

**Assistenzsysteme in der intelligenten, digitalisierten Fabrik:  
Erstellung einer Marktübersicht mit anschließender Evaluation**

**Bachelorarbeit**

Zur Erlangung des akademischen Grades

**Bachelor of Engineering, B.Eng.**

an der Fakultät Wirtschaftswissenschaften

der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

im Bachelorstudiengang **Wirtschaftsingenieurwesen**

eingereicht von:

Gerhardt, Tom

geboren am: 07.10.1993

in: Bad Brückenu

eingereicht am: 10.03.2017

1. Gutachter: Prof. Dr. phil. et. rer. nat. habil. Rüdiger von der Weth
2. Gutachter: Prof. Dr. rer. pol. Anne-Katrin Haubold

## **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis .....	2
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis .....	6
1. Einleitung.....	7
1.1 Vorwort und Motivation .....	7
1.2 Aufbau der Arbeit .....	8
2. Theoretische Grundlagen.....	10
2.1 Digitalisierung und Internet der Dinge .....	10
2.2 Definition Industrie 4.0 .....	13
2.3 Smart Factory .....	18
2.4 Cyber-Physische-Systeme.....	22
2.5 Wearables und Assistenzsysteme.....	23
2.6 Aspekte der Arbeitswissenschaft .....	25
2.7 Kurzzusammenfassung .....	26
3. Methoden .....	28
3.1 Lücke und Ableitung der Forschungsfrage .....	29
3.2 Auswahl und Analyse der Beispielsysteme .....	30
3.3 Einbindung von Experten.....	31
3.4 Erhebung und Verarbeitung der Interviewdaten .....	34
4. Ergebnisse.....	35
4.1 Produktvorstellung Assistenzsysteme .....	35
4.1.1 Das Unternehmen ProGlove .....	35
4.1.2 Das Unternehmen Maschinenfabrik Reinhausen GmbH.....	36
4.2 Ergebnisse Experteninterview.....	38
4.2.1 Expertenbewertung ProGlove.....	39
4.2.2 Expertenbewertung ValueFactoring® .....	43

5. Diskussion der Ergebnisse .....	46
6. Zusammenfassung und Ausblick .....	50
7. Literaturverzeichnis .....	53
Anlagen.....	55
Anlage A: Kurzvorstellung Experte .....	55
Anlage B: Transkript des leitfadengestützten Experteninterviews.....	55
Anlage C: Leitfaden: Eröffnungsfragen und Checkliste des Interviews .....	69
Anlage D: Vor- und Nachteile ProGlove.....	71
Anlage E: Vor- und Nachteile ValueFacturing.....	72
Anlage F: Auswertungsschlüssel Experteninterview .....	73
Erklärung über die eigenständige Erstellung der Arbeit.....	74

## **Abkürzungsverzeichnis**

B	Befragter
CAD	Computer Aided Design
CIM	Computer-Integrated Manufacturing
CPS	Cyber-Physische-Systeme
ERP	Enterprise Resource Planning
FF	Forschungsfrage
I	Interviewer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IoT	Internet of Things
MA	Mitarbeiter
MR	Maschinenfabrik Reinhausen GmbH
PG	ProGlove
UN	Unternehmen
VF	ValueFacturing®

## **Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1:</b> Stufen der industriellen Revolution (Kaufmann 2015: Abb.1.1 S.4).....	17
<b>Abbildung 2:</b> Fertigungsautomatisierung im Zeitverlauf (Roth 2016: Abb.3 S.21).....	21
<b>Abbildung 3:</b> Werbeversprechen ValueFacturing® (Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016: 11).....	38

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Darstellung der Kernaussagen der Erhebung (eigene Quelle).....	47
--	----

# **1. Einleitung**

## **1.1 Vorwort und Motivation**

Die vorliegende Bachelorarbeit ist im Kontext von aktuellen Forschungen zum Thema Industrie 4.0 entstanden. Sie dient als Teil der thematischen Vorbereitung eines geplanten Forschungsprojektes im Bereich der Fabrikplanung. Betrachtet werden sich verändernde Arbeitsbelastungen auf Fabrikarbeiter im Zuge der Digitalisierung und Vernetzung von Produktionsfaktoren. Industrie 4.0 und der Begriff der Smart Factory spielen hierbei eine besondere Rolle. Im konkreten Szenario, welches diese Arbeit untersucht, bedienen sich Fabrikarbeiter in der Produktion bestimmter industrieller Assistenzsysteme (vgl. Ziegler 2016: 38). Diese Systeme, deren mögliche Vertreter unter anderem als Wearable-Systeme bezeichnet werden, sind der zentrale Untersuchungsgegenstand. Damit reiht sich diese Arbeit in das übergeordnete Themengebiet der Arbeitsgestaltung ein und wird betreut von der Professur Betriebswirtschaftslehre/ Personalwirtschaft und Arbeitswissenschaften an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden.

Die Grundidee dieser Betrachtungen ist es, einen Überblick über die Entwicklungen, die die voranschreitende Digitalisierung und die damit verbundene Vernetzung mit sich bringen, zu gewinnen. Um die vorliegende Arbeit in einen größeren Kontext einzuordnen, ist ein Blick auf die aktuellen Entwicklungen in Deutschland, oder stellvertretend dafür einem anderen, hochentwickelten Industriestaat, nötig. Ein schneller Technologiewandel, hohe Innovationsgeschwindigkeiten, sowie veränderte ökonomische Randbedingungen prägen die Industrie. Der demografische Wandel bringt ebenso neue Bedingungen mit sich. Die Menschen werden im Durchschnitt immer älter. Diese neuen Bedingungen, sowie immer schnellere Veränderungsprozesse gilt es, in Forschung und Entwicklung zu berücksichtigen. Der Begriff der „Arbeit“, welcher hier keinesfalls bloß eine physikalische Rechengröße darstellt, verändert sich Hand in Hand mit der Gesellschaft mit. Somit spielt das Thema der bereits oben genannten Arbeitsgestaltung eine zentrale Rolle in neuen Entwicklungen der Industrie. Hier entsteht ein Betätigungsfeld, welches insbesondere anwendungsorientierte Forschung begünstigt. Daraus leiten sich Themen ab, wie zum Beispiel neuartige Geschäftsmodelle, innovative und vor allem kognitive Produktionsausrüstung, zukunftsweisende Produktionsstrategien usw. Zu diesen genannten Produktionsausrüstungen zählen auch die untersuchten Wearables und Assistenzsysteme verschiedenster Art (vgl. Abele & Reinhart 2011: VI).

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Der Forschungsbereich dieser Arbeit agiert auf dem Feld der Arbeitsgestaltung. Dabei konzentriert sie sich auf die Industrie, genauer gesagt auf die Produktion von Gütern wie zum Beispiel Autos, Stereoanlagen, Telefone oder auch Druckmaschinen. Diese wird untersucht im Kontext von Digitalisierung, Internet der Dinge und Industrie 4.0.

Betrachtet werden industrielle Assistenzsysteme, die dem Werker helfen, seine Aufgaben optimal zu verrichten. Diese können in Form von Wearables am Körper mit sich geführt werden oder in anderer Weise dem Werker zur Verfügung stehen. Die genaue Ausgestaltung dieser Aufgabenoptimierung beläuft sich auf Qualitätskontrolle, Unterstützung bei der Instandhaltung und Wartung, sowie allgemeine Verbesserung des Produktionsprozesses. Beispiele für solche Systeme werden beschrieben und dem Leser vorgestellt. Ebenso werden die Werbeversprechen der Hersteller solcher Systeme untersucht und kritisch hinterfragt. Wie diese Versprechen in der Realität umsetzbar sind und wie solche Systeme generell von Experten bewertet werden, wird in einem weiteren Schritt dieser Arbeit beleuchtet.

Die Problemstellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, ist folgende: Es gibt eine wachsende Menge von Assistenzsystemen auf dem Markt, jedoch besteht die Information über diese Systeme vor allem aus Werbung der Hersteller. Die allgemeine Verfügbarkeit von belastbaren Informationen ist gering und auch das Wissen von Experten und Praktikern ist schwer nutzbar, da es unzureichend dokumentiert wurde. In einer Literaturrecherche nach bestimmten Strategien wurde wenig praxisnah anwendbares Wissen über Assistenzsysteme gefunden. Diese Recherche wurde als sogenannte „breite Recherche“ durchgeführt und ist stellvertretend für die erste Phase dieser Arbeit (vgl. Döring & Bortz 2016: 160).

In dieser ersten Phase werden aus aktueller Literatur theoretische Grundlagen erarbeitet. Digitalisierung, Internet der Dinge, Industrie 4.0, Assistenzsysteme, Smart Factory sind hierfür Stichworte. Danach beginnt die Auswertung von Werbematerial der Assistenzsysteme. Dabei werden exemplarisch wenige Geräte betrachtet. Der Vergleich dieser Geräte ist nach aktuellem Stand weniger sinnvoll, da diese recht unterschiedlichen Zwecken dienen und sich kaum ähnlich sind im Gebrauch. Sind wichtige Kernaussagen der Werbung erarbeitet, geht es in die nächste Phase. Hier



werden die Aussagen mit Experten diskutiert. Diese Diskussion wird aufgezeichnet und in Form eines Transkripts gesichert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden dokumentiert und vorgestellt. Diese finden sich in den Anlagen zu dieser Arbeit wieder. Daten in dieser Arbeit werden mit Hilfe von Dokumentenanalyse und einem Interview erhoben. Der Zugang zum Feld besteht aus einem Experten für Digitalisierung und Industrie 4.0 aus dem Forschungsbereich der Fabrikplanung.

Ergebnisse aus dieser Arbeit können vor allem für Praktiker relevant sein. Plant ein Unternehmen beispielsweise den Erwerb eines Assistenzsystems für die Produktion, so kann diese Arbeit Hinweise auf die Praxistauglichkeit ausgewählter Beispielsysteme geben.

## **2. Theoretische Grundlagen**

Im folgenden Kapitel werden die einschlägigen Fachbegriffe und verwendeten Modelle näher untersucht, die für diese Arbeit eine große Relevanz haben. Dabei werden Definitionen gegeben, sowie thematische Abgrenzungen vorgenommen, um im weiteren Verlauf der Arbeit Klarheit zu schaffen über die Verwendung bestimmter Begrifflichkeiten. Redundanzen und Unklarheiten, zum Beispiel in Bezug auf den Begriff der Digitalisierung werden nach Möglichkeit aufgeklärt. Das Ziel dieses Kapitels soll es sein, gängige Arbeitsdefinitionen zu schaffen, die im weiteren Verlauf genutzt werden um Effekte, die möglicherweise auftreten, sauber voneinander abzugrenzen. Diese Definitionen werden genutzt, um eine Grundlage zu schaffen für den Leitfaden des Experteninterviews und dessen Auswertung.

Zunächst werden die Begriffe Digitalisierung und Internet der Dinge aus Quellen der aktuelleren Literatur hergeleitet. Weiterhin werden in diesem Kapitel die Begriffe Industrie 4.0, Smart Factory, Cyber-Physische-Systeme, sowie Wearables und Assistenzsysteme eingeführt und auf Basis der Literatur erklärt. Eine mögliche Frage hierbei ist zum Beispiel, ob der eingeführte Begriff der Industrie 4.0 ausreicht, um die stattfindenden Wandelprozesse in der Industrie abzubilden. Diese Prozesse sind begründet in der eingangs beschriebenen Digitalisierung, sowie dem Internet der Dinge. Zum Schluss dieses Kapitels wird eine kurze Zusammenfassung über die Meinungen verschiedener Autoren, zu den Prozessen der Digitalisierung im produzierenden Gewerbe, gegeben.

### **2.1 Digitalisierung und Internet der Dinge**

Die Digitalisierung markiert den Beginn der neuesten Entwicklungen in Gesellschaft und Industrie. Der Begriff des Internets der Dinge ist mit diesen Entwicklungen eng verbunden.

Die Digitalisierung im engeren Sinne beschreibt die Umwandlung von analogen Daten in digitale, sowie deren Transport auf Speichermedien und Präsentation auf Endgeräten (vgl. Bengler & Schmauder 2016). Im weiteren Sinne beschäftigt sie sich mit der Vernetzung verschiedener Bereiche oder Teilnehmer und der Nutzung von Dateninfrastrukturen.

Die Infrastruktur, mit der in der heutigen Welt Daten ausgetauscht werden, ist nicht mehr wegzudenken. Laut Wittpahl (2017: 17) ist die Digitalisierung der Gesellschaft bereits Realität und Daten sind der sogenannte digitale Treibstoff, der diesen

weltweiten Dienstbetrieb in Gang hält. Im Alltag begegnet man vielen digital vernetzten und gesteuerten Systemen, von Social-Media-Plattformen über Onlinebanking bis hin zur individualisierten Produktion von Gütern. Diese individualisierte Produktion ist ein Gedanke der Industrie 4.0, der später in dieser Arbeit noch einmal aufgegriffen wird. Die Vernetzung von Systemen zeichnet die Digitalisierung aus. In den folgenden Kapiteln wird vor allem die industrielle Produktion, die sich unter Einfluss der Digitalisierung verändert, betrachtet. Die Wertschöpfungsprozesse in Unternehmen werden zunehmend von Maschinen und digitalen Algorithmen dominiert. Diese Systeme kommunizieren untereinander und sind nach Wittpahl (2017: 109) in der Lage, Arbeitsabläufe weitestgehend eigenständig zu organisieren. Dabei nimmt der Grad der Automatisierung in der Fertigung stetig zu. Maschinen, Roboter und Fahrzeuge werden intelligenter, autonomer und sind universell einsetzbar (vgl. Wittpahl 2017: 17 und 109).

Das Phänomen der Digitalisierung reicht sogar noch viel weiter, und wird bedingt durch die Weiterentwicklung des Internets. Diese neue Digitalisierung ging, wie Keuper u. a. (2013: 5) beschreibt, mit der Weiterentwicklung des Internets zum Web 2.0 einher. Um die Digitalisierung zu beschreiben, sind einige Kernkonzepte von Web 2.0 im Folgenden dargestellt:

- **Nutzung des Web als Plattform:** Weltweit verfügbare Online-Anwendungen könnten den lokalen Rechner mit installierten Programmen bald überflüssig machen
- **Einbeziehung der kollektiven Intelligenz der Nutzer:** Der Konsument von Online Inhalten kann auch als Produzent auftreten, in dem er neue Inhalte selbst bestimmen kann oder das Produkte durch Weiterempfehlungen verbreitet
- **Zugang zu Daten und deren Weiterentwicklung:** Daten sind ein wichtiges Gut in der Online-Welt und wer Kontrolle über Daten hat, ist ein wichtiger Produktionsfaktor
- **Vertrauen in Anwender als Mitentwickler:** Anstelle von fertigen Softwareprodukten bekommt der User ein Grundgerüst, welches er mit eigenen Ideen verbessern kann

(vgl. Keuper u. a. 2013: 5f).

Dieses Web 2.0 stellt ein allumfassendes Konzept für die Nutzung des Internets bereit. Auf dieser Basis ist es der Digitalisierung möglich, in den Alltag Einzug zu halten. Begünstigende Faktoren für diese Entwicklung sind die gestiegenen Datenübertragungsraten, sowie die sinkenden Kosten für Internetnutzung. Um nun einen Schritt weiter zu gehen, beispielsweise zu Systemen die einen Fabrikarbeiter bei der Verrichtung seiner Arbeit an der Maschine unterstützen, muss die verbesserte Konnektivität zwischen Geräten und dem Menschen betrachtet werden. Sogenannte digitale Ökosysteme (zum Beispiel Wohnung, Arbeitsplatz, Auto, Verkehr, Parkhaus, Restaurant etc.) und die technischen Geräte (Smartphone, Kühlschrank, Fernseher, Tablet etc.), die wir nutzen, können bereits untereinander und mit uns per Datenübertragung kommunizieren. Ebenso können sie, laut Literatur, sich miteinander abstimmen und selbstständig synchronisieren. Diese Synchronisierung bietet das Potenzial für einen nutzbaren Mehrwert an. Verbesserung und Beschleunigung von Prozessen kann zum Beispiel ein solcher Mehrwert sein (vgl. Keuper u. a. 2013: 6ff).

Das sogenannte Internet der Dinge ist in diesem Zusammenhang ebenfalls ein wichtiger Begriff. Das Internet der Dinge kann als Teilbereich der Digitalisierung bezeichnet werden, hat jedoch aus Sicht der Industrie seine Existenzberechtigung. Das Internet der Dinge, im Englischen auch Internet of Things (IoT) genannt, kann beschrieben werden als Phänomen der Digitalisierung. Produkte verfügen nun selbst über datenbasiertes Wissen zu deren Lagerung und Bearbeitung. Fährt ein Werkstück, welches mit der Bearbeitungsmaschine vernetzt ist in diese ein, so kann es Maße und Toleranzen der Bearbeitung an diese Maschine kommunizieren und wird entsprechend bearbeitet (vgl. Roth 2016: 20).

Im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung verändern sich die Bedingungen der Arbeitswelt mit. Die Forschung nimmt sich diesem Phänomen an. Um das technische Potenzial der Digitalisierung sinnvoll nutzen zu können, spielt laut Bengler und Schmauder (2016) die Expertise der Arbeitswissenschaft und Ergonomie eine zentrale Rolle. Die Digitalisierung ermöglicht neuartige Interaktionskonzepte zwischen Mensch und Maschine. Diese Interaktion wird zum Beispiel bei Assistenzsystemen in der Produktion eingesetzt und betrifft damit auch direkt den Mitarbeiter in der Produktion. Durch die digitale Entwicklung verändern sich die

Rahmenbedingungen der klassischen Erwerbsarbeit, daher ist diese Entwicklung für die Arbeitswissenschaft relevant. Die neuen Konzepte sollten, Forderungen der Arbeitswissenschaftler zufolge, zur menschengerechten Gestaltung von Arbeit beitragen. Datenbestände über den Menschen können genutzt werden, zum Beispiel um den Mensch als Individuum im Produktionsprozess zu simulieren und seine Handlungen unter bestimmten Einflüssen zu verstehen, die die Digitalisierung bietet (vgl. Abschnitt „Zusammenfassung und Ausblick“). Die Digitalisierung vermag noch mehr zu leisten. Auf gesellschaftlicher Ebene führe die Digitalisierung laut Literatur zu strukturellen Veränderungen. Neue Dienstleistungen können entstehen, traditionelle Bildungssysteme werden möglicherweise neu strukturiert. Durch permanente Vernetzung der Menschen entsteht, so die Annahme der Arbeitswissenschaft, eine hohe Dynamik in Informations- und Interaktionsprozessen (vgl. Bengler & Schmauder 2016).

Digitalisierung kann daher als Oberbegriff für Industrie 4.0 angesehen werden, da diese sich aus der Bewegung der Digitalisierung heraus entwickelt. Die Digitalisierung ist ein Veränderungsprozess, mit Vor- und Nachteilen. Auch in der Literatur wird sie als Wandelprozess betrachtet. Diese Veränderung bietet Chancen und Risiken, jedoch ist sie nur positiv zu betrachten für denjenigen, der sich aktiv am Prozess beteiligt. Die Unternehmen sollten die Zeichen erkennen und sich frühzeitig am Wandel beteiligen (vgl. Becker 2015: 60).

## **2.2 Definition Industrie 4.0**

Viele Autoren gehen bei dem Versuch einer Definition von unterschiedlichen theoretischen Modellen über Industrie 4.0 aus. Nach Roth (2016: 19) gibt es trotz stattfindender Forschungsarbeiten bisher keine einheitlichen Standards über den Begriff der Industrie 4.0. Konkrete Konzepte, die der korrekten Umsetzung und Einführung dienen, müssen noch erschaffen werden.

Um die komplexen Anforderungen und Modelle im Kontext der Digitalisierung zu verstehen, lohnt sich ein Blick in die Geschichte der fortlaufenden, mehrstufigen industriellen Revolutionen. Das Verständnis, wie diese verschiedenen industriellen Revolutionen aufeinander aufbauen ist, laut aktuellen Literaturquellen, von großer Bedeutung (vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 5).

Den Beginn der ersten industriellen Revolution markiert die Etablierung der Dampfmaschine um 1750. Hier ist in der Literatur zum ersten Mal die Rede von einem Prozess der Industrialisierung, wie er auch in den späteren industriellen Revolutionen eine wichtige Rolle spielt. Die verbesserte Versorgung der Bevölkerung, die durch die industrielle Massenproduktion von Gütern realisiert wurde, sorgte für einen raschen Zuwachs der selbigen. (vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 5).

Im weiteren Verlauf der Industrialisierung nimmt die Arbeitsteilung zu und es beginnt sich ein Materialfluss im Produktionsprozess zu entwickeln. Die industrielle, arbeitsteilige Massenproduktion zeichnet die zweite industrielle Revolution aus. Fließ- und Förderbänder wurden ab dem Jahre 1870 verstärkt im produzierenden Gewerbe eingesetzt (vgl. Roth 2016: 19).

Anders als die Dampfmaschine einige Jahre zuvor, wurde die weitere Entwicklung der Industrie nun von elektrischer Energie angetrieben. In dieser zweiten Revolution wurde die elektrische Energie genutzt, um Maschinen anzutreiben und Produkte zu fertigen. Die gesellschaftlichen Auswirkungen, sowie der Verbleib des klassischen Handwerkes und der Landwirtschaft sind ebenfalls von Bedeutung für die industriellen Revolutionen. Modelle und Systeme von Erwerbsarbeit, sowie Anforderungen und Belastungen veränderten sich im Laufe der Zeit (vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 5 f.).

Die zweite industrielle Revolution wird nach Bauernhansl u. a. (2014: 6) auch als organisationsgetriebene Entwicklung bezeichnet und markiert damit den Beginn erster Theorien und Modelle im Rahmen der Organisationslehre. Ein Beispiel dafür ist der sogenannte Taylorismus. Dieser führte, neben anderen Ansätzen, zu einer weiteren Wohlstandsverbesserung der Bevölkerung, sowie zu einer ersten Optimierung von Produktionsprozessen. Massen- und Fließproduktion, sowie eine hohe Fertigungstiefe stehen für eine verbesserte industrielle Produktion, von der die Industrie in der heutigen Zeit immer noch profitiert. Mit der wissenschaftlichen Betriebsführung eröffnet Taylor das Feld für viele weitere Forschungen auf diesem Gebiet. Die Produktivität menschlicher Arbeit soll gesteigert werden. Dies geschieht durch eine verstärkte Arbeitsteilung und erste Studien zu Arbeitszeit und Bewegung der Produktionsmitarbeiter (vgl. Gabler Kompaktlexikon Wirtschaft 2013: 295 und 427).

Der entscheidende Schritt zur dritten industriellen Revolution erfolgt Ende der 1960er Jahre und brachte Elektronik und Informationstechnik in die Produktion ein (vgl. Botthof & Hartmann 2015: 4 Abb. 1: "Industrie 4.0").

Der Gedanke liegt nahe, dass auch die neuste industrielle Entwicklung, bezeichnet als Industrie 4.0, Folgen für die Gesellschaft und für einzelne Organisationen haben wird (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017: 32f).

Verschiedene Quellen beschäftigen sich mit neuen Geschäftsmodellen und der Zukunft der klassischen Erwerbsarbeit im Kontext dieser Entwicklungen. Eine nachhaltige Veränderung der Gesellschaft ist noch nicht absehbar, jedoch zeichnen sich bestimmte Trends für die Entwicklung ab (vgl. Botthof & Hartmann 2015: 24, vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 493).

Der Begriff der Industrie 4.0 ist jedoch, anders als die vorangegangenen industriellen Revolutionen, ausgelöst durch technologische Neuerungen, kein historisch gewachsener Begriff. Er wurde als Kunstbegriff gebildet und soll damit den Traditionen der vorangegangenen industriellen Revolutionen folgen und wichtige Neuheiten einläuten. Der Begriff kam im Jahre 2011 auf der Hannover Messe zum ersten Mal auf. Er bezeichnete ursprünglich ein Zukunftsprojekt, welches von der deutschen Bundesregierung herausgegeben wurde. Dieses soll die „Informatisierung“ der deutschen Fertigungstechnik voranbringen. Informatisierung ist ein Kunstbegriff, wie Industrie 4.0 selbst und beschreibt in diesem Kontext eine verstärkte Anwendung von Informationstechnologie in der Fertigung, die genutzt wird um Produktionsfaktoren miteinander zu vernetzen. Es existiert eine Verbindung zwischen dem Phänomen der Industrie 4.0 und der smarten Fabrik. Die Industrie 4.0, welche in der Produktion, als auch in der Informationstechnologie implementiert werden soll, basiert auf den Ansätzen der intelligenten Fabrik. Diese intelligente Fabrik wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch näher betrachtet (vgl. Roth 2016: 20).

Auf technologischer Ebene wird eine Kommunikation zwischen dem Produkt und seiner herstellenden Maschine ermöglicht: „Intelligente Produkte besitzen dabei das Wissen über ihre zukünftige Verwendung sowie über die einzelnen Schritte des ihnen zugehörigen Produktionsprozesses.“ (Roth 2016: 20). Diese Entwicklung ist begünstigt durch das sogenannte Internet der Dinge, ein weiterer wichtiger Begriff, der im Kontext der Industrie 4.0 betrachtet wird (vgl. Abschnitt 2.1).

Nach Obermaier (2016: 3) ist der Begriff der Industrie 4.0 ein Schlagwort, welches Verwendung findet um eine sich anbahnende, neue industrielle Revolution zu bezeichnen. Annahmen über die konkrete Ausgestaltung einer vierten industriellen Revolution seien heute allenfalls spekulativer Natur (vgl. Botthof & Hartmann 2015: 47). Somit kann der Prozess der Entstehung der vierten industriellen Revolution keinesfalls als abgeschlossen bezeichnet werden. Viel mehr befindet er sich in einer Anbahnungsphase und die Experten sind sich noch nicht einig, was die Industrie 4.0 alles beinhaltet. Dieser Begriff wird dennoch eingeführt und genutzt, um fortlaufende Neuerungsprozesse in der Produktion zu beschreiben. Diese Prozesse basieren auf Vernetzung, Digitalisierung und Industrie 4.0. Im Zuge der voranschreitenden Vernetzung von Produktionsfaktoren ist bereits die Rede von sogenannten Cyber-Physischen Systemen, welche in der Lage sind, Werkstücke, Maschinen, Produkte und Menschen miteinander zu vernetzen (vgl. Obermaier 2016: 3).

Laut Botthof und Hartmann (2015: 47) existieren von der Industrie 4.0 bisher Konzepte und ein wissenschaftlicher sowie politischer Diskurs anstelle von relevanten Erfahrungen aus dem Alltag der Produktion. Ein Ansatz ist es jedoch, aus bisherigen Erfahrungen heraus einen Blick auf die Zukunft der Industrie zu werfen: Man kann bestimmte Erfahrungen aus technologischen und organisatorischen Innovationsprozessen der Vergangenheit nutzen. Spezielles Wissen über aktuelle technologische Entwicklungen existiert bereits in einigen Unternehmen. Auf dem Weg zu einer stärker automatisierten Produktion können Unternehmen zwei verschiedene Wege gehen. Nach Botthof und Hartmann (2015: 47) gibt es zunächst einen technikzentrierten Weg, der mit einem hohen Grad an Automatisierung, Steuerung sowie technischer Überwachung eine stärkere Kontrolle der Mitarbeiter des Unternehmens zulässt. Auf den ersten Blick könnte der Anwender von produktionsoptimierenden Assistenzsystemen hier seine Tätigkeit einordnen. Weiterführend wird allerdings noch ein weiterer Weg vorgeschlagen. Es handelt sich um einen Weg, bei dem die Optimierung der neuen Arbeitsprozesse nach den bekannten Gestaltungsebenen von Mensch, Technik sowie Organisation im Vordergrund steht (vgl. Botthof & Hartmann 2015: 47f).

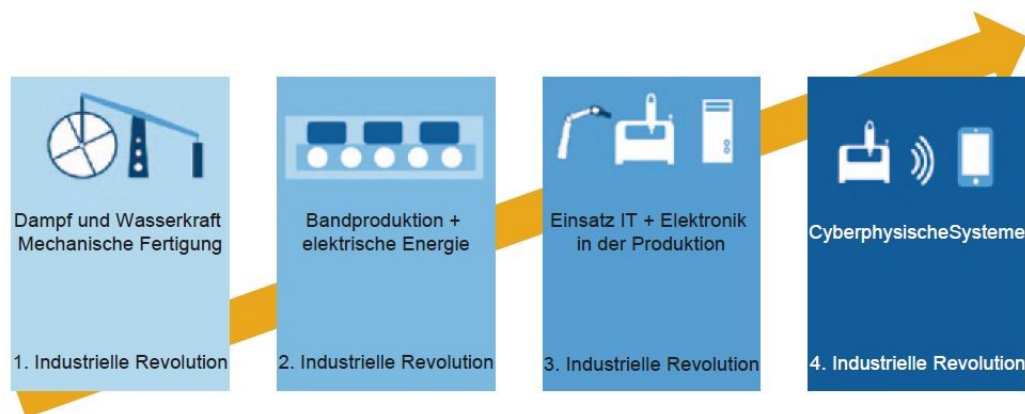
Wie sehr es möglich ist, dass Technik, Mensch und Organisation im Vordergrund stehen, lässt sich am theoretischen Modell der smarten Fabrik erkennen. In dieser finden Assistenzsysteme, wie zum Beispiel Wearables, ihre Anwendung und



Produktionsfaktoren sind zu einem hohen Grad miteinander vernetzt. Die angeführten Begriffe der Smarten Fabrik sowie Wearables werden in den nachfolgenden Abschnitten näher erläutert.

Bei der Auswahl, welchen Weg ein Unternehmen auf dem Wege zur automatisierten Produktion gehen sollte, wird seitens der Technologie dem Unternehmen keine Vorschrift gemacht. Ob das Unternehmen einen Technik- oder Menschzentrierten Ansatz wählt, wird nicht seitens der neuen Technologie vorgegeben. Der Mensch kann trotz Technik immer noch im Vordergrund stehen. Somit stehe es den Unternehmen frei, den Menschen weniger stark durch Technik überwachen zu lassen, sondern ihm weiterhin eine wichtige Rolle in der hochtechnisierten Industrie zukommen zu lassen (vgl. Botthof & Hartmann 2015:47f).

Die folgende Abbildung stellt die bisherigen industriellen Revolutionen, auch wenn sie erst im Nachgang als solche Angesehen wurden, in einer übersichtlichen Form dar:



**Abbildung 1:** Stufen der industriellen Revolution (Kaufmann 2015: Abb.1.1 S.4).

Die dritte Revolution mit Computer-Integrated-Manufacturing (CIM) und der Entwicklung der Lean-Production findet in den folgenden Abschnitten noch einmal eine gesonderte Erwähnung. Der Mensch, welcher noch im Mittelpunkt der ersten beiden Revolutionen stand, wurde versucht in der Fabrik der 3. industriellen Revolution abzuschaffen. Allerdings ist er zurückgekehrt, da der Ansatz einer menschenleeren Fabrik keinen Bestand hatte (vgl. Botthof & Hartmann 2015:47f).

Die Abgrenzung der Industrie 4.0 von der Digitalisierung gestaltet sich kompliziert, da die beiden Bewegungen sehr stark miteinander in Verbindung stehen.

Digitalisierung hat weitaus mehr Auswirkungen auf den Alltag. Industrie 4.0 hingegen beschäftigt sich mit der individualisierten Produktion von Massengütern und der Vernetzung von Produktionsmitteln. Zusammenfassend betrachtet werden in der Industrie 4.0 Produktionsfaktoren miteinander stark vernetzt. Daraus entstehen neue Effekte auf die Arbeitsumgebung und für den Mitarbeiter. Sie ist ein Kunstbegriff und beschreibt einen aktuell stattfindenden Wandelprozess, welcher aber in der Forschung bisher nicht hinreichend genau definiert wurde.

### **2.3 Smart Factory**

„Der Ansatz der intelligenten Fabrik sieht vor, die immer weiter ansteigende Komplexität, welche unweigerlich durch den Einsatz neuester IKT [Informations- und Kommunikationstechnologie] in der Produktion entsteht, für ein Unternehmen beherrschbar zu machen.“ (Roth 2016: 20).

Die Smart Factory wird angenommen als einen gedachten Ort, an dem ein maximaler Grad an Automatisierung und damit einhergehender Vernetzung stattgefunden hat, um die Produktion zu optimieren (vgl. Schlick u. a. 2010: 6f).

In der Literatur finden sich für den Begriff Smart Factory allerlei Synonyme. Bis auf einige Details, die sich aus den Untersuchungen in diesem Abschnitt ergeben, sind die verschiedenen Begriffe gleichbedeutend zu betrachten. Beispiele für die verschiedenen Synonyme sind unter anderem smarte Fabrik, digitale Fabrik, intelligente Fabrik, usw.

In einer sogenannten Smart Factory finden Technologien aus dem Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 ihre Anwendung (vgl. Roth 2016: 20). Dabei werden mehrere Technologien untereinander oder Technologien und Menschen vernetzt (vgl. Keuper u. a. 2013: 9). Der Begriff der Smart Factory wird in dieser Arbeit, wie bereits eingangs erwähnt, als Modell verstanden. Sie ist somit kein realer Ort, an dem reale Produktionsprozesse stattfinden, sondern ein Konstrukt, welches auf theoretischen Annahmen basiert.

Bevor der Begriff der Smart Factory in dieser Arbeit eingeführt wird, ist es erneut ratsam, einen Blick in die Geschichte der Produktion, sowie der Produktionsplanung zu werfen. Viele, historisch gesehen wichtige Ereignisse führten zu einer Entwicklung, die die Entstehung von maximaler Vernetzung in der Produktion stark

begünstigt. Diese Vernetzung ist es, die den Kern der neusten industriellen Entwicklungen ausmacht (vgl. Abschnitt 2.2).

Konzepte für eine smarte Fabrik, auch als intelligente Fabrik bezeichnet, sind bereits früh erdacht worden. Begonnen haben diese Überlegung mit der Idee des CIM in den 1970er Jahren. Der Nachfolger dieser Bewegung wird als Lean Production bezeichnet und fand in den 1990er Jahren statt. Die Grundidee des CIM sah eine Fabrik vor, die eine automatisierte und computerintegrierte Produktion besaß, jedoch beinahe völlig ohne Menschen auskam. Die Fabrik ohne Menschen ist ein Szenario, welches ein eher negatives Bild von der Zukunft der Industrie zeichnet. Dieser Ansatz wurde aus verschiedenen Gründe aufgegeben und der Mensch rückt wieder in den Mittelpunkt. Ganz im Gegenteil zur CIM- Idee besitzt der Mensch in der intelligenten Fabrik wieder eine wichtige Rolle. Die Technik, welche Entscheidungen nun selbst trifft, braucht den Menschen als übergeordnete Kontrollinstanz. Wissensarbeit spielt eine zentrale Rolle in der Produktionsplanung- und Steuerung (vgl. Roth 2016: 20f).

Der Mensch als Vordenker und Entscheider in einer digitalisierten und vernetzten Arbeitswelt von morgen ist ein Ansatz, damit die Industrie ihre Innovationskraft beibehält. Diese sogenannte „Humanzentrierung“ in der Industrie wird als wichtig angesehen, um in Zukunft erfolgreich zu produzieren. Mitarbeiterzentrierung wird vor allem im Mittelstand angestrebt. Der Begriff der Humanzentrierung drückt aus, dass der Mensch im Kontext der Industrie 4.0 die Oberhand behält und trotz der Technologie, die uns viele Arbeiten abnimmt, ein wichtiger Entscheider ist, der auch im Stande ist, den möglichen Verlierern der vierten industriellen Revolution zu helfen (vgl. Felser 2016).

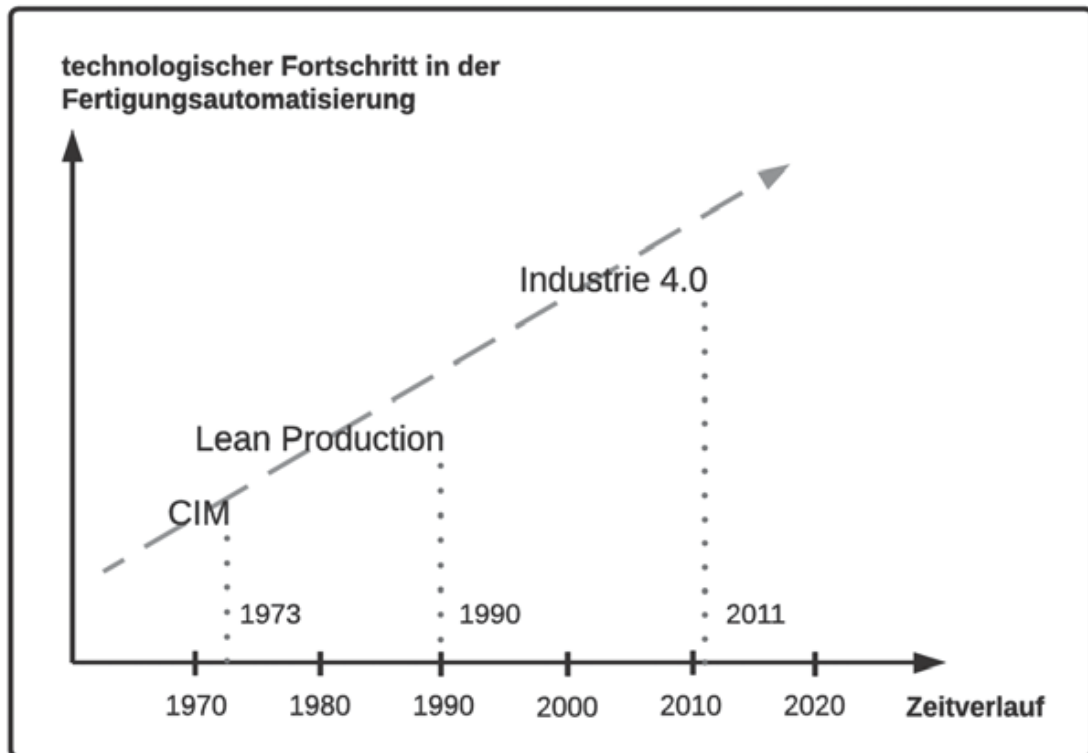
Der Mensch wird benötigt, um die Arbeitswelt von morgen zu gestalten. Diese Entscheidungen werden nicht den Maschinen überlassen. Die menschliche Flexibilität und die Eigenschaft, bewusste Entscheidungen zu treffen werden bei der Gestaltung der Arbeitswelt immer wichtiger (vgl. Wittpahl 2017: 109).

Die Vision von CIM scheiterte. Dies lag nicht nur am fehlenden Mensch in der Wunschvorstellung einer CIM basierten, intelligenten Fabrik, sondern an den technologischen Voraussetzungen der damaligen Zeit. Datenübertragung und digitale Infrastruktur waren schlicht noch nicht bereit für die Anforderungen, die diese neue

Bewegung voraussetzte. Diese Infrastrukturen und Systeme liegen nun in einem besseren Maße und zu günstigeren Preisen vor, was der Industrie 4.0 eine Chance gibt, erfolgreicher zu werden als CIM es war (vgl. Roth 2016: 21).

Nach der Idee des CIM folgte in den 1990er Jahren die sogenannte Lean Production von Toyota. Diese Idee findet in der Praxis seither verstärkt Anwendung und setzt auf eine maximale Effizienz der Ressourcen in der Produktion. Produktionsfaktoren werden sparsam und effizient eingesetzt sowie unternehmensweit optimiert (vgl. Voigt 2015 zitiert nach Roth 2016: 21). Diese Produktionsfaktoren gilt es, in der Smart Factory nicht nur sparsam und effizient zu halten, sondern auch miteinander zu vernetzen. Dies geschieht auf digitalem Weg mit der Infrastruktur, die dem CIM in den 1970er Jahren noch fehlte. Es zeigte sich, dass im Zuge der Digitalisierung auch die Lean Production an ihre Grenzen stoßen kann. Sehr kurze Produktlebenszyklen, hoher Kostendruck und eine gestiegene Variantenvielfalt der Produkte sind mit Lean Production kaum mehr zu bewältigen gewesen. Die kundenindividuelle Massenproduktion von Gütern fordert Effizienz und Flexibilität der Produktion, die aktuell nur mit Hilfe einer Smart Factory realisierbar scheint (vgl. Roth 2016: 22).

In der folgenden Grafik ist die Geschichte der Fertigungsautomatisierung dargestellt. Im Jahre 2011 kam zum ersten Mal der Begriff der Industrie 4.0 auf. Seitdem ist diese Entwicklung nicht stehen geblieben und es wird viel zu diesem Thema geforscht.



**Abbildung 2:** Fertigungsautomatisierung im Zeitverlauf (Roth 2016: Abb.3 S.21).

Um eine smarte Fabrik nach Roth (2016: 22), als mögliche Erweiterung des Lean Production Ansatzes zu implementieren, muss die Produktion von Beginn an richtig geplant werden. Hierfür gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze. Der Grundgedanke, welcher die Weiterentwicklung der Produktionsplanung zur Folge hat, ist bereits in einem der klassischen, betriebswirtschaftlichen Dilemmas verankert. Dieses Dilemma beschreibt den ständig vorherrschenden Zielkonflikt zwischen drei wichtigen Kenngrößen der Produktion von Gütern: „Qualität-Produktivität-Kosten“ (vgl. Riegmann 2012: 31). Ein Unternehmen muss bei seinen Produkten auf eine entsprechende Qualität achten, darf aber dabei auch die Kosten nicht ignorieren. Negative Deckungsbeiträge und daraus resultierender Verlust wären die Folge. Die Produktivität muss stets auf einem hohen Niveau sein, da das Unternehmen sonst ebenfalls mit Umsatzeinbußen rechnen muss. Um wettbewerbsfähige Produkte auf den Markt zu bringen, muss viel Aufwand und Wissen in die Entwicklung neuer Produkte gesteckt werden, der sogenannte Produktentstehungsprozess im Unternehmen ist wichtig. Da dem Produktentstehungsprozess die Bereiche Entwicklung, Planung sowie die Produktion selbst zugeordnet sind, stehen den Planern, Entwicklern usw. eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Verfügung, um ihre Prozesse selbsttätig zu verbessern. Computer

Aided Design (CAD), sowie der Ansatz der integrierten Produktentwicklung haben sich durchgesetzt. Enterprise-Ressource-Planning-Systeme (ERP-Systeme) sind vielerorts im Einsatz. Diese haben das Ziel, den Wertschöpfungsprozess selbst effizienter zu gestalten (vgl. Riegmann 2012: 31f).

Aufwändige Technologien und ein hoher Grad an Innovation nützen dem Unternehmen nicht viel, wenn mit den entwickelten Produkten kein Umsatz gemacht wird oder das Unternehmen nicht kostendeckend arbeitet. Daher wohnt jeder Aktivität, die ein zeitgemäßes Unternehmen auf dem Markt ausübt, ein gewisses betriebswirtschaftliches Risiko inne. Bei Zunahme der Dynamik auf den Märkten steigt dieses sogar noch an (vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 493).

Das beschriebene Risiko, welches mit dem neuen Anlauf eines entwickelten Produktes in Verbindung steht ist real und größer denn je. Wettbewerb und Risiken spielen bei jeder neuen Investition eine Rolle. Die Planung einer neuen Produktion muss daher viele Faktoren berücksichtigen. Abhilfe, um der steigenden Dynamik zu entgegnen, schaffen laut Riegmann (2012: 32) die Methoden, welche die digitale Fabrik anbietet. Daher liegt dieses Modell der intelligenten Fabrik im Auge der weiteren Betrachtungen. Weiterhin gibt Riegmann (2012) Vorschläge zur Implementierung der digitalen Fabrik.

Zusammenfassend betrachtet ist die Smart Factory das nächste angestrebte Modell, welches auf CIM und Lean-Production folgt. Hier werden neuste Entwicklungen implementiert und beobachtet. Sie trägt zur Vernetzung von Produktionsfaktoren bei aber behält trotzdem den Menschen als höhere Kontrollinstanz. Man kann sie als Grundlage betrachten, um die Auswirkungen von Assistenzsystemen auf die Arbeit zu untersuchen.

## **2.4 Cyber-Physische-Systeme**

Die allumfassende Digitalisierung führt zur Entwicklung sogenannter Cyber-Physischer-Systeme (CPS). Es ist wichtig, wie in solchen Systemen mit stark vernetzten Daten und Programmen umgegangen wird.

Ein CPS entsteht aus der Verbindung von elektronischen Daten, welche aus Software oder dem Internet stammen und mit realen Daten aus der Wirklichkeit verbunden werden. Dies geschieht zum Beispiel über Sensoren und Aktoren der Geräte (vgl. Geisberger & Broy 2012: 9). Virtuelle Systeme werden mittels Vernetzung und

gegenseitiger Kommunikation mit realen Objekten verbunden (vgl. Schenk 2015: 14).

Cyber-Physische-Systeme sind ein Bestandteil der Produktionsumgebung in der Industrie 4.0. Daraus entsteht die Forderung der allumfassenden Kommunikation von und mit Systemen: „Digitale Modelle und Werkzeuge müssen für einen Einsatz in interaktiven Erlebnisräumen und für die Kommunikation mit ihrer Umgebung (cyber-physische Systeme) erweitert werden“ (Schenk 2015: 36). Diese Erweiterung von technischen Systemen erfolgt mittels Sensoren und Aktoren, die mit verschiedenen Systemen in Resonanz treten und damit eine Verschmelzung von virtueller und realer Welt bewirken. Die CPS sind als eine mögliche Grundlage für die Industrie 4.0 zu betrachten und haben intelligente Fabriken zur Folge, in denen vernetzte, selbstständig miteinander kommunizierende Systeme zu finden sind (vgl. Reinheimer & Strahinger 2014).

Assistenzsysteme werden dann sinnvoll, wenn die Fülle an Informationen sehr stark zunimmt: „Wenn Produkte sowie Produktions- und Betriebsmittel zukünftig ihre Historie, Konfiguration und aktuelle Zustände digital zur Verfügung stellen können (cyber-physische Systeme), dann ist es erforderlich, den Menschen bei der Wahrnehmung der Informationsflut zuverlässig zu unterstützen.“ (Schenk 2015: 370). Korrekte Informationen zur richtigen Zeit zu liefern, ist eine wichtige Aufgabe der Assistenzsysteme. Diese werden im folgenden Abschnitt betrachtet.

## **2.5 Wearables und Assistenzsysteme**

Systeme, die dem Menschen bei der Verrichtung von Arbeit unterstützen, sind der Gegenstand dieses Abschnittes. Als Vertreter solcher Systeme sind „Wearables“ und „Assistenzsysteme“ zu untersuchen.

Um den Effekt der zu definierenden Systeme besser zu verstehen, muss zunächst untersucht werden, wie sich die Arbeit im Allgemeinen im Zuge der Industrie 4.0 verändert. Im Rahmen dieser Arbeit wird nur ein kurzer Überblick über diese komplexe Problemstellung gegeben. Der Begriff „Arbeit“ wird hier verwendet nach geltender Definition von Schlick u. a. (2010: 6f).

Industrie 4.0 ist dazu angedacht, neben anderen Effekten dieser Bewegung, beim Umgang mit dem demografischen Wandel Abhilfe zu schaffen. Mit dieser Aussage wird auf eine Veränderung in der Arbeit abgezielt. Der Ansatz von Industrie 4.0

liefert hier eine Reihe von möglichen Lösungen, welche sich auch in den Gedanken zu Assistenzsystemen und Wearables widerspiegeln. Dem Problem des demografischen Wandels muss sich die Industrie auf lange Sicht annehmen. Botthof und Hartmann (2015: 24) gehen davon aus, dass ein Wandel in der Arbeitsgestaltung Abhilfe schaffen kann. Die Produktivität von älteren Arbeitnehmern kann mit Hilfe von Assistenzsystemen möglicherweise über einen längeren Zeitraum erhalten werden. Dies ist zumindest ein theoretischer Ansatz. Es wird in diesem Zusammenhang auch von einem drohenden Fachkräftemangel gesprochen. Daher müssen weiterhin auch viele ältere Mitarbeiter voll in Anspruch genommen werden. Es wird eine Verlagerung der Arbeitsbelastung vorausgesagt und auf stärkere Hilfe durch Technik gesetzt, wobei die Industrie weiterhin nicht ohne den Menschen auskommt. Monotone oder schwere Tätigkeiten können durch die Technik weitgehend abgenommen werden. Kreative Tätigkeiten oder Wissensarbeit sollten weiterhin von menschlichen Arbeitern verrichtet werden (vgl. Botthof & Hartmann 2015: 24f).

Dem wirkungsvollen Einsatz von Wearables wird ein maximaler Grad an Digitalisierung und Vernetzung vorausgesetzt, der jedoch nach Sendler u. a. (2013: 113) nicht erreicht wurde in der Industrie. Der Weg zur vollständigen digitalisierten Wertschöpfungskette sei noch weit. Die bisherigen Infrastrukturen für Datenaustausch sind noch nicht ausgereift und schnell genug, um eine wirkungsvolle und allumfassende Vernetzung von Produktionsfaktoren zu ermöglichen. Ist diese Vernetzung erreicht, kommt man dem betrachteten Modell der Smart Factory recht nahe (vgl. Sendler u. a. 2013: 113).

Nach Weidner u. a. (2015: 10) leitet sich der Bedarf an Assistenzsystemen aus verschiedenen Einflüssen ab. Assistenzsysteme ermöglichen Unterstützung für den Menschen, zum Beispiel im Berufsleben und der Bedarf an Unterstützung ist im Steigen begriffen. Wichtige Einflüsse sind vor allem Veränderungen im Berufs- und Alltagsleben:

- Demografischer Wandel
- Technische Anforderungen
- Lebensarbeitszeit und Fluktuation
- Globalisierung und Kooperation

(vgl. Weidner u. a. 2015:10f).



Unter Beachtung dieser Punkte können Firmen für sich entscheiden, ob ein Bedarf an Assistenz in der ihrer Produktion besteht.

Nach Schlick u. a. (2010: 36) sind Wearables und industrielle Assistenzsysteme als Arbeitsmittel zu verstehen, welche der Verrichtung der Arbeitsaufgabe dienen. Aus heutiger Sicht können sie den Menschen als Arbeitsperson jedoch noch nicht vollständig ersetzen. In erster Linie dienen sie der Verarbeitung von Material und Information mit dem Ziel, den Arbeitsauftrag zu erfüllen. Unter Beachtung von Qualität und gewünschtem Arbeitsergebnis dienen Assistenzsysteme ebenfalls zur Fehlervermeidung. Tragbare, körpernahe Assistenzsysteme werden als Wearables bezeichnet. Diese werden meist einem einzelnen Mitarbeiter zugeordnet. Umfassende, produktionsnahe Assistenzsysteme werden von ganzen Abteilungen oder Unternehmen eingesetzt, um Materialflüsse zu überwachen und Prognosedaten bereitzustellen. Diese sind meist in Form von tragbaren PCs an die Mitarbeiter oder Maschinen verteilt.

Die Art der Assistenz, welche ein solches System bereitstellt, kann sehr unterschiedlich sein. Visuelle und akustische Rückmeldungen sind möglich, sowie verschiedene Arten von Informationsbereitstellung (vgl. Schenk 2015: 370 Abbildung 5.55).

## **2.6 Aspekte der Arbeitswissenschaft**

Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeit sind zu betrachten, wenn es um die Untersuchung von arbeitsverändernden Assistenzsystemen geht. Die Arbeitswissenschaft widmet sich diesen Teilbereichen. Die Bedingungen zur Verrichtung von Arbeit werden untersucht, wobei die menschliche Arbeit neben objektiven Zielsetzungen auch subjektiven Zwecken dient. Arbeit wird unter anderem als Sinnstiftung für den Menschen angesehen (vgl. Schlick u. a. 2010: 1).

In der Arbeitswissenschaft besteht die Forderung, dass Arbeit menschengerecht, effizient und effektiv gestaltet werden soll. Humanisierung und Rationalisierung beeinflussen sich gegenseitig, wobei sich die Rationalisierung an den Zielen der Humanisierung orientieren soll. Arbeitende Menschen, die in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen eingebunden sind, sollen die nachfolgenden Bedingungen vorfinden. Schädigungslosigkeit, Ausführbarkeit sowie erträgliche und

beeinträchtigungsfreie Arbeitsbedingungen sind von großer Bedeutung. Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung, sowie Entlohnung und Kooperation sollen sich an Standards sozialer Angemessenheit orientieren. Der Mensch soll seine Handlungsspielräume entfalten können, Fähigkeiten erwerben und seine Persönlichkeit entfalten. Gegenstand der Arbeitswissenschaft ist die Analyse bestehender Arbeitsbedingungen, die systematische Aufbereitung des gewonnenen Wissens und die daraus folgende Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für verbesserte Bedingungen (vgl. Schlick u. a. 2010: 7f).

Weiterhin interessant ist die Produktivität von Arbeit. Vor allem dann, wenn es darum geht, mittels eines bestimmten Systems die Arbeit zu verrichten. Arbeitet der Werker gut mit dem System zusammen, bzw. ergänzen sich beide gewinnbringend, so liegt eine gute Situation für das Unternehmen vor. Zusammenarbeit wird durch bestimmte Effekte beeinflusst. Einer dieser Effekte wird bezeichnet als die sogenannte Kollaborationsproduktivität. Diese gibt an, wie gut Akteure in einem System gemeinsam arbeiten können sowie deren Interaktion. Produktivität in einem System wird erzeugt von der Leistungsfähigkeit der einzelnen Akteure und deren Zusammenarbeit untereinander (vgl. Bauernhansl u. a. 2014: 280).

## **2.7 Kurzzusammenfassung**

Die Digitalisierung wird als Oberbegriff für Neuerungsprozesse in der Gesellschaft betrachtet. Die Technologie wird immer besser und verändert damit den Alltag. Nach Keuper u. a. (2013) ist das Internet der Dinge ausschlaggebend für veränderte Bedingungen in der Industrie. Systeme, die vorher einzeln und für sich standen, sind nun in der Lage miteinander zu kommunizieren. Dies geschieht, laut Wittpahl (2017) innerhalb von Wertschöpfungsketten. Geht man vom Begriff der Digitalisierung aus weiter ins Detail, am Beispiel der Industrie, so gelangt man zur vierten industriellen Revolution. Nach Roth (2016) gibt es noch keine einheitliche Definition des Begriffes Industrie 4.0. Es ist, laut Bauernhansl u. a. (2014), sowie Obermaier (2016) ein historisch gewachsener Kunstbegriff. Laut Kaufmann (2015) sind es verschiedene neue Produktionsfaktoren und Entwicklungen, die die industriellen Revolutionen vorantrieben. Bei näherer Betrachtung gelangt man zum Begriff der Smart Factory. Diese ist ein Idealbild der Fabrik in der Industrie 4.0. Erneut nach Roth (2016) ist sie ein Ort, an dem die zunehmende Vernetzung für Unternehmen

nutzbar gemacht wird. Hier werden Technologie und Menschen, laut Keuper u. a. (2013) zu einem maximalen Grad miteinander vernetzt. Der Mensch sollte seine Rolle als Vordenker und Entscheider, im Kontrast zu technisch unterstützen Prozessen, nicht aufgeben. Felser (2016) führte den Begriff der Humanzentrierung ein. Cyber-Physische-Systeme sind von Interesse, um Prozesse in der Smart Factory zu beschreiben. Diese CPS sind Systeme, in denen nach Geisberger & Broy (2012), sowie Schenk (2015) virtuelle Systeme mit realen Objekten verbunden werden können.

Wearables und Assistenzsysteme sollen Arbeiter und Unternehmen bei industriellen Prozessen unterstützen. Diese können nach Botthof & Hartmann (2015), sowie Weidner u. a. (2015) Abhilfe schaffen, um sich dem demografischen Wandel zu stellen. Nach Schlick u. a. (2010) werden sie den Arbeitsmitteln zugeordnet. Diese dienen zum Beispiel dem Zweck, die Qualität bei Montageprozessen zu steigern. Hieraus ergibt sich jedoch das Problem, dass Wearables und industrielle Assistenzsysteme bisher unzureichend auf ihre Bedeutung für die Arbeitswissenschaft untersucht worden sind.

### 3. Methoden

Neben dem fehlenden Grad an wirkungsvoller Vernetzung (vgl. 2. Theoretische Grundlagen) ist auch die Anzahl der am Markt verfügbaren Systeme noch gering und daher eine entsprechende Auswahl schwierig. Das Interesse an derartigen Systemen sowie die Bekanntheit innerhalb der Bevölkerung, sind hingegen im Steigen begriffen. Umfassende Forschungsprojekte zur Entwicklung der eingangs definierten Wearables und Assistenzsysteme existieren. Im folgenden Kapitel soll eine Übersicht ausgewählter Beispiele des aktuellen Marktes entstehen (vgl. business impact 2015 und Ziegler 2016: 113).

Zur Abdeckung des Untersuchungsbereiches werden zwei Systeme betrachtet. Ein konkreter Vergleich solcher Assistenzsysteme erscheint, bei aktuellem Forschungsstand, noch nicht sinnvoll. Die entsprechende Grundlage zum Vergleich fehlt noch. Diese wird benötigt, um hochspezifizierte Systeme miteinander vergleichen zu können. Daher werden mit Hilfe einer Dokumentenanalyse die Werbeversprechen von zwei Beispielsystemen untersucht. Anschließend wird mit Hilfe eines Experten diese Analyse bewertet und die Ergebnisse evaluiert. Es wird betrachtet, ob die Werbeversprechen über die untersuchten Systeme real sind und der Nutzen solcher Systeme genügt, um sie in der smarten Fabrik einsetzen zu können.

Im Vorhinein wurden bereits verschiedene Aspekte der Arbeitswissenschaft betrachtet. Es gibt verschiedene Gesichtspunkte der menschengerechten Arbeitsgestaltung, die beachtet werden müssen, wenn es um Assistenzsysteme in der Produktion geht. Ein grundlegendes Verständnis der Auswirkungen solcher Systeme auf die Arbeitswelt ist von Bedeutung. Diese arbeitswissenschaftlichen Betrachtungen fließen in den Leitfaden, welcher für das Experteninterview genutzt wird, mit ein. Ebenso dienen die Erkenntnisse aus der Dokumentenanalyse als Grundlage des Leitfadens. Das Experteninterview soll die Evaluation der gefundenen Aussagen gewährleisten. Bevor diese Evaluation der Aussagen über Assistenzsysteme von einem Experten jedoch beschreiben werden, werden grundlegende Begriffe aus dem Bereich der Forschungsmethoden erklärt. Es soll deutlich gemacht werden, was einen Experten als solchen auszeichnet und welches Werkzeug für eine Evaluation geeignet ist.

### **3.1 Lücke und Ableitung der Forschungsfrage**

Auf dem Feld der Assistenzsysteme bewegen sich gleichermaßen Forscher und Praktiker. Letztere sind interessiert an praktikablen Lösungen für ein spezifisches Problem sowie einer gewissen Kostenoptimierung. Die Forscher hingegen publizieren neueste Erkenntnisse (Monographien, Zeitschriften, Tagungen usw.) über die Anwendung von Systemen. Weniger allerdings geben sie eine Übersicht über diese Systeme.

Eine umfassende Studie darüber, welche Systeme in Nutzung sind und wie diese die Produktion verbessern, konnte bisher nicht gefunden werden (vgl. 1.2 Aufbau der Arbeit). Es gibt Studien zu den allgemeinen Anforderungen, die Assistenzsysteme in der Produktion erfüllen müssen und deren theoretischer Ausgestaltung (vgl. Ziegler 2016).

Die Lücke, die sich aus den theoretischen Grundlagen heraus ergibt ist, dass es wenig dokumentierte Erfahrungen mit industriellen Assistenzsystemen gibt. Es fehlt eine Einschätzung von Experten, wie realistisch diese Systeme in der Praxis sind. Vor- und Nachteile dieser Systeme liegen im allgemeinen Interesse. Um mit Hilfe einer Expertenmeinung eine Aussage über Assistenzsysteme zu treffen, werden zwei Beispielsysteme ausgewählt. Diese werden anhand ihrer Werbung analysiert und die entstandenen Aussagen dem Experten vorgelegt. Die abgeleitete Forschungsfrage (FF) baut auf den gewonnenen Erkenntnissen der analysierten Werbung von Beispielsystemen auf und lautet folgendermaßen:

FF: Wie werden ausgewählte, prototypische Beispiele für Assistenzsysteme von Experten bewertet?

Mit Beispielen sind hierbei gleichermaßen Assistenzsysteme und Wearables, welche eine Unterklasse der Assistenzsysteme darstellen, gemeint. Im Speziellen sind damit die beiden nachfolgend betrachteten Systeme gemeint. Eine Begründung, warum diese Systeme ausgewählt wurden, wird im weiteren Verlauf gegeben. Die getroffenen Aussagen über die Bewertung dieser Systeme werden zusammengefasst und die Erkenntnisse dazu noch einmal in verdichteter Form dargestellt. Die Expertenbewertung wird mit der Methode des Leitfaden-Interviews durchgeführt (vgl. Döring & Bortz 2016: 372). Diese Bewertung hat den Charakter einer

Evaluation und wird daher anhand verschiedener Kriterien durchgeführt. Diese Kriterien sind aus Sicht der Arbeitswissenschaft aufgebaut (vgl. Abschnitt 2.6).

Zur Vorbereitung der Beantwortung der Forschungsfrage wird die Methode der Dokumentenanalyse gewählt, um die Werbung für Assistenzsysteme auszuwerten und Wissen zu sammeln. Um die Beantwortung der Forschungsfrage zu realisieren, wird ein Experte mittels leitfadengestütztem Experteninterview hinzugezogen. Das Material der Analyse wird als Grundlage des Experteninterviews in den Leitfaden einfließen. Die Bearbeitung der Forschungsfrage soll vor allem unter arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten erfolgen. Die Ergonomie und die Möglichkeit für menschengerechte sowie effiziente Arbeit sollen untersucht werden. Diese sind wichtige Kriterien der Evaluation mittels Experteninterview. Dieses Vorgehen dient der Erkundung eines Sachverhaltes mit dem Ziel, Theorien daraus zu entwickeln und ist daher angelehnt an die explorative Studie (vgl. Döring & Bortz 2016: 192).

### **3.2 Auswahl und Analyse der Beispielsysteme**

Die Auswahl der industriell genutzten Assistenzsysteme erfolgte mit Hilfe des Wissens, welches in den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit erworben wurde. Da die Wearables eine Unterkategorie der Assistenzsysteme bilden, jedoch beide Eckbeispiele der Systeme für fundierte Aussagen wichtig sind, wurde sich für zwei Beispielsysteme entschieden. Der Sensorhandschuh namens ProGlove (PG) der gleichnamigen Münchner Firma ist ein Vertreter der Wearables im industriellen Einsatz. Das allumfassende Assistenzsystem ValueFactoring® (VF) der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH (MR) ist ein System, das man bereits als CPS bezeichnen kann. Die gewählten Systeme sind Eckbeispiele für Wearables und umfassende Assistenzsysteme, die einen großen Bereich von industriellen Assistenzsystemen abdecken. Beide Systeme treffen auf ihrem jeweiligen Internetauftritt sowie in Werbefilmen erste Aussagen darüber, was sie in der Industrie leisten sollen. Diese Aussagen der Hersteller werden im Folgenden als Werbeversprechen oder Produktvorstellungen bezeichnet. Die beiden Beispiele sind für den Markt der Assistenzsysteme beispielhaft, weil sie etablierte Vertreter für Assistenzsysteme darstellen. Beide lassen sich gut im Modell der Smart Factory anwenden und mit dessen Hilfe erklären. Das System ProGlove wird als körpernahes

Wearable-System direkt am Mitarbeiter eingesetzt. ValueFacturing® bietet einen sehr hohen Grad an Vernetzung und setzt trotzdem auf den Menschen als Kontrollinstanz. Dieser Ansatz der zu Beginn beschriebenen Humanzentrierung war ein Kriterium, nach dem dieses System zur Analyse ausgewählt wurde.

Die Untersuchung der Werbeversprechen erfolgt mittels Dokumentenanalyse. Diese Methode wurde gewählt, um die größtmögliche Aussagekraft der genutzten Quellen sicherzustellen. Die Dokumentenanalyse stellt ein Verfahren dar, um empirische Daten gewinnen und auswerten zu können. Dabei greift diese Arbeit in einer genuinen Dokumentenanalyse auf bereits vorhandene Dokumente zu, die nicht in Abhängigkeit des Forschungsprozesses entstanden sind. Ein Dokument wird ebenso als Informationscontainer, der einen bestimmten Inhalt besitzt und materiell oder virtuell sein kann, bezeichnet. Dokumente sind als Einheit wahrnehmbar. Man kann sie speichern, archivieren und abrufen. Da die genutzten Dokumente in dieser Arbeit keine Briefe, Familienfotos, Tagebücher etc. beinhalten, spricht man von offiziellen Dokumenten aus dem Bereich der formalen Kommunikation von Organisationen. Massenmediale Darstellungen, in diesem Falle über das Internet, lassen sich hier zuordnen. Somit kann die Werbung als offizielles Dokument klassifiziert werden und die Dokumentenanalyse ist anwendbar (vgl. Döring & Bortz 2016: 533f).

Die Analyse der Dokumente kann jedoch nicht alle wichtigen Kriterien abdecken, um Aussagen zu treffen. Die Nutzenversprechen der Hersteller sind ableitbar, aber Ergonomie und menschengerechtes Arbeiten werden beispielsweise unzureichend dargestellt. Daher ist es von Bedeutung, einen Experten zurate zu ziehen. Die Aussagen, die in der Produktvorstellung gemacht werden, können vom Experten bewertet werden. Fehlende Daten können aufgrund seines Fachwissens ergänzend erhoben werden.

### **3.3 Einbindung von Experten**

„Experten verfügen für bestimmte Wissensgebiete und einzelne Realitätsausschnitte über ein detailliertes und spezialisiertes Sonderwissen, das sie als Experten auszeichnet.“ (Niederberger 2015: 16).

Die weitere Erhebung von Daten erfolgt mit der Methode des Experteninterviews. Die Erhebung dieser Daten dient auf Basis der bisherigen Erkenntnisse zur

Beantwortung der Forschungsfrage, die sich aus der Lücke der aktuellen Erkenntnisse ergeben hat. Die industriellen Assistenzsysteme, deren Werbeversprechen untersucht wurden, sollen nun von Experten auf diesem Gebiet beurteilt werden. Dabei dienen die bisherigen Erkenntnisse der Dokumentenanalyse sowie der Literaturrecherche als Grundlage und Leitfaden für dieses Interview. Die Methode, der sich das Experteninterview bedient ist die sogenannte Szenariotechnik. Experten werden zurate gezogen, um deren Annahmen und Bewertungen von zukünftigen Entwicklungen zu erfahren. Die Experten dienen als Wissens- und Datenquellen. Ebenso sichern sie durch ihre Expertise die Glaubwürdigkeit der getroffenen Aussagen (vgl. Niederberger 2015: 41).

Zugunsten des geordneten Vorgehens während des Interviews wird eine Checkliste im Vorhinein angefertigt. Diese dient der Sicherstellung, dass kein Teilthema vergessen wird. Man kann diese Liste auch als Evaluationscheckliste bezeichnen. Zu Beginn der Interviewphase werden Eröffnungsfragen gestellt (vgl. Anlage C). Somit orientiert sich dieses Vorgehen am „halbstrukturierten Interview“, welches einem Leitfaden folgt. Die eingangs erwähnte Checkliste wird hierbei den Leitfaden ergänzen. Als Einstieg in das Gespräch mit dem Experten dienen sowohl die Leitfragen, als auch die Aussagen über die analysierten Assistenzsysteme, welche noch einmal vorgelegt werden (vgl. Döring & Bortz 2016: 358 und 995).

Ziel der Methode ist es, das Wissen des Experten zu nutzen, um die Assistenzsysteme zu bewerten. Dies geschieht hinsichtlich der Erwartungen, die von ihren Werbeversprechen aufgebaut werden. Ob diese realistisch sind, ob sie eingehalten werden können oder wie sich die zukünftige Entwicklung im Hinblick auf die Digitalisierung gestaltet, gilt es zu untersuchen. Der Fokus liegt dabei auf der, in den theoretischen Grundlagen erarbeiteten Smart Factory und den Aspekten der Arbeitswissenschaft für menschengerechtes Arbeiten. Deshalb orientiert sich die Checkliste des Experteninterviews am Vorgehen der arbeitswissenschaftlichen Optimierung von Produktionsprozessen. Mensch und Organisation stehen dabei im Vordergrund. Die konkrete technische Ausgestaltung der Assistenzsysteme spielt weniger eine Rolle. Vielmehr interessieren die Funktionen, wie diese ebenfalls in der Dokumentenanalyse der Werbung untersucht werden. Es soll darum gehen, wie Arbeitsplätze mit Hilfe von solchen Systemen ergonomisch gestaltet werden können:



„Die ergonomische Gestaltung beinhaltet die Gestaltung von Arbeitssystemen, -plätzen, -mitteln, Produkten und Prozessen nach Kriterien, die durch die physiologischen Leistungen und psychologischen Bedingungen des Menschen sowie dessen Abmessungen bestimmt werden.“ (Schlick u. a. 2010: 965).

Da mit Hilfe des Experten eine Evaluation stattfindet, ist es wichtig zu wissen was den Charakter einer solchen Evaluation ausmacht. Die Evaluation ist ein Verfahren, um Projekte oder Prozesse zu bewerten (vgl. Gabler Kompaktlexikon Wirtschaft 2013: 139). Diese folgt bestimmten Kriterien, welche aus den theoretischen Vorbetrachtungen abgeleitet wurden. Das Experteninterview dient zur Bewertung der ausgewählten Assistenzsysteme, sowie zur kritischen Hinterfragung ebendieser mit Hilfe von arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten. Dabei setzt die Evaluation voraus, dass man die Erreichung eines vorher festgesteckten Zieles überprüft. Das Ziel ist dabei die Aussagefähigkeit über die menschengerechte Anwendung der untersuchten Assistenzsysteme in der Produktion. Da es bei den Assistenzsystemen auch um die Umsetzung in der Industrie geht, könnte man so weit gehen und die durchgeführte Evaluation als eine Evaluation bezeichnen, die dem systemischen Ansatz folgt (vgl. Döring & Bortz 2016: 996). Aber diese Herangehensweise würde den Umfang dieser Arbeit übersteigen und somit sei dies alles, was der Leser dieser Arbeit über Evaluationstheorie wissen muss. Als Kriterien, die es zu evaluieren gilt, werden Ergonomie, menschengerechtes Arbeiten am Arbeitsplatz und freie Entfaltung der Fähigkeiten und Fertigkeiten des Mitarbeiters angeführt. Die Kontrolle, die ein Unternehmen mittels solcher industrieller Assistenzsysteme auf seine Mitarbeiter ausübt, hat sich im Laufe der Untersuchungen auch als ein wichtiger Punkt herausgestellt.

Das zu Beginn beschriebene Experteninterview fand am 02.02.2017 an der TU Chemnitz statt. Das Interview wurde im Rahmen der Erstellung dieser Arbeit geführt und diente ausschließlich diesem Zweck. Befragt wurde ein Experte, der auf dem Feld Industrie 4.0 und Digitalisierung bewandert ist. Seine Forschungsgebiete sind Fabrikplanung und Fabrikbetrieb.

### **3.4 Erhebung und Verarbeitung der Interviewdaten**

Zur Sicherung der Ergebnisse, welche mit Hilfe des leitfadengestützten Experteninterviews erzielt wurden, wurden die Aussagen des Experten in verschiedenen Formen festgehalten. Zusätzlich dazu liegt das Interview als Audioaufzeichnung vor. Eine verschriftlichte Version dieser Aufzeichnung wird ebenfalls als Quelle zur Sicherung und Interpretation der Ergebnisse herangezogen. Im Folgenden wird der interviewte Experte als „Der Befragte (B)“ und der interviewende Verfasser dieser Arbeit als „Der Interviewer (I)“ bezeichnet.

Als Form für die übersichtliche Darstellung der wichtigsten Aussagen des befragten Experten, wird eine tabellarische Darstellung gewählt. Diese dient dem Zweck die Vor- und Nachteile eines bestimmten Beispiels für ein industrielles Assistenzsystem übersichtlich aufzuzeigen. Die Tabellen, welche unter Anlage D und E zu finden sind, haben die wichtigsten Aussagen zum jeweiligen Beispielsystem gesammelt. Dabei wurden ausschließlich die Aussagen des befragten Experten in die Tabellen aufgenommen und im Nachgang ausgewertet. Um die Aussagen zu bewerten wurden Felder für Vor- und Nachteile für den einzelnen Mitarbeiter in der Produktion (Werker) und für das ganze Unternehmen hinzugefügt. Welche Aussage ein Vor- oder Nachteil ist, wurde mittels Ankreuzen bewertet. Zusätzlich zu den, vom Interviewer schriftlich festgehaltenen, Aussagen in den Tabellen unter Anlage D und E wurden die weiteren Aussagen des Experten unter Anlage F zusammengetragen. Diese dritte Tabelle dient ebenfalls der Klassifizierung der Expertenaussagen und wurde gleichsam nach Vor- und Nachteilen für Werker und Unternehmen mit möglichen Mehrfachnennungen aufgebaut. Eine beispielhafte Aussage kann so klassifiziert werden mit: „Vorteile für den Werker und das Unternehmen bei Nutzung des ProGloves“. Die Aussagen des Experten in Anlage F wurden tabellarisch erfasst und nummeriert. Diese sind im Transkript auffindbar unter der jeweiligen Zeitmarke, zu der diese Aussage gemacht wurde. Aussagen des Interviewers werden nicht berücksichtigt. Unter Zuhilfenahme dieser drei Tabellen vergrößert sich das Spektrum der interpretierbaren Ergebnisse.

Diese tabellarische Darstellung, sowie die Audioaufzeichnungen bilden die Grundlage für die nächsten Betrachtungen. Hieraus werden Aussagen über die aktuelle Situation der Assistenzsysteme gebildet und interpretiert.

## **4. Ergebnisse**

In diesem Kapitel stehen die Ergebnisse der Erhebung im Vordergrund. Zunächst werden die beiden, für den Markt beispielhaften Assistenzsysteme und deren Werbeversprechen näher vorgestellt. Analysiert werden sie anhand von Werbung, Internetauftritten und Produktvorstellungen ihrer Hersteller. Ergebnisse dieser Analyse werden im Leitfaden des Experteninterviews weiterverwendet. Das durchgeführte Experteninterview wurde aufgezeichnet und mit verschiedenen Darstellungsformen gesichert. Diese wurden zur späteren Auswertung der Ergebnisse herangezogen. Die Aussagen des Experten im Interview wurden hierbei nach Vor- und Nachteilen für Mitarbeiter und Unternehmen bewertet. Dabei sind auch Mehrfachnennungen möglich. Die handschriftlich festgehaltenen Aussagen des befragten Experten wurden unter Anlage D und E klassifiziert und in Tabellenform festgehalten. Eine Einordnung der sonstigen Expertenaussagen ist in Anlage F zu finden.

### **4.1 Produktvorstellung Assistenzsysteme**

#### **4.1.1 Das Unternehmen ProGlove**

ProGlove ist eine junge Firma mit Sitz in München, spezialisiert auf industrielle Wearables. Ein Ideenwettbewerb des Silicon Valley war der Anlass für die Idee zu diesem industriellen Assistenzsystem. Die Gründer des Unternehmens kommen aus dem Bereich der Innovationsberatung und begannen im Jahre 2014 mit dem Start-Up ProGlove. Das Unternehmen beschäftigt sich mit der Entwicklung von Wearable-Systemen, die an der Hand getragen werden. Zunächst begann man mit Handschuhen, die über einen integrierten Barcode-Scanner die Arbeitsabläufe beschleunigen sollen. Tätigkeiten sollen mit dem Handschuh, laut Webseite, auch ergonomischer werden, da man zum Arbeiten die Hände frei hat. Weiterhin bietet der Handschuh die Möglichkeit, den Mitarbeiter per Rückmeldung zu warnen, wenn er zum falschen Werkzeug greift. Die Idee zur Entwicklung des Handschuhs für die Produktion kam aus der Automobilindustrie (vgl. Deutscher Gründerpreis 2016).

Der „ProGlove“, ist ein Handschuh mit Sensoren und Aktoren, der im industriellen Einsatz von Fabrikarbeitern getragen wird. Dieser soll Abläufe beschleunigen und zur Fehlervermeidung dienen. Dies geschieht durch Rückmeldungen an den Werker, zum Beispiel ob die ausgeführte Bewegung bei der Montage richtig war oder nicht.

Diese Rückmeldung kann optisch, akustisch oder haptisch erfolgen. Mit Hilfe von Sensortechnologie kann beispielsweise die Rückmeldung erfolgen, ob ein gegriffenes Werkzeug das Richtige oder das Falsche für den geplanten Arbeitsschritt ist. Scannen von Teilen, die verbaut werden sollen war der Ausgangspunkt des entwickelten Handschuhs. Die möglichen Tätigkeiten, die dieser unterstützen kann, sind jedoch noch vielfältiger. Eine einfache Anwendung, ohne vorherige Integration, wird vom Hersteller versprochen. Produktion und Logistik sind die bevorzugt genannten Anwendungsbereiche. Dabei wird der Handschuh als Teil des Internets der Dinge vorgestellt, welcher somit die Digitalisierung in der Produktion voranbringen soll. Gestenerkennung in Echtzeit, WLAN, Barcode-Scanner und eine lange Batterielebensdauer, die eine übliche Schicht von acht Stunden Arbeit abdeckt, werden auf der Webseite beschrieben. Der Handschuh soll kombinierbar sein mit Systemen der Lagerlogistik, sowie Systemen zur Kommissionierung von Aufträgen. Qualitätskontrolle, Verpackung, Produktion und Kälteschutz bei Tiefkühlagerung sind weitere vorgestellte Anwendungsbereiche, die dem Nutzer versprochen werden (vgl. ProGlove Werbefilm 2014 und ProGlove 2015).

#### **4.1.2 Das Unternehmen Maschinenfabrik Reinhausen GmbH**

Die Geschichte der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH geht bis ins Jahr 1868 zurück, in dem man begann Spaltgattersägen zur Holzverarbeitung zu bauen. In den 1920er Jahren erfolgte ein Wechsel der Branche hin zur Steuerungs- und Regelungstechnik. Auf diesem Gebiet ist das Unternehmen bis heute angesiedelt und agiert weltweit. Des Weiteren macht man sich seit den 1990er Jahren Gedanken über die papierlose Vernetzung von fertigungsrelevanten Informationen und Daten. Diese Betrachtungen führten zu einem historisch gewachsenen Assistenzsystem für die eigene Fertigung, welches nun auch für andere Unternehmen vertrieben wird. Im Geschäftsbereich Manufacturing werden solche selbst genutzten Systeme vermarktet (vgl. Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2017).

Das Produkt, ein allumfassendes Assistenzsystem für produzierende Unternehmen, wird unter dem Namen „ValueFacturing®“ vertrieben. „Unsere Vision ist es, die intelligente Vernetzung von Fertigungsdaten zu einem neuen Industriestandard in der Zerspanung zu machen. Das gelingt am besten mit ValueFacturing®, unserem industrieerprobten Assistenzsystem.“ (Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016: 3).

Im Folgenden werden die Aussagen, welche die Werbung von ValueFacturing® trifft, näher betrachtet und zusammengefasst. Im Szenario der voranschreitenden Digitalisierung werden diese Aussagen im Nachgang von einem Experten bewertet (vgl. Niederberger 2015: 41).

ValueFacturing® soll die Wertschöpfung maximieren und dafür sorgen, dass Unternehmen mit der Hochleistungsfertigung der Zukunft mithalten können. Dabei werden alle am Fertigungsprozess beteiligten Anlagen und Akteure miteinander vernetzt. Die Besonderheit dabei liegt darin, dass dieses System laut Werbung die Daten nicht bloß intelligent vernetzt, sondern auch veredelt. Statistik, Monitoring und Prognose mit Daten der Vergangenheit, Gegenwart und zukünftigen Erwartungswerten sollen möglich sein. Organisiert wird alles von einer zentralen Datenbank. Extra Hardware wird nicht mehr benötigt, da das System mit Hilfe von internetbasierten Anwendungen in Echtzeit auf alle Fertigungsakteure zugreift. Einfache Bedienung und ergonomische Benutzerführung werden versprochen. Anlagen, Maschinen und Systeme, die oftmals sehr verschiedene Standards in der Datenkommunikation haben, sollen mit Hilfe von ValueFacturing® miteinander vernetzt werden. Möglich ist dies durch Konnektoren. Auf die Details geht die Werbung aber nicht ein. Relevante Daten sollen vom System selbst aufgenommen werden und müssen nicht mehr selbst eingegeben werden. Damit zählt das System zu den CPS (vgl. 2. Theoretische Grundlagen), welche die reale und virtuelle Welt miteinander in Verbindung bringen. Arbeitsgänge und Aufträge werden, ähnlich dem ERP-System, von ValueFacturing® verwaltet und weitergeleitet. Die Arbeiter sehen auf mobilen Endgeräten mit Touchscreen den aktuellen Status, Arbeitsaufgaben oder können das System bedienen. Verlorene Zeit und potentielle Fehler durch menschliche Eingabe von Daten sollen vermieden werden (vgl. Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016:4ff).

Neben hohem Einspar- und Gewinnpotential und höherer Produktivität sind die Ziele des Assistenzsystems ValueFacturing® folgender Abbildung zu entnehmen. Diese Ziele sind als die Nutzerversprechen des Herstellers anzusehen.



### Bessere Prozess- und Produktqualität

- Keine Fehler dank anwenderfreundliches Assistenzsystem
- Hohe Prozesssicherheit – keine Kollisionen aufgrund von Fehleingaben
- Steigerung der Termintreue



### Außergewöhnliche Transparenz

- Übersichtliches Statistikportal ermöglicht die Optimierung der Maschinennutzung sowie der Werkzeugbestände
- Standardisierte und kontrollierte Abläufe zwischen den einzelnen Fertigungsakteuren



### Hohe Sicherheit bei Einführung und Betrieb

- Das ValueFacturing®-Team betreut Sie vor, während und nach der Einführung von ValueFacturing®
- ValueFacturing® ist seit 25 Jahren ein Erfolgsgarant für die Fertigung der Maschinenfabrik Reinhausen

**Abbildung 3:** Werbeversprechen ValueFacturing® (Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016: 11).

Die bereitgestellten Dateninfrastrukturen des Systems werden vom ganzen Unternehmen genutzt. Daten werden je nach Aufgabengebiet eines Mitarbeiters angeboten. Mitarbeiter und Maschinen sind ausgestattet mit tragbaren Endgeräten, auf denen sie die Daten ständig abrufen und nutzen können. Damit trägt das System zur Überwachung und Optimierung des tagesaktuellen Geschäftes bei (vgl. Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2017).

## 4.2 Ergebnisse Experteninterview

Zu Beginn des Interviews mit dem Industrie 4.0-Experten erfolgte eine Abstimmung über vorhandenes Wissen von Interviewer und Befragtem. Dabei wurde geklärt, ob der Befragte und der Interviewer das gleiche Verständnis der stattfindenden Prozesse von Digitalisierung und Industrie 4.0 haben. Die analysierten Beispielsysteme wurden noch einmal in Kürze vorgestellt und die wichtigsten Anwendungsbereiche geklärt. Die im Folgenden erläuterten Aussagen stammen vom befragten Experten und beinhalten dessen Meinung, sowie von ihm angeführte Beispiele (vgl. Anlage B, D, E und F).

Der aktuelle Stand der Implementierung von Industrie 4.0 wird als sehr differenziert angesehen. Es gibt Unternehmen, die eine gewisse Vorreiterrolle einnehmen und sich ungeachtet der Begrifflichkeit, ob Digitalisierung oder Industrie 4.0, den Aufgaben der neuen Prozesse annehmen. Wird der Stand der Umsetzung von allumfassenden Industrie 4.0-Lösungen betrachtet, so sei die Umsetzung von neuen Prozessen aus Industrie 4.0 und Digitalisierung noch recht mäßig (vgl. Anlage F).

In der Werbung, ebenso als Produktvorstellung bezeichnet, werden Assistenzsysteme sehr umfänglich dargestellt und als Vorteil für die Unternehmen angepriesen. Produktvorstellung und Werbung werden im Verlaufe dieser Arbeit eine annähernd gleiche Bedeutung zugewiesen und daher werden diese Begriffe als Synonyme verwendet. Die Voraussetzungen für den Einsatz von Assistenzsystemen müssen allerdings im Unternehmen gegeben sein. Die Prozesse einerseits und die Datenerfassung andererseits müssen reif genug sein für eine erfolgreiche Umsetzung. Eine gute Datenbasis wird vom befragten Experten als Grundlage, sowohl für Assistenzsysteme wie ValueFactoring<sup>®</sup>, als auch für Wearables wie den ProGlove gesehen. Produkte und Werkzeuge müssen durch entsprechende Infrastruktur miteinander vernetzt sein. Diese Aussagen decken sich mit dem Wissen aus der aktuellen Literatur. Der Mangel an Vernetzung und Dateninfrastruktur führt zu einer Behinderung der neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der Digitalisierung (vgl. Anlage F)

#### **4.2.1 Expertenbewertung ProGlove**

Als ein großer Vorteil wird die Reduzierung von Unsicherheit beim Werker angesehen. Der Werker wird auf einen Fehler hingewiesen, bevor er ihn begehen kann. Die Prozesse werden somit fehlerrobuster und das Nachdenken, welches Teil verbaut werden muss, nimmt ab. Dieser Vorteil wurde in der Werbung für die Beispielsysteme noch nicht genug herausgestellt.

Die Konzentration auf die eigentliche Ausführung der Tätigkeit nimmt durch den Einsatz eines Wearables, laut Expertenmeinung zu. Es tritt jedoch auch ein Problem für den Werker auf. Der Arbeiter kennt, als gut ausgebildete Fachkraft, seine Prozesse genau und könnte sich von einem Wearable-System übergangen oder kontrolliert fühlen. Weiterführend kann man ergänzen, dass dieses Gefühl der Kontrolliertheit beim Design der Systeme in Betracht gezogen werden muss. Kritische Prozesse, zum Beispiel in der Medizintechnik bedürfen strengerer

Kontrolle als einfache Tätigkeiten, zum Beispiel Greifen aus dem Lager. Dies ist ein Gebiet für die ergonomische Gestaltung dieser Systeme. Menschengerechte Arbeit sollte beim Design der Systeme beachtet werden. Ebenso besteht die Gefahr der Leistungsüberwachung, selbst wenn das Unternehmen rein rechtlich gesehen dazu nicht befugt ist. Der Mitarbeiter könnte gläsern gemacht werden und Vergleiche mit Kollegen führen unter Umständen zu Neid und Missgunst (vgl. Anlage D).

Der Werker könnte auf lange Sicht von seinem Wissen um die Prozesse enteignet werden. Dies ist eine der drohenden Gefahren für die menschengerechten Arbeitsbedingungen in Unternehmen, wenn sie sich mit Industrie 4.0 beschäftigen. Hier muss man unterscheiden, ob ein Werker sehr erfahren ist oder ob er frisch angelernt wird. Befindet man sich in der Situation des Anlernens, so ist ein Assistenzsystem unter Umständen wieder sinnvoll. Der Werker lernt Handgriffe ohne viele Fehler zu machen und wird, im Bedarfsfall direkt auf seine Fehler hingewiesen. Spätere Auswertung der Lernergebnisse und der Lernkurve können für den Werker und das Unternehmen einen Vorteil darstellen. Das direkte Feedback, welches den Beteiligten ermöglicht wird, ist ebenfalls als Vorteil bei einem Lernprozess zu verstehen. Die Problematik des Anlernens geht aus der Produktvorstellung des ProGlove nicht hervor (vgl. ProGlove 2015).

Der Tragekomfort des ProGlove-Handschuhs ist ein weiterer kritischer Punkt. Hier kommen die Ziele der Arbeitswissenschaft besonders zum Tragen. Ein Arbeitshandschuh muss den Anforderungen der schädigungslosen Arbeitstätigkeit erfüllen und ergonomisch korrekt sein. Doch es ist die Frage, ob sich diese Anforderungen auch an einen hochtechnisierten PG-Handschuh stellen lassen. Ein Arbeitshandschuh sollte den Träger nicht bei Tätigkeiten behindern oder einschränken. Falls doch wird dies zugunsten der Sicherheit des Trägers in Kauf genommen. Ob es aber angenehm ist diesen ProGlove-Handschuh bei allen Tätigkeiten zu tragen, ist beim bisherigen Stand der Technik zu bezweifeln. Das Beispiel lässt sich auch auf den Tragekomfort anderer körpernaher Systeme, wie Virtual-Reality-Brillen, erweitern. Einen großen Einfluss auf das ergonomische Arbeiten hat, der Expertenmeinung zufolge, die Anzeige und Rückmeldung solcher Systeme. Kommt die Rückmeldung direkt und über haptische Elemente, zum Beispiel Vibration, so ist es fraglich, wie praktisch so ein System sein kann. Auch im



Hinblick auf eine mögliche Ablenkung des Mitarbeiters von seiner eigentlichen Tätigkeit. Im beispielhaften Vergleich mit einer smarten Uhr, die direkt über neue E-Mails informiert, kann eine solche Anzeige unpraktisch sein. Besonders dann, wenn man sich auf andere Tätigkeiten ablenkungsfrei konzentrieren muss. Die Möglichkeiten einen Fehler zu begehen, steigen hierbei. Hier kann ebenfalls gutes Design des Systems weiterhelfen. Das Ablenkungspotential ist somit sehr wichtig, wenn es zum Einsatz von Assistenzsystemen kommt (vgl. Anlage D).

Auf die Leitfrage, wie hoch das Verbesserungspotential des PG für einen industriellen Prozess eingeschätzt wird, waren es vor allem die sicherheitsrelevanten oder kritischen Bereiche, die vom Experten genannt wurden. Damit sind Bereiche gemeint, in denen man Fehler unbedingt vermeiden sollte, da sie ein hohes Risiko mit hohen Konsequenzen darstellen. Hier wird das Potential für Verbesserungen im Produktionsprozess durch ein Assistenzsystem als hoch eingeschätzt. Bei einfacheren Tätigkeiten, zum Beispiel der Lagerlogistik und Bereichen mit einer hohen Dynamik von Daten und Materialien wurde der PG vor allem auf Unternehmensbasis als Vorteil angesehen. Andererseits ist das Problem der Rückmeldung dieses Systems auch hier von Bedeutung. Dies schmälert wiederum den positiven Nutzen einer solchen Anwendung. Das Verbesserungspotential für industrielle Prozesse durch den ProGlove liegt im mittleren Bereich. Ansätze für ein gutes Arbeiten mit dem ProGlove sind möglicherweise schon vorhanden (vgl. Anlage D).

Bei der Betrachtung verschiedener Branchen und Arbeitsaufgaben wurden vom Experten vor allem logistische Arbeitsbereiche als wichtig erachtet. Hohe Flexibilität und Dynamik anstatt stabiler Prozesse müssen gegeben sein als Arbeitsumfeld. Dies müssen Unternehmen beachten, wenn sie anhand von Produktvorstellungen eine Auswahl möglicher Assistenzsysteme treffen müssen. Bei dynamischen und flexiblen Prozessen ist die Feedbackfunktion von Assistenzsystemen besonders wichtig. Besitzt ein Unternehmen sehr stabile Prozesse und jeder Werker kennt seine Aufgaben genau, dann ist der Mehrwert durch ein Assistenzsystem eingeschränkt. Menschliche Flexibilität und mitdenkende Werker könnten einer erfolgreichen Anwendung ebenfalls im Wege stehen, da sie das Denken nicht der Technik überlassen wollen. Denkbar für einen erfolgreichen Einsatz hingegen sind Montagetätigkeiten mit speziellen Werkzeugen, die unterschieden werden müssen. Verschiedene Bauteile für ein Produkt, welche sich optisch sehr stark ähnlich sind müssen vom Monteur korrekt unterschieden werden. Hierfür wiederum eignet sich

der Einsatz von unterstützenden Systemen. Eine Rückmeldung, ob das richtige Teil an der richtigen Stelle verbaut wurde ist unter Umständen sehr hilfreich für den Werker. Somit ist dort das Assistenzsystem eine gute Unterstützung für den Arbeitsprozess. Der richtige Mix und das richtige Maß an Assistenzsystemen sind entscheidend. Andere Geräte, beispielsweise mit optischer Kontrollfunktion, können in Kombination mit dem ProGlove gut genutzt werden. Der allgemeine Lernaufwand bei Neueinführung des ProGlove wird als eher überschaubar eingeschätzt. Die Ergonomie, die ein solch hochtechnisierter Handschuh dem Werker bietet, wird als mittel bewertet. Es ist noch Spielraum vorhanden für Verbesserungen auf diesem Gebiet (vgl. Anlage D).

Die realistischen Erwartungen, die sowohl Werker als auch Unternehmen an den ProGlove stellen können, werden wie folgt zusammengefasst. Auf der Ebene des Werkers kann die Unsicherheit über schwierige Prozesse sinken. Dies ist, laut Experte, eine wichtige Kernfunktion der Assistenzsysteme. Fehler können bereits vor dem Begehen vermieden und langwieriges Überlegen abgeschafft werden. Der Werker kann sich mehr auf seine eigentlichen Tätigkeiten konzentrieren und die Informationsverarbeitung nimmt zu. Positive Auswirkungen werden auf das Anlernen von neuen Arbeitern erwartet. Das direkte Feedback kann eine gute Funktion sein, jedoch ist aus arbeitswissenschaftlicher Sichtweise ein gutes Design dafür ausschlaggebend. Für kritische oder sicherheitsrelevante Prozesse, wo Fehler große Konsequenzen nach sich ziehen, sind Wearables ein Vorteil. Für das Unternehmen liegen die Vorteile im Bereich der Logistik und der Prozesse mit hoher Dynamik. Montagearbeiten mit verschiedenen Werkzeugen und Produkte mit hoher Vielfalt an Varianten können durch Assistenzsysteme, wie den ProGlove, gut unterstützt werden. In Kombination mit anderen Geräten können Systeme, beispielsweise zur Reparatur von komplexen Anlagen, eingesetzt werden. Allerdings fühlt sich der Werker unter Umständen von dem System zu sehr kontrolliert. Leistungsüberwachung und geringer Tragekomfort, sowie zu hohes Ablenkpotential durch die Technik können sich negativ auswirken. Ein Einsatz des Gerätes bloß an der Hand des Werkers bietet zu eingeschränkte Möglichkeiten für einen allumfassenden Einsatz in der Industrie. Auf Ebene des kompletten Unternehmens sprechen vor allem vorhandene, stabile Prozesse gegen die Nutzung eines Wearable-Systems. Diese stabilen Prozesse bedürfen weniger Unterstützung durch Systeme, da

sie geregelt ablaufen. Bei Fehlern oder anderen unvorhergesehenen Einflüssen können mitdenkende Werker Abhilfe schaffen, und somit muss nicht auf ein unterstützendes System zurückgegriffen werden (vgl. Anlage D).

#### **4.2.2 Expertenbewertung ValueFacturing®**

Das allumfassende Assistenzsystem ValueFacturing® wurde als zweites Beispiel in dieser Arbeit gewählt und dem Experten zur Evaluation im Rahmen des Interviews vorgelegt. Es ist, bei korrekter Anwendung, im Stande Entscheidungen des Mitarbeiters, sowie Entscheidungen auf Unternehmensebene zu unterstützen. Dies wurde als ein Vorteil genannt. Es ist schwieriger dieses System zu beurteilen, da es wesentlich mehr Informationsverarbeitung beinhaltet als ein tragbares Gerät am Handgelenk. Weiterhin können die Daten und Auswertungen, die dieses System beinhaltet als Grundlage für Entscheidungen genutzt werden. Dies ist ein Vorteil für den Mitarbeiter an der Maschine. Daten und Informationen können flexibel auf den jeweiligen Bearbeiter und dessen Rolle im Unternehmen angepasst werden. Die fertigungsrelevanten Daten, die ein Mitarbeiter braucht, kommen aus dem System und geben Hilfe bei komplexen Prozessen. Im Hintergrund agiert das System auswertend und berechnend. Statistiken und weitere Schritte können geplant und ausgegeben werden. Auswertungen müssen somit nicht erst aufwendig im System gesucht werden, sondern werden sozusagen maßgeschneidert für die Person angeboten. Ein wesentlicher Vorteil dieses Systems für die Gestaltung von Prozessen ist die Transparenz. Arbeiter sehen das größere Ganze, in das sie ihre Arbeitsaufgabe einordnen können. Beispielsweise Informationen zu einem Projekt. Damit werden unter Umständen die Tragweite und der Umfang von eigenen Entscheidungen klarer. Prognosedaten und Hilfen für Entscheidungen können bereitgestellt werden. Der Arbeiter sieht das Ergebnis seiner eigenen Arbeit möglicherweise besser, als in einem intransparenten System. Die Motivation und der Sinn der Arbeit können hier steigen. In diesem Falle ist ein solches System sehr vorteilhaft. Ebenso könnten zeitraubende Verwaltungstätigkeiten ein Stück weiter vom System übernommen werden. Hier sollte aber kritisch hinterfragt werden, inwieweit solch ein System leisten kann, was ein mitdenkender Mensch in der Lage wäre zu leisten. An dieser Stelle ist Vorsicht beim Einsatz geboten (vgl. Anlage E).

Daten und Statistiken zur Prognose können nicht nur für einzelne Mitarbeiter, sondern auch auf Ebene des gesamten Unternehmens gut anwendbar sein. Ein geregelter Datenfluss und eine hohe Menge an gut nutzbaren Stammdaten werden gefordert, damit Prozesse gut automatisierbar sind. Dies zu leisten ist ein großer Vorteil eines allumfassenden Assistenzsystems. Die einzelnen Bereiche einer Fertigung können mit Hilfe eines solchen allumfassenden Systems gut optimiert werden. Dabei wird nicht jeder Teilbereich einzeln optimiert, wie es aufgrund mangelnder Kommunikation oft der Fall ist, sondern eine bereichsübergreifende Optimierung ist möglich. Systeme, die viele Bereiche integrieren und Maschinen mit Menschen vernetzen können zur Bewertung von Echtzeitdaten, sowie zur Steuerung von Prozessen von großem Nutzen sein. Diese tagesaktuelle Bewertung von ablaufenden Prozessen ist vor allem für Controlling und Kostenrechnung von Interesse. Verschwendung von Material und Geld, sowie Ursachen dafür können zeitnah aufgedeckt werden. Der mögliche wirtschaftliche Schaden kann somit niedriger gehalten werden, als dies bei retrospektiven Verfahren der Bewertung der Fall wäre. Diese unternehmensweiten Datenvorgänge allerdings erhöhen den gesamten Datenaufwand in großem Umfang. Durch den gestiegenen Datenaustausch und die gestiegene Transparenz von Leistungen könnte der Mitarbeiter gläsern werden. Kontrolle und Leistungsüberwachung können auch in diesem Beispielsystem wieder zu Missgunst und Konflikten führen. Beim Design und der Planung dieser Systeme sollte darauf verstärkt geachtet werden. Durch die große Menge an Daten und Informationen, die solch ein System erzeugt und mittels Vernetzung auf andere Teile des Systems überträgt, macht sich das Unternehmen angreifbar. Datensicherheit, die in Gefahr gerät, ist ein Nachteil von allumfassenden Assistenzsystemen. Schädliche Programme könnten dem Unternehmen schaden. Relevante, geheime und unternehmensbezogene Daten könnten möglicherweise von Dritten ausgelesen werden. Geraten solche Daten an die Konkurrenz, so ist mit einem wirtschaftlichen Schaden am Unternehmen zu rechnen. Interne Probleme mit Datensicherheit kann es auch geben, wenn ein Mitarbeiter sensible Daten erhält, die für seine Rolle im System beispielsweise gesperrt sein sollten. Die Ausfallsicherheit eines solchen Systems ist ebenfalls von großer Bedeutung. Inwieweit ist ein Unternehmen auch nach Ausfall des Systems noch handlungsfähig? Diese Frage sollte vor Erwerb eines Assistenzsystems beantwortet werden können. Sich komplett auf die Technologie zu verlassen wäre nicht vorteilhaft. Dies gilt auch für den

Mitarbeiter selbst. Verlässt er sich blind auf die Technik, so können sich Fehlfunktionen des Systems sehr negativ auswirken (vgl. Anlage E).

Die Komplexität dieses Systems könnte für den Mitarbeiter unter Umständen unüberschaubar groß werden. Damit ist er nicht mehr im vollen Maße handlungsfähig. Dieses Problem könnte sich auf das komplette Unternehmen ausweiten, wenn das Assistenzsystem nicht mehr handhabbar ist. Falsche Filterung oder falsche Bereitstellung von Daten können den Ablauf von Prozessen in der Fertigung behindern und sollten im System möglichst vermieden werden. Geht jedoch etwas schief, so sollte das System die Korrektur von Fehlern durch menschliche Flexibilität zulassen. Bietet das Assistenzsystem diese Möglichkeit nicht, so kann das zur Frustration der Mitarbeiter führen. Wichtige Dinge werden so möglicherweise neben dem System geklärt und nicht mehr im System abgebildet. Es könnte am System vorbei gearbeitet werden. Dieser Datenverlust führt zu Problemen in der Prozesslandschaft. Das Assistenzsystem hätte so keine Grundlage mehr zum assistieren. (vgl. Anlage E).

Abschließend betrachtet ist der Mehrwert, den ein solches System stiften kann, zu beachten. Kann das Unternehmen dem Kunden dadurch mehr bieten und kann es verhindern, dass der Mitarbeiter zu einem Roboter wird, so sind wichtige Ziele erreicht. Es sollte darauf geachtet werden, dass das System nicht zu viele Denkaufgaben übernimmt. Fähigkeiten und Wissen der Mitarbeiter sollten nicht außer Acht gelassen werden. Eine Entlastung kann bei Enteignung von Wissen auch zur Gefahr werden (vgl. Anlage F).

## **5. Diskussion der Ergebnisse**

Dieses Kapitel widmet sich den interpretierten Ergebnissen der Erhebung. Ergebnisse lagen zunächst in Form einer Dokumentenanalyse von Werbung vor und wurden als Grundlage für ein Experteninterview genutzt. Die gesammelten Daten des Interviews werden in diesem Kapitel entsprechend ausgewertet. Die Erkenntnisse, die im vorherigen Abschnitt formuliert wurden, lassen sich zu Kernaussagen verdichten. Diese beschreiben inwieweit der befragte Experte die Beispielsysteme beurteilt. Damit dienen diese Kernaussagen zur Beantwortung der Forschungsfrage: „Wie werden ausgewählte, prototypische Beispiele für Assistenzsysteme von Experten bewertet?“. Der Begriff der Kernaussage wird genutzt, da diese Aussagen nicht den Charakter einer klassischen Hypothese, wie in der Psychologie genutzt, besitzen. Da diese Kernaussagen aus den Ergebnissen des Experteninterviews abgeleitet sind, sind sie schwierig operationalisierbar und nicht widerspruchsfrei. Sie dienen lediglich der Sammlung, sowie Verdichtung der Erkenntnisse des Experteninterviews (vgl. Hussy u. a. 2013: 31).

Die erste Kernaussage zielt auf den Grad der Umsetzung von Industrie 4.0 ab. Die weiteren geben eine Aussage über die gewählten Beispielsysteme. Dabei beziehen sich die Aussagen, sofern innerhalb der Aussage nicht anders angegeben, auf beide der beispielhaften Systeme. Daraus lassen sich Handlungsempfehlungen für Unternehmen zur Implementierung von Assistenzsystemen in der Produktion ableiten. Zur besseren Übersicht werden die Kernaussagen nummeriert. Die Nummerierung ist nicht mit einer Rangordnung gleichzusetzen. Sie orientiert sich grob an der Reihenfolge der vorgestellten Expertenaussagen aus dem Ergebnisteil.

**Tabelle 1:** Darstellung der Kernaussagen der Erhebung (eigene Quelle).

Bezeichnung	Kernaussage
K 1	Der Grad der Umsetzung von Industrie 4.0 ist, beispielhaft an der deutschen Wirtschaft betrachtet, noch nicht sehr weit fortgeschritten. Unsicherheiten über neueste Entwicklungen von Organisation und Technik behindern den Fortschritt.
K 2	Bei Implementierung eines Assistenzsystems in der Produktion müssen die Prozesse des Unternehmens reif sein dafür. Entsprechende Stammdaten, sowie Infrastruktur sollten vorhanden sein.
K 3	Die Rückmeldung von industriellen Assistenzsystemen an den Mitarbeiter ist von entscheidender Bedeutung für den Arbeitsprozess. Dies sollte beim Design besonders beachtet werden.
K 4	Kontrolle des Mitarbeiters, geringer Tragekomfort, sowie zu starke Ablenkung durch Wearables und industrielle Assistenzsysteme können sich negativ auswirken. Eine Senkung der Motivation des Mitarbeiters kann die Folge sein.
K 5	Sicherheitsrelevante Tätigkeiten in kritischen Prozessen mit hohen Fehlerkonsequenzen werden in den untersuchten Produktvorstellungen nicht genügend berücksichtigt. Diese Tätigkeiten sind jedoch ein gutes Einsatzgebiet für Wearables.
K 6	Hohe Flexibilität und Dynamik anstatt stabiler Prozesse müssen als Arbeitsumfeld gegeben sein. Dies müssen Unternehmen beachten, wenn sie anhand von Produktvorstellungen eine Auswahl möglicher Assistenzsysteme treffen (vgl. K 2).
K 7	Der richtige Mix und das richtige Maß an Assistenzsystemen ist entscheidend. Andere Geräte, beispielsweise mit optischer Kontrolle, können in Kombination mit dem ProGlove gut genutzt werden.
K 8	Durch transparente Informationen werden den Mitarbeitern die Tragweite und der Umfang von eigenen Entscheidungen klarer. Dies kann wiederum zu einer Steigerung der Motivation führen. Design und Umsetzung der Assistenzsysteme spielen dafür die entscheidende Rolle.

Bezeichnung	Kernaussage
K 9	Bereichsübergreifende Optimierung ist ein Vorteil eines allumfassenden Assistenzsystems. Dies sollte genutzt werden, um Unternehmen in Echtzeit steuern zu können.
K 10	Daten- sowie Ausfallsicherheit eines industriellen Assistenzsystems müssen geprüft werden. Selbst bei einem Ausfall sollte das Unternehmen noch handlungsfähig sein.
K 11	Menschliche Flexibilität sollte in einem Assistenzsystem zugelassen werden. Dies entspricht der geforderten Humanzentrierung der Arbeitsgestaltung im Prozess der Digitalisierung.
K 12	Entscheidend ist der Mehrwert, der mit Hilfe eines industriellen Assistenzsystems in die Wertschöpfung gebracht werden kann. Digitalisierung zum Selbstzweck, ohne wirtschaftliche Vorteile für das Unternehmen, ist nicht sinnvoll.

Zusammengefasst betrachtet sollte Digitalisierung nicht zum Selbstzweck durchgeführt werden. Kosten und Nutzen von bestimmten Modellen und Varianten gilt es immer zu berücksichtigen. Ebenso die menschengerechte Gestaltung von Arbeit. Vor allem dann, wenn man seine Gewinne steigern kann, ergibt Digitalisierung einen Sinn. Verbesserungen und Einsparungen sollten beachtet werden. Dies geht nur, wenn das jeweilige Unternehmen dazu bereit ist und der menschengerechte Standard der Arbeitsumgebung hochgehalten werden kann.

Unternehmen, die Assistenzsysteme implementieren wollen, sollten sich zunächst im Klaren sein über ihre Prozesse. Diese gelten als reif für Digitalisierung, wenn Flüsse von Material, Informationen und Daten korrekt digital abgebildet werden können. Stammdaten und dynamische Daten sind wichtig, um Vernetzung zu realisieren. Ist die Basis der Infrastruktur gelegt, so können Assistenzsysteme und Wearables zum Einsatz kommen. Diese eignen sich jedoch nicht für alle Arten von Tätigkeiten und sollten den Mitarbeiter auch nicht demotivieren oder kontrollieren.

Inwieweit ein Assistenzsystem das Unternehmen voran bringt ist eine Frage der richtigen Skalierung. Passt das System zu den Prozessen im Unternehmen, lässt es sich damit abbilden, ist es von Bedeutung. Haben Mitarbeiter keine Handlungsspielräume mehr oder werden überwacht hat dies negative Auswirkungen.



Ein vom Experten genannter Weg wäre es, dem Mitarbeiter „Leitplanken“ zu geben, an denen er sich orientiert, aber ihn sonst sein eigenes Wissen nutzen zu lassen. Es gilt, für das Unternehmen ein Optimum aus den genannten Kernaussagen zu finden, die die Motivation steigern, sowie aus denjenigen, die die Motivation senken. Sind Prozesse gut selbst organisierbar, so lohnt ein Assistenzsystem unter Umständen nicht. Ist es aber möglich dem Kunden durch so ein System mehr zu bieten, dann ist eine Anschaffung sinnvoll. Gute Bewertungen und Integration in die Lieferketten von Kunden können positive Folgen eines Assistenzsystems sein.

## **6. Zusammenfassung und Ausblick**

Das anfängliche Problem, welches dieser Arbeit zugrunde lag war, dass die Informationsdichte über Assistenzsysteme und deren Bewertung durch Experten gering ist. Eine Auswertung von Literaturquellen ergab, dass Industrie 4.0 und Digitalisierung, sowie deren Unterbegriffe, sehr differenziert betrachtet werden. Gängige, belastbare Definitionen gibt es noch nicht. Viele Autoren geben jedoch Hinweise, was es mit den Wandelprozessen auf sich hat. Erwerbsarbeit sollte auch im Zuge von Industrie 4.0 den Anforderungen aus der Arbeitswissenschaft genügen und die Arbeit menschengerecht und ergonomisch gestalten. Ziele waren Aussagen über industrielle Assistenzsysteme und inwieweit diese zur Arbeitsgestaltung beitragen. Welche Vor- und Nachteile für Mitarbeiter und Unternehmen sich aus der Nutzung solcher Systeme ergeben, wurde untersucht. Des Weiteren ließ die Produktvorstellung der Hersteller solcher Systeme Fragen zu arbeitswissenschaftlichen Gesichtspunkten offen.

Zwei Systeme, welche für den Markt als beispielhaft angenommen wurden, sind daher mit Hilfe eines Experten bewertet worden. Dabei wurde es deutlich, dass dem Design dieser Systeme besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden soll. Ausgabe von relevanten, maßgeschneiderten Daten und eine Feedbackfunktion sind für den Mitarbeiter wichtig. Eine sehr hohe Transparenz kann sich jedoch auch negativ auf die Arