5-5 hervorgeht, gibt ein Viertel der Betriebe an, dass die mangelnden IT Kenntnisse, die fehlenden Kompetenzen und Qualifikationen, die fehlende Unterstützung bei der Implementierung sowie die fehlenden Standards die größten Hemmnisse darstellen. Da eine Implementierung weiterer digitaler Infrastruktur daher zunächst mit viel Zeit und Kosten verbunden wäre (für Schulungen der Mitarbeiter, Beauftragung eines Dienstleisters zur Installation etc.), übersteigt für die Mehrzahl der Betriebe der erforderliche Aufwand den zu erwartenden Nutzen.

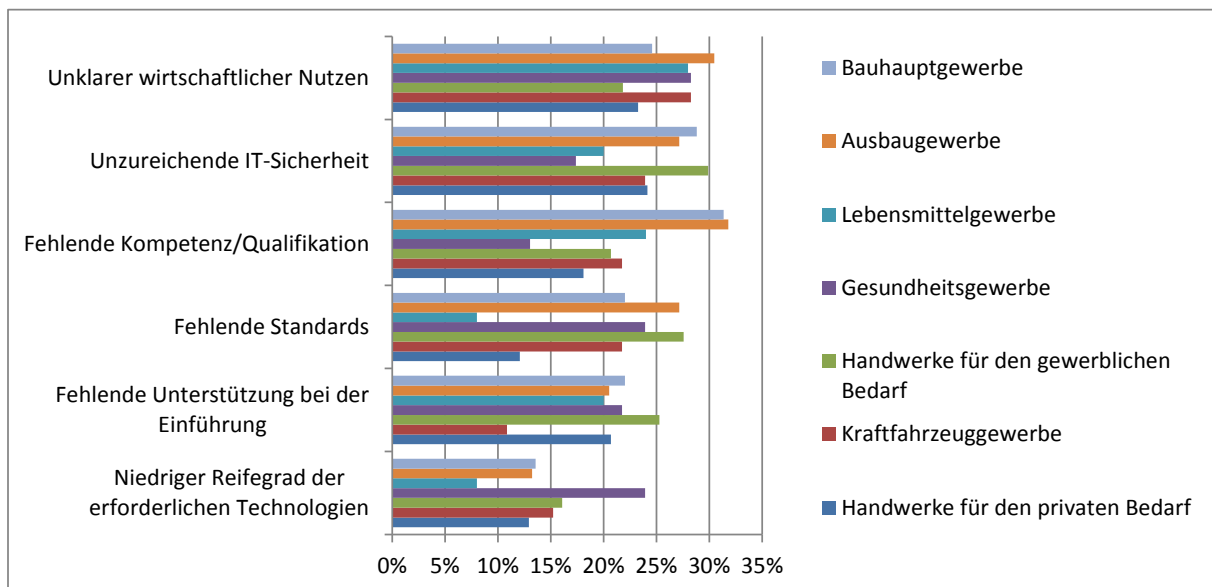


Abbildung 5-5: Hemmnisse

Das ungleiche Nutzen-Aufwand-Verhältnis könnte auch erklären, weshalb 7% der Betriebe angeben, ihre digitalen Strukturen nicht weiter ausbauen zu wollen. Bemerkenswert ist zudem, dass über 10% der befragten Unternehmen den digitalen Ausbau nicht freiwillig aufgrund der innerbetrieblichen Weiterentwicklung vornehmen bzw. vornehmen würden, sondern sich vielmehr von außen dazu gezwungen fühlen. In diesem Zusammenhang wurden häufig Gründe wie „Pflicht im Umgang mit Geschäftspartnern“, „wird von Kunden verlangt“ oder „ohne geht es nicht“ genannt. Dies lässt auf eine grundsätzlich skeptische Einschätzung vieler Betriebe gegenüber dieser Entwicklung schließen, was dadurch bestätigt wird, dass 70% der Unternehmen nicht davon ausgehen, dass sich ihr Geschäftsumfeld in naher Zukunft aufgrund zunehmender Digitalisierung verändern wird (siehe Abbildung 5-6)

Die Umfrage führte daher zu folgenden Ergebnisse bzw. Rückschlüssen:

- Grundlegende digitale Strukturen zur innerbetrieblichen Verwaltung sind weit verbreitet
- Wesentliche Aspekte der Entwicklung zur Industrie 4.0 wie sie im Mittelstand und in deutschen Großunternehmen von großer Bedeutung sind (z. B. Digitalisierung der Produktion, Automatisierung von Produktionsabläufen, Vernetzung der Unternehmensbereiche), spielen im deutschen Handwerk noch eine untergeordnete Rolle
- Die Überschaubarkeit der eigenen Tätigkeiten, die geringe Anzahl der Mitarbeiter und vor allem die fehlenden Fachkenntnisse im IT Bereich lassen die meisten Kleinbetriebe vor einem weiteren Ausbau ihrer digitalen Infrastruktur zurückschrecken
- Viele handwerkliche Betriebe stehen der Entwicklung generell negativ gegenüber
- Mit knapp 5% ist der Anteil der Unternehmen, die keinerlei digitale Infrastruktur (d.h. weder PCs noch Internet etc.) besitzen sehr hoch (im Vergleich zum Mittelstand)

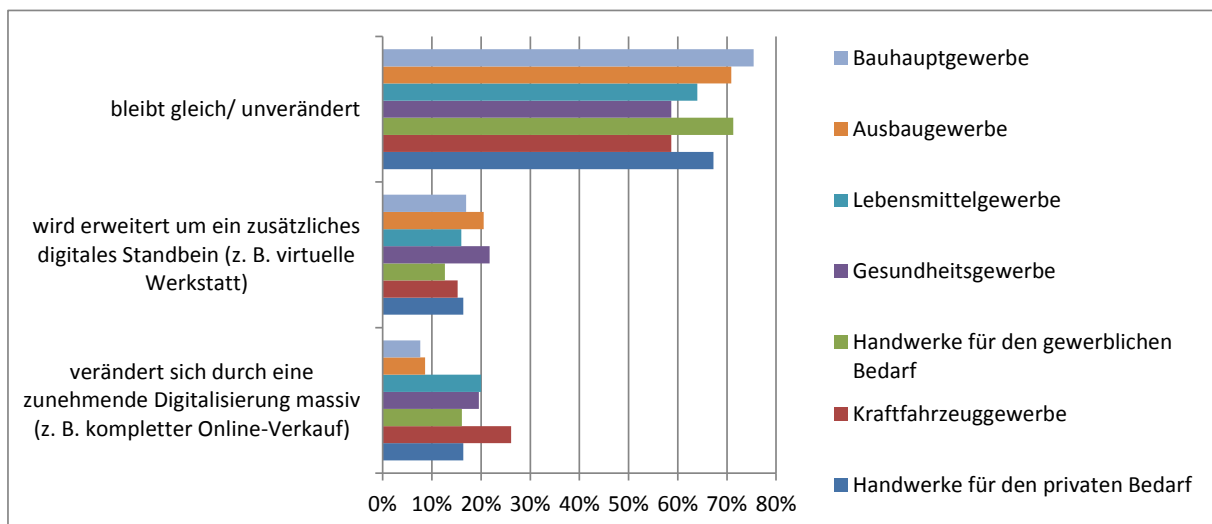


Abbildung 5-6: Veränderung des Betriebs-/ Geschäftsmodell durch Digitalisierung

5.2 Detaillierte Auswertung der gewählten Fokusbereiche KFZ-Gewerbe und Gesundheitsgewerbe

In diesem Abschnitt werden zwei Schwerpunktbereiche detailliert betrachtet, welche aufgrund der vorherigen Ergebnisse der Literaturrecherche, sowie der empirischen Untersuchung, mit einem besonderen Innovationspotenzial aufwarten. Innerhalb dieser Fokusbereiche werden „Best Practice“ Unternehmungen identifiziert, welche mittels Interviews detailliert beleuchtet werden.

5.2.1 Fokusbereich 1: Kraftfahrzeuggewerbe

Unter allen Teilnehmer der Umfrage gab nur im Kraftfahrzeuggewerbe kein Unternehmen an, dass es auf digitalen Unterstützungen verzichtet. Gleichzeitig ist die Nutzung unterschiedlicher digitaler Technologien so hoch wie in keinem anderen untersuchtem Gewerbe. Des Weiteren erwartet diese Branche mit 26% die größten Veränderungen durch eine zunehmende Digitalisierung. Auf Grund dieser Kombination wird der Fokusbereich auf das Kraftfahrzeuggewerbe gelegt. Ansätze für neue Technologien könnten beispielsweise in KFZ-Betrieben getestet werden oder die Erfahrungen dieses Gewerbes in zukünftige Leitfäden einfließen. Es hat bereits mehr Erfahrung mit der Digitalisierung als andere Gewerbe, weshalb deren Richtung eine größere Bedeutung beigemessen werden darf.

Richtet man den Fokus auf die Erwartungen, wie sehr sich das Geschäftsmodell innerhalb des Kraftfahrzeuggewerbes verändern wird, können klare Tendenzen der Gruppen ausgemacht werden (Abbildung 5-7).

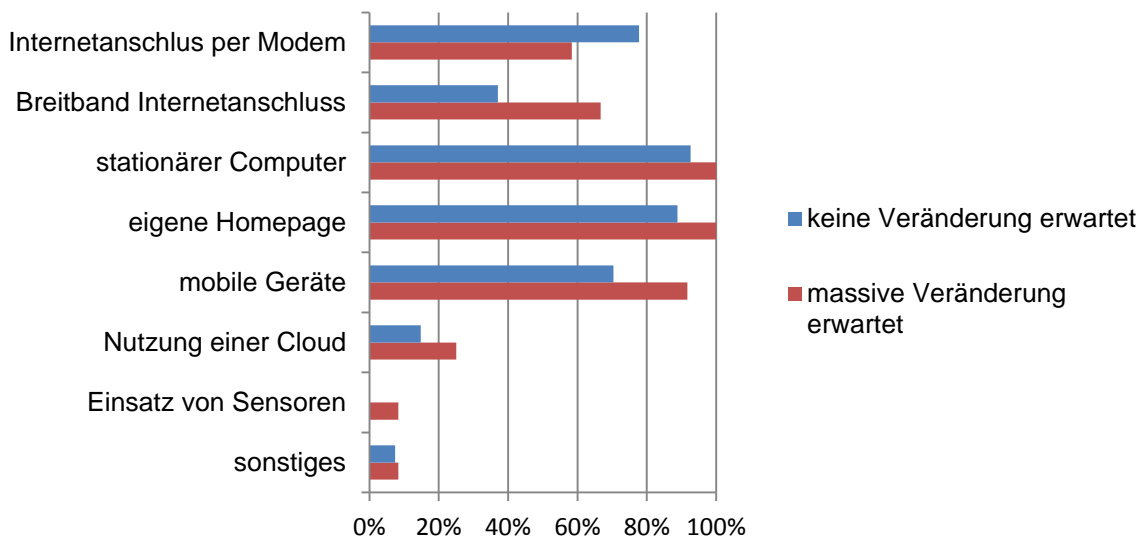


Abbildung 5-7: Nutzung digitaler Technologien im Kraftfahrzeuggewerbe (Unterscheidung der Nennungen nach „Geschäftsmodell bleibt unverändert“ & „Geschäftsmodell verändert sich durch Digitalisierung massiv)

Die Gruppe, welche eine große Veränderung der Geschäftsprozesse erwartet, zeichnet sich dadurch aus, dass sie in jeder der untersuchten Kategorien einen größeren Einsatz digitaler Technologien aufweist. Die Anzahl der Modemanschlüsse ist zwar geringer, was aber daran liegt, dass dafür schnellere Breitbandanschlüsse häufiger genutzt werden. Möglicherweise besitzen Unternehmen, die bereits viele Prozesse digitalisiert haben eine größere Erfahrung im Umgang mit der Digitalisierung und eine bessere Vorstellung davon, welche Potenziale sich in Zukunft noch eröffnen könnten. Man kann jedoch auch anders herum argumentieren und davon ausgehen, dass die Unternehmen, die eine massive Veränderung der Geschäftsmodelle erwarten bereits für eine zunehmende Digitalisierung vorsorgen, indem sie

Ihre Unternehmen digital aufrüsten. Innerhalb dieser Studie wird nicht weiter darauf eingegangen was die Ursache oder die Wirkung ist, aber das eindeutige Ergebnis dieser Gegenüberstellung ist, dass Unternehmen die viele digitale Technologien nutzen auch eher eine große Veränderung durch eben diese Technologien erwarten.

Mehr als die Hälfte aller befragten Unternehmen im Kraftfahrzeuggewerbe sind sehr kleine Unternehmen und haben ein bis fünf Mitarbeiter (vgl. Abbildung 5-8). Daraufhin wurde ein Interview mit dem Unternehmen „KFZ-Service Frank Kioschis“ in Witten durchgeführt. Das Unternehmen besteht aus insgesamt 3 Mitarbeitern und gehört mit seiner Größe zu einem repräsentativen Unternehmen dieser Branche.

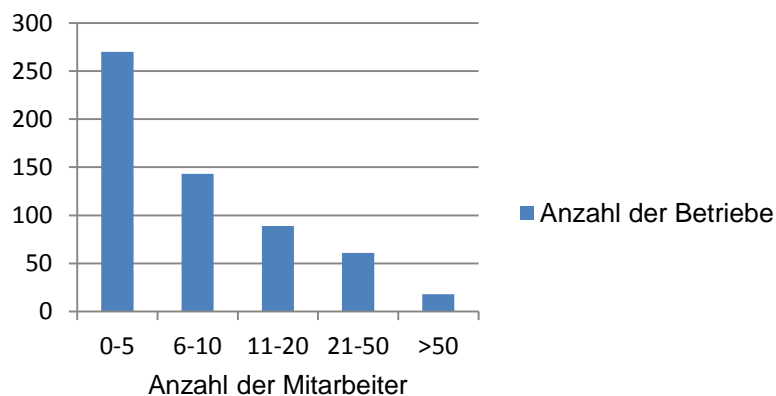


Abbildung 5-8: Verteilung der Unternehmensgröße in der KFZ-Branche

Innerhalb des interviewten Unternehmens sind viele Geschäftsprozesse wie Verwaltung, Einkauf und Kundenservice bereits digital unterstützt. Das Unternehmen ist sich den Risiken der Digitalisierung bewusst und gewährleistet die Sicherheit der Daten durch eine Firewall, sowie IT-Sicherheitslösungen eines etablierten Unternehmens. Negative Vorfälle sind dabei bisher keine aufgetreten. Das größte Potenzial wird im Onlineangebot über die unternehmenseigene Homepage gesehen. Es werden bereits umfassende Informationen über die verschiedenen Serviceleistungen an den Kunden weitergegeben und Termine können ebenfalls über das Internet ausgemacht werden. Das Internetangebot ist bei vorhandener Homepage verhältnismäßig leicht zu erweitern und bedarf einer geringeren Investition als neue Technologien anzuschaffen. Zurzeit sieht das Unternehmen jedoch keinen Bedarf weitere Schritte im Zuge einer voranschreitenden Digitalisierung einzuleiten. Damit einhergehend wird wie von den meisten anderen Unternehmen auch, in naher Zukunft keine große Veränderung erwartet. Ebenso wird eine größere Unterstützung von Handwerksbetrieben in Hinblick der Digitalisierung nicht für zwingend notwendig gehalten. Sollten dennoch Förderprogramme, Handlungsleitfäden oder -empfehlungen ausgesprochen werden, sind die Handwerkskammern, oder in diesem Fall der Verband deutscher Kraftfahrzeuggewerbe die besten Wege die Informationen an die Betriebe weiter zu leiten. Zusammengefasst liegt das Unternehmen mit dem aktuellen Stand der Technik, dem Grad der Digitalisierung und der

Einschätzung der Entwicklung im Durchschnitt und ist damit durchaus zufrieden. Die Potenziale sind aus Sicht des Unternehmens noch nicht ausgeschöpft.

5.2.2 Fokusbereich 2: Gesundheitsgewerbe

Aus den Auswertungen der Fragebögen geht hervor, dass digitale Technologien im Gesundheitsgewerbe in mehrerlei Hinsicht weiter verbreitet sind als im Durchschnitt. Nach dem Kraftfahrzeuggewerbe, auf welches der erste Fokusbereich gelegt wurde, findet man im Gesundheitsgewerbe in Summe die meisten Anwendungen digital unterstützter Geschäftsprozesse pro Unternehmen. Insbesondere bei der Produktion und Fertigung werden mehr digitale Technologien eingesetzt als bei allen anderen Branchen. Die Prognosen über die Veränderung der Geschäftsmodelle sind zwar in allen Branchen sehr ähnlich, aber dennoch gehört das Gesundheitsgewerbe zu den beiden Gewerben, die am ehesten eine Veränderung durch zunehmende Digitalisierung erwarten. Darauf aufbauend kann man davon ausgehen, dass das Gesundheitsgewerbe der Digitalisierung offener gegenübersteht als andere Branchen, wodurch es eine Vorreiterstellung einnehmen kann. Eine zunehmende Digitalisierung kann in dieser Branche schneller als in anderen realisiert werden, wodurch Potenziale und Risiken schneller aufgedeckt werden können. Daraus können wiederum Handlungsempfehlung für andere Branchen abgeleitet werden.

Wertet man die in dem Gesundheitsgewerbe eingesetzten Technologien im Hinblick auf die prognostizierte Veränderung der Geschäftsprozesse aus, ergibt sich ein sehr ähnliches Bild wie im Kraftfahrzeuggewerbe (vgl. Abbildung 5-7).

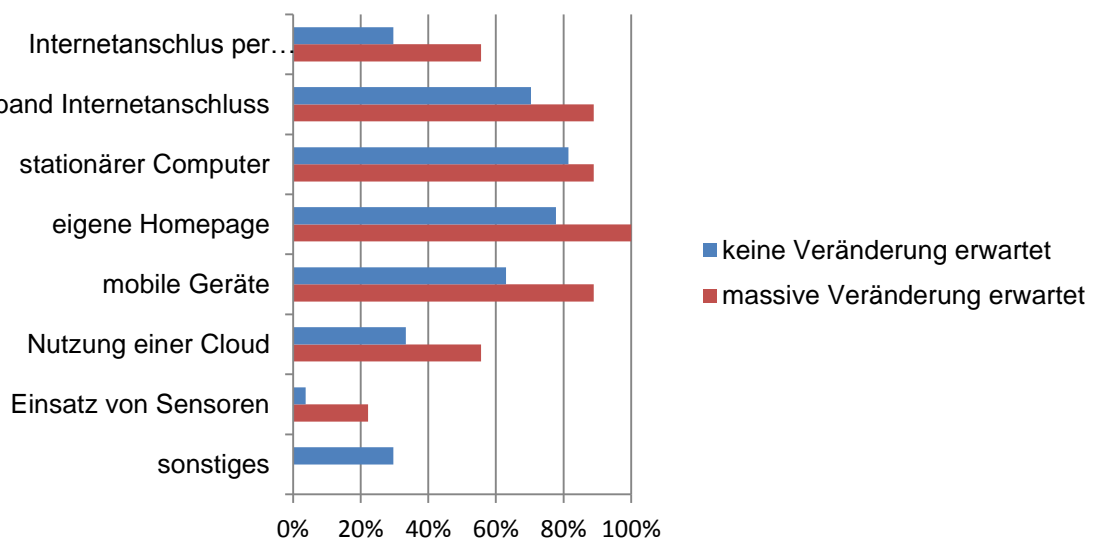


Abbildung 5-9: Nutzung digitaler Technologien im Gesundheitsgewerbe (Unterscheidung der Nennungen nach „Geschäftsmodell bleibt unverändert“ & „Geschäftsmodell verändert sich durch Digitalisierung massiv“)

Die Verbreitung der verschiedenen Technologien ist zwar sehr unterschiedlich, aber das Gesamtbild ergibt in beiden Fällen, dass Unternehmen mit einem höheren Einsatz digitaler Technologien eine größere Veränderung der Geschäftsprozesse oder -modelle erwarten. Noch deutlicher werden die Unterschiede der beiden Erwartungsgruppen bei Betrachtung der Einsatzbereiche von Digitaler Technik (vgl. Abbildung 5-10). Insbesondere in der Produktion und dem Kundenservice sind die Unterschiede sehr groß. In Unternehmen die große Veränderungen der Geschäftsprozesse erwarten, werden mehr als doppelt so häufig digitale Technologien zur Unterstützung in den beiden genannten Bereichen eingesetzt. Dieser Umstand lässt vermuten, dass die Unternehmen innovativer sind und zukunftsorientierter arbeiten. In digitale Strukturen und Technologien muss zunächst investiert werden, wodurch die Kosten wiederum in der Zukunft amortisiert werden müssen. Man kann also davon ausgehen, dass Unternehmen mit höheren Digitalisierungsgraden weitsichtiger wirtschaften. Im Gesundheitsgewerbe ist der Anteil der Unternehmen, die eine massive Veränderung erwarten mit 20% noch vergleichsweise hoch. Der Durchschnitt über alle Gewerbegruppen liegt bei lediglich 16% (vgl. Abbildung 5-6).

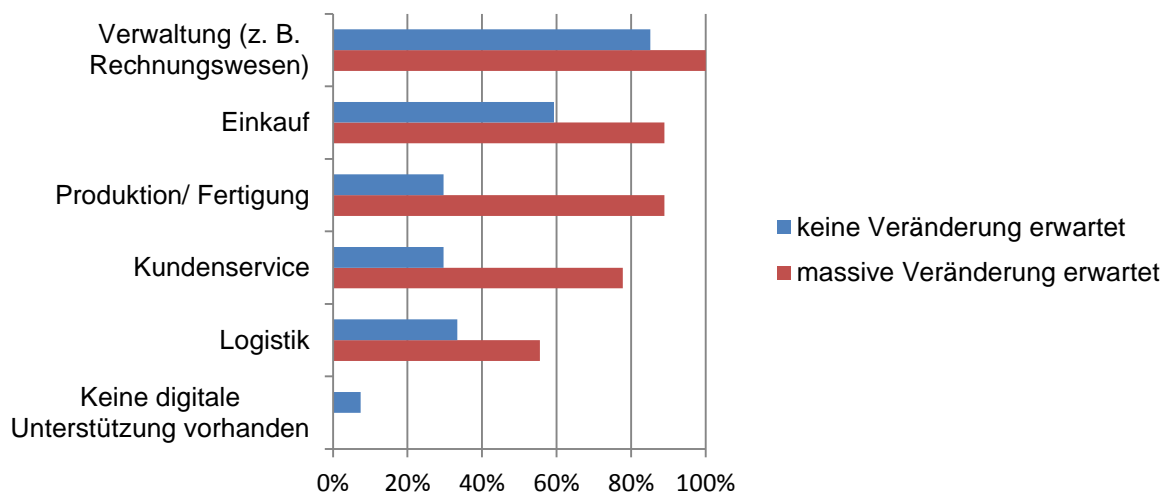


Abbildung 5-10: Digital unterstützte Prozesse im Gesundheitsgewerbe (Unterscheidung der Nennungen nach „Geschäftsmodell bleibt unverändert“ & „Geschäftsmodell verändert sich durch Digitalisierung massiv)

Bei einem durchgeführten Interview mit dem Unternehmen Schott Orthopädie - Schuhtechnik GmbH & Co. KG in Homberg/Efze wurde deutlich, dass das Unternehmen große Potenziale in dem Ausbau der Digitalisierung sieht. Insbesondere der Vertrieb hat in der Vergangenheit durch die Digitalisierung sehr profitiert. Früher wurde Werbung hauptsächlich über das lokale Radio verbreitet. Mittlerweile wird das Internet genutzt um in der gesamten Bundesrepublik zu werben. Auch in Grenznähe außerhalb Deutschlands gibt es bereits Kunden. Dieses Potenzial soll auch in Zukunft genutzt und ausgebaut werden. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Onlineshop, der kontinuierlich aktualisiert, optimiert und gewartet wird. Zukünftige Produkte können auf diese Weise schnell und unkompliziert vorgestellt und in das bestehende

Angebot aufgenommen werden. Die Risiken, die durch die Digitalisierung entstehen sind dem Unternehmen ebenfalls bewusst. Hierzu gehört sowohl das Risiko der Produktkopie auf Grund veröffentlichter Daten, sowie die Sicherheit der Kundendaten. Das Unternehmen besitzt eigene Server, die nach dem aktuellen Stand der Technik gesichert sind. In der Vergangenheit gab es bereits Angriffe auf den Server, die jedoch erfolgreich abgewehrt werden konnten. Zusätzlich zu etablierten digitalen Technologien wie Computern oder mobilen Endgeräten, werden 2D- und 3D-Scanner, sowie CAD-Software und eine CNC-Fräsmaschine eingesetzt. Damit gehört das Unternehmen zu den überdurchschnittlichen Anwendern digitaler Technologien. In Zukunft sollen weitere Technologien wie 3D-Drucker angeschafft werden, sofern sie für die Branchenspezifischen Ansprüche marktreif sind. In dem Interview wurde deutlich, dass der Austausch für die Digitalisierung und Innovationsförderung unheimlich wichtig ist. Es wird mehr Unterstützung von der Regierung gewünscht um den Austausch zwischen Unternehmen, Kooperationen und Konsortien zu fördern. Die Informationsverbreitung sollte dabei über möglichst viele Kanäle wie zum Beispiel die Handwerkskammern, Fachzeitschriften, Emails oder Flyer erfolgen.

5.2.3 Fazit

Durch den ausgewerteten Fragebogen können einzelne Gewebegruppen identifiziert werden, die der Digitalisierung offener entgegenstehen oder mehr Berührungspunkte haben als andere. Die branchenübergreifenden Tendenzen sind klar erkennbar. Die Digitalisierung ist in manchen Bereichen wie der Verwaltung bereits allgegenwärtig, während sie in anderen Bereichen wie der Logistik weniger verbreitet ist. Eine durch Digitalisierung verursachte betriebliche Veränderung erwarten die wenigsten Unternehmen. Klar erkennbar ist die Differenz zwischen Unternehmen, die in naher Zukunft eine große Veränderung der Geschäftsprozesse erwarten und jenen, die davon ausgehen, dass sich durch eine zunehmende Digitalisierung keine Änderungen ergeben werden. Erstgenannte Unternehmen machen nur einen kleinen Anteil von durchschnittlich 16% aus, aber sie nutzen deutlich mehr digitale Technologien zur Unterstützung diverser Geschäftsprozesse. Bezogen auf die Umfrage werden durchschnittlich 2,6 der Geschäftsprozesse digital unterstützt gegenüber 1,5 der zweitgenannten Unternehmen. Dieser Umstand übergreift alle Gewerbegruppen. Langfristig gesehen könnte eine Spaltung entstehen. Grundlegende Prozesse wie Verwaltungsprozesse sind fast immer digital unterstützt (90%). Bei höheren Graden der Digitalisierung, insbesondere bei Prozessen die nicht zwangsläufig digitalisiert sein müssen gibt es jedoch zum einen die Unternehmen, die innovativ geprägt sind und sich hinsichtlich der Digitalisierung kontinuierlich weiterentwickeln, sowie die Unternehmen, die die Digitalisierung nicht als Gewinnbringer wahrnehmen.

Sowohl die Kraftfahrzeugbranche, als auch die Gesundheitsbranche legen im Durchschnitt mehr Wert auf die Digitalisierung und sind tendenziell etwas fortschrittlicher als andere Branchen, jedoch ist der Unterschied auch hier aktuell nicht groß.

6 Auswirkungen, Chancen und Risiken

Allgemeine Chancen und Risiken der fortschreitenden Digitalisierung in der Industrie werden bereits in einer Vielzahl von Studien (vgl. Abschnitt 4.2) ausführlich thematisiert. Was jedoch fehlt, ist ein Fokus auf Handwerksbetriebe und den Einfluss einer zunehmenden Digitalisierung auf den Wandel der Arbeitsumfänge, der Arbeitslasten und der Geschäftsprozesse kleiner und mittlerer Unternehmensgröße. Dieser Fokus wird im Folgenden betrachtet. Dabei wird zunächst auf die Auswirkungen einer zunehmenden Entwicklung zur Industrie 4.0 eingegangen, ehe die Chancen und Risiken gesamtwirtschaftlich und für den einzelnen Betrieb diskutiert werden.

Die Rahmenbedingungen im regionalen und globalen Wettbewerb haben sich im Verlauf der letzten Jahre branchenübergreifend stark verändert. Vor allem durch neue leistungsstarke Technologien, ein geändertes Kundenverhalten und die zunehmende Forderung nach Flexibilität und Transparenz entstanden neue Herausforderungen hinsichtlich Produktivitätssteigerung, verbesserter Kundenkommunikation, sowie Schnelligkeit und Sicherheit des Datentransfers. In der Großindustrie, aber auch im deutschen Mittelstand ist dieser Trend bereits allgegenwärtig. So gibt ein Großteil der mittelständischen Unternehmen an, der aktuellen Entwicklung rund um das Thema Industrie 4.0 große Bedeutung beizumessen. Der aktuelle Digitalisierungsgrad bzgl. moderner Technologien, wie Digitalisierung bzw. Automatisierung der Produktionsabläufe und Software bzw. Systemtechnik ist jedoch noch eher niedrig ausgeprägt (vgl. REKER/BÖHM (2013)). Die Schnelllebigkeit dieser Entwicklung erfordert von deutschen Unternehmen und der deutschen Politik ein entschlossenes Vorgehen um mit dem industriellen internationalen Wettbewerb Schritt zu halten. Vor allem der Vergleich mit den USA zeigt, dass in Europa innerhalb des nächsten Jahrzehnts mit ca. 90 Mrd. Euro jährlich (vgl. BLANCHET et al. (2014)) stark in den digitalen Ausbau der Unternehmen investiert werden muss. Dabei muss Deutschland aufgrund seiner wirtschaftlichen Position innerhalb Europas mit einem Anteil von ca. 40 Mrd. bis 2020 eine führende Rolle einnehmen (vgl. GEISSBAUER et al. (2014)).

Wie u.a. aus der Einschätzung des Vereins zur Förderung des Heinz-Piest-Instituts für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover e.V., sowie aus der Auswertung der empirischen Untersuchung hervorgeht, sind diese Entwicklungen im deutschen Handwerk deutlich weniger präsent. Dabei stellen die fehlende Transparenz über den wirtschaftlichen Nutzen und die mangelnden Fachkenntnisse die wesentlichen Hemmnisse für die meisten Handwerksbetriebe dar. Dennoch gilt auch für viele Bereiche des Handwerks, dass durch die zunehmende Digitalisierung im Rahmen der Entwicklung zur Industrie 4.0 Produktivitätssteigerungen von bis zu 20% möglich sind (vgl. McKinsey&Company (2015)). Dies entspricht einem gesamtwirtschaftlichen Wachstumspotenzial von jährlich ca. 17-25 Mrd. Euro (vgl. HUNGERLAND et al. (2015)). Gemessen an seinem Anteil zum Bruttoinlandsprodukt (500 Mrd. im Jahr 2013 (vgl. FRIEDL (2013))) ergäbe dies ein Wachstumspotenzial von jährlich 2-3,5 Mrd. Euro für das deutsche Handwerk. Dies gilt selbstverständlich auch für den einzelnen

Betrieb, der sich für moderne Unternehmensprozesse entscheidet und die entsprechenden Investitionen tätigt. Dabei kann es sich sowohl um Investitionen für die innerbetrieblichen Produktionsabläufe handeln (Automatisierung etc.), sowie auch um eine Modernisierung der Kommunikation mit den Kunden (Onlinehandel etc.). Zum einen steigt durch die Verschiebung von einfachen manuellen Tätigkeiten zu planbaren und steuerbaren Abläufen die innerbetriebliche Produktivität, gleichzeitig erweitert sich der Kreis potenzieller Kunden und die Transparenz des eigenen Betriebs gegenüber dem Kunden nimmt zu. Durch die so abnehmende Komplexität in der Kommunikation mit dem Kunden eröffnet sich für die Betriebe die Möglichkeit alte Leistungen wie Kundenservice mithilfe moderner Technologien neu zu definieren. Auch wäre eine Kooperation mehrerer Betriebe einer oder mehrerer Gewerbegruppen (z. B. Hausbau) denkbar, wobei mit Hilfe einer Online-Plattform die teilnehmenden Betriebe abhängig von ihrer geografischen Lage, der gegenwärtigen Auslastung und vorhandener Qualifikationen den Kunden zugeteilt werden. Durch die so entstehenden Synergieeffekte, könnte eine derartige Allianz von Handwerksbetrieben ein wesentlich vergrößertes Produktportfolio anbieten und so seine Position gegenüber etwaigen Großunternehmen behaupten. So könnten sich zum Beispiel ein Fenstermacher, Fliesenleger, Maler und Kaminbauer zusammenschließen und über eine gemeinsame Homepage dem Kunden Gesamtlösungen für den Innenausbau seines Hauses oder seiner Wohnung vorschlagen.

Allerdings bergen diese Entwicklungen auch Risiken für das deutsche Handwerk, die im Folgenden erörtert werden sollen. Wie die empirische Umfrage gezeigt hat, stellt die Frage des wirtschaftlichen Nutzens moderner Technologien neben dem Mangel an Fachkenntnissen das am häufigsten genannte Hemmnis für Handwerksbetriebe dar. Demnach stellt sich für kleine Betriebe auch in Zukunft zunächst die Frage, ob sich Investitionen in den Ausbau der digitalen Infrastruktur lohnen, solange noch nicht mehr standardisierte Komplettpakete für die einzelnen Anwendungen verfügbar sind. Zwar sind einige Standard IT-Pakete für die innerbetriebliche Verwaltung etc. am Markt erhältlich und dementsprechend auch bereits für Kleinbetriebe im Handwerk sinnvoll, allerdings rechnen sich neue Technologien wie Automatisierung oder Mensch-Roboter Kollaboration für das Handwerk offenbar noch nicht. Diese spürbare Einsatzbarriere liegt zum einen an den bis dato hohen Anschaffungs- und Implementierungskosten, hinzu kommen aber auch noch ungeklärte rechtliche Faktoren, wie die Regelungen zur Mensch-Roboter-Kollaboration. Daher besteht bei einem Ausbau der digitalen Infrastruktur ohne das innerbetriebliche Know-How schnell die Gefahr, sich in Abhängigkeit von IT-Spezialisten zu begeben, ohne deren Hilfe etwaige auftretende Probleme im Notfall nicht behoben werden können. Diese Gefahr mit den damit verbundenen wirtschaftlichen und finanziellen Konsequenzen besteht gerade bei kleinen Betrieben, die sich für intensive Investitionen entscheiden. Darüber hinaus ist auch fraglich, ob die Mehrzahl der Handwerksbetriebe ihren Kundenkreis durch einen präserteren Auftritt z. B. im Internet überhaupt erweitern will. Viele Handwerksbetriebe – vor allem in den ländlichen Regionen - leben schließlich von ihrem lokalen Charakter und der damit verbundenen Stammkundschaft. Daher stellt sich für einige die Frage, ob es nicht langfristig besser ist, seinen lokalen Charakter stärker zu betonen, um auf diese Weise mit Großunternehmen zu konkurrieren

anstatt sich durch Zusammenschlüsse oder eigene Vergrößerung auf diesen Wettbewerb überhaupt einzulassen. Dazu kommt, dass bei zunehmender Etablierung von vernetzten Strukturen im Handwerk mit wachsenden Kundenkreisen mehr und mehr branchenfremde Unternehmer in den Markt eintreten werden, wodurch sich das Angebot erhöht und der einzelne Handwerksbetrieb sich langfristig stärkerer Konkurrenz ausgesetzt sieht.

Nach Betrachtung der genannten Chancen und Risiken ist klar, dass eine zunehmende Digitalisierung mit verbundener Produktivitätssteigerung enorme Wachstumspotenziale für das industrielle Gewerbe, aber auch für das Handwerk mit sich bringt. Zwar birgt diese Entwicklung für den einzelnen Betrieb auch eine Reihe von Risiken, jedoch sollte sich jeder Unternehmer bewusst sein, dass durch vehemente Ablehnung jeglicher Modernisierung die Gefahr besteht, langfristig im Wettbewerb nicht mehr konkurrenzfähig zu sein. Im Handwerk wird diese Entwicklung im Gegensatz zur Großindustrie und Mittelstand flächendeckend noch stark angezweifelt. Dabei sorgt die Kombination aus Furcht vor den finanziellen Folgen, dem Hinterfragen des wirtschaftlichen Nutzens und die mangelnden Fachkenntnisse letztlich für die passive Haltung der handwerklichen Betriebe.

7 Handlungsempfehlungen

Abschließend werden abgeleitet aus den Auswirkungen, Chancen und Risiken konkrete Handlungsempfehlungen als Entscheidungsgrundlage für Förderschwerpunkte sowie weitere Initiativen gegeben.

Die Digitalisierung fordert die Wirtschaft in allen Dimensionen: Technik, Organisation, Qualifikation und Geschäftsmodellen. Sie stellt Unternehmen vor große Herausforderungen, denn diese müssen schnell auf Marktveränderungen reagieren und gleichzeitig dem wachsenden Bedarf nach stärkerer Individualisierung der Produkte gerecht werden. Die Adressierung der Herausforderungen erfordert Kompetenzen dahin gehend, wie bestehende Arbeitsprozesse mit neuen Technologien unterstützt werden können. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen benötigen beim Kompetenzaufbau Unterstützung, denn gerade bei der Vermittlung von Erfahrungen und der fachlichen Begleitung der Digitalisierung bestehen in kleineren Unternehmen große Defizite. Aktuell ist es schwer abzuschätzen, wie schnell sich aus den Anforderungen integrierte digitale Strukturen der Prozesslandschaft entwickeln werden, jedoch wird auch ein handwerklicher Betrieb langfristig nicht konkurrenzfähig bleiben können, wenn er sich dieser Entwicklung gänzlich entzieht. Hauptgrund hierfür ist die fehlende Agilität und Schnelligkeit welche auch im handwerklichen Umfeld zunehmen wird, sowie die Gewöhnung der Kundenkreise an digitale Prozessstrukturen, welche sie häufig zumindest beim direkten Kontakt mit dem Handwerksbetrieb erwarten. Daher stellt sich sowohl auf der betrieblichen als auch auf der politischen Ebene die Frage, wie dieser Entwicklung entgegen zu treten ist.

Für den einzelnen Betrieb haben die oben beschriebenen Herausforderungen zunächst zur Folge, dass man sich kontinuierlich über neue Entwicklungen informiert, um überhaupt feststellen zu können, welche Technologien für den eigenen Betrieb in Frage kommen. Bei der Umsetzung gilt dabei, dass diese abhängig von eigenen Kompetenzen in kleineren oder größeren Einzelschritten erfolgen und folglich eine komplette, abrupte Digitalisierung vermieden werden sollte. Zum einen wird dadurch sichergestellt, dass sich innerhalb des Betriebs das entsprechende Know-how aufbauen kann und man sich nicht in Abhängigkeit externer Dienstleister begibt. Gleichzeitig bleiben die finanziellen Konsequenzen für den Unternehmer transparent und das Risiko einer Gefährdung der eigenen Existenz aufgrund etwaiger Fehleinschätzungen gering.

Wie im Gutachten aus der Literaturrecherche abgeleitet, wird das größte Potenzial für das Handwerk in einem Ausbau der Kenntnisse und der Identifikation handwerksspezifischer Anwendungsfälle von folgenden Technologien gesehen: *Echtzeit-Bus, Big Data, Mobile Devices und Services, Cloud-Dienste, IT-Sicherheit und intelligente Sensorik*. Durch einen verstärkten Einsatz dieser und weiterer digitaler Technologien, werden auch neue Geschäftsmodelle für Handwerksunternehmen denkbar.

Der Politik fallen dabei v.a. zwei Aufgaben zu: Das Schaffen finanzieller Anreize für Digitalisierungsvorhaben in Form von Subventionen und steuerlichen Erleichterungen, sowie das Setzen der notwendigen Rahmenbedingungen, sodass sich die Betriebe über aktuelle Trends und Technologien auf dem Laufenden halten können und zunehmend eigenes Know-How im Bereich Digitalisierung aufbauen. Wie die empirische Umfrage gezeigt hat, ist mangelndes Fachwissen eines der Hauptthemen für kleine Betriebe. Hier muss die Politik ansetzen, wobei es mehrere Möglichkeiten gibt. So würde die Politik durch die Einführung einer fachspezifischen Plattform für handwerkliche Betriebe dafür Sorge tragen, dass sich Unternehmen über den aktuellen Stand der Digitalisierung in ihrer Branche informieren können. Im Rahmen branchenspezifischer jährlicher Tagungen könnten so ausgewählte Betriebe ihre Digitalisierungskonzepte vorstellen und sich Unternehmen untereinander austauschen. Auch die Einführung von Transferprojekten, in denen Groß- und mittelständische Unternehmen ihre Konzepte vorstellen, würde kleineren Betrieben einen einfacheren Zugang zu neuen Technologie ermöglichen. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Digitalisierung sollte die Politik allerdings bereits bei der Ausbildung künftiger Handwerker ansetzen. So sollten grundlegende und insbesondere fachspezifische IT Kenntnisse und deren Anwendungsmöglichkeiten im Betrieb als fester Bestandteil einer handwerklichen Ausbildung in Lehrpläne verankert, stetig aktualisiert und intensiviert werden, um so künftige Arbeitnehmer adäquat auf die Übernahme neuer Verantwortungen und den Einsatz moderner Technik im Arbeitsalltag vorzubereiten.

Im Kern sind somit die folgenden Handlungsmaßnahmen für das Handwerk zu empfehlen:

- Förderung, Ausbau von Know-How, sowie Identifikation handwerksspezifischer Anwendungsfälle insbesondere in den Bereichen Echtzeit-Bus, Big Data, Mobile Devices und Services, Cloud-Dienste, IT-Sicherheit und intelligente Sensorik
- Transformation von Geschäftsmodellen, insbesondere basierend auf den Potenzialtechnologien
- Stärkung und Erweiterung der Kompetenz bezüglich Digitalisierung und Vernetzung in Handwerksunternehmen
- Schaffung finanzieller Anreize für Digitalisierungsvorhaben durch die Politik
- Fachspezifische Plattformen für das Handwerk schaffen, wo Handwerksunternehmen umfassend informiert und unternehmensspezifisch beraten werden können
- Feste Verankerung einer intensivierten und aktuellen, fachspezifischen Schulung von relevanten IT-Themen in der Lehre

8 Literaturverzeichnis

- BARNER, A. et al. 2013: Perspektivenpapier der Forschungsunion. Wohlstand durch Forschung - vor welchen Aufgaben steht Deutschland? Berlin.
- BITKOM; VDMA; ZVEI 2015: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. Berlin, Frankfurt am Main.
- BLANCHET, M.; T. RINN; G. von THADEN; G. de THIEULLOY 2014: Industry 4.0. The new industrial revolution - How Europe will succeed. München.
- BMBF 2013: Zukunftsbild „Industrie 4.0“. Bonn.
- BMWi 2015: Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft. Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation. München.
- BOTTHOF, A.; E. A. HARTMANN (Hrsg.) 2015: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. [Autonomik Industrie 4.0] (Open). Berlin.
- COMMERZBANK AG 2015: Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler! Frankfurt am Main.
- GEISSBAUER, R.; S. SCHRAUF; V. KOCH; S. KUGE 2014: Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Frankfurt am Main.
- HENG, S. 2014: Industrie 4.0. Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor. Frankfurt am Main.
- KAGERMANN, H.; W. WAHLSTER; J. HELBIG 2013: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt am Main.
- KELKAR, O.; R. HEGER; D.-K. DAO 2014: Studie Industrie 4.0. Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie. Ludwigsburg.
- MCKINSEY&COMPANY 2015: Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector.
- RADIC, M. et al. 2015: Zukunftschance Digitalisierung. Gute Geschäfte, zufriedene Kunden, erfolgreicher Mittelstand. Ein Wegweiser. Paderborn.
- REKER, J.; K. BÖHM 2013: Digitalisierung im Mittelstand.
- RISCHE, M.-C.; F. SCHLITTE; H. VÖPEL 2015: Industrie 4.0 - Potenziale am Standort Hamburg. Hamburg.
- SCHUH, G. (Hrsg.) 2015: Prosense. Ergebnisbericht des BMBF-Verbundprojektes ; hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik. Aachen.
- SCHUH, G.; V. STICH 2013: Produktion am Standort Deutschland. Ergebnisse der Untersuchung 2013.
- SPATH, D. et al. 2013: Produktionsarbeit der Zukunft. Industrie 4.0. Stuttgart.
- SPRINGER GABLER VERLAG 2016: Handwerk. Ausführliche Erklärung.
- STATISTA GMBH 2014: Prognose zum Anteil der Smartphone-Nutzer in Deutschland von 2012 bis 2018. Wiesbaden.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN HANDWERKS E.V. 2014: Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk. Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014. Berlin.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN HANDWERKS E.V.: Geschichte des Handwerks. Das Handwerk im 20. Jahrhundert. <https://www.zdh.de/daten-fakten/das-handwerk/geschichte-des-handwerks.html>. 26.04.2016.

9 Anhang

Fragebogen für die Untersuchung im Handwerk

Geben Sie bitte Ihre zugehörige Gewerbegruppe an.		
<input type="radio"/> Bauhauptgewerbe <input type="radio"/> Ausbaugewerbe <input type="radio"/> Lebensmittelgewerbe <input type="radio"/> Gesundheitsgewerbe	<input type="radio"/> Handwerke für den gewerblichen Bedarf <input type="radio"/> Kraftfahrzeuggewerbe <input type="radio"/> Handwerke für den privaten Bedarf	
Bitte stellen Sie einige Klassifizierungsmerkmale Ihres Unternehmens dar.		
Kfz-Kreis Ihres Betriebes (z.B. K für Köln) _____	Zahl der Mitarbeiter(inkl. Inhaber & Auszubildende) _____	
Welche Grundvoraussetzungen bezüglich der digitalen Infrastruktur sind in Ihrem Unternehmen bereits heute vorhanden?		
<input type="radio"/> Internetanschluss (z. B. über Modem) <input type="radio"/> Breitbandinternetanschluss <input type="radio"/> eigene Homepage <input type="radio"/> Sensortechnologien (z. B. Temperatursensoren)	<input type="radio"/> Mobile Endgeräte für den operativen Einsatz (z.B. Tablets, Smartphones) <input type="radio"/> Nutzung einer Cloud zur Datenspeicherung <input type="radio"/> Stationäre PC's <input type="radio"/> sonstiges: _____	
Welche Ihrer Geschäftsprozesse erfolgen digital unter Einsatz von zeitgemäßen IT-Systemen? (Bsp: Systeme zur Kundenpflege, Auftragsabwicklungssystem, Konstruktionssoftware, etc.)		
<input type="radio"/> Verwaltung (z. B. Rechnungswesen) <input type="radio"/> Einkauf <input type="radio"/> Produktion/ Fertigung	<input type="radio"/> Kundenservice <input type="radio"/> Logistik <input type="radio"/> Keine digitale Unterstützung vorhanden	
Welche Hemmnisse erschweren es Ihnen, sich auf die Digitalisierung einzustellen?		
<input type="radio"/> Unklarer wirtschaftlicher Nutzen <input type="radio"/> Fehlende Standards <input type="radio"/> Niedriger Reifegrad der erforderlichen Technologien	<input type="radio"/> Fehlende Kompetenz/Qualifikation <input type="radio"/> Fehlende Unterstützung bei der Einführung <input type="radio"/> unzureichende IT-Sicherheit <input type="radio"/> sonstiges: _____	
Was ist Ihre Hauptmotivation, die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen auszubauen?		
<input type="radio"/> Senkung der Personalkosten <input type="radio"/> Senkung der Produktionskosten <input type="radio"/> Reduktion der Arbeitslast	<input type="radio"/> Zunahme der Flexibilität <input type="radio"/> Wachstum allgemein <input type="radio"/> sonstiges: _____ <input type="radio"/> Digitalisierung soll nicht ausgebaut werden	
Wie verändert sich Ihr Betrieb derzeit bzw. in naher Zukunft durch eine zunehmende Digitalisierung?		
<input type="radio"/> bleibt gleich/ unverändert	<input type="radio"/> wird erweitert um ein zusätzliches digitales Standbein (z. B. virtuelle Werkstatt)	<input type="radio"/> verändert sich durch eine zunehmende Digitalisierung massiv (z. B. kompletter Online-Verkauf)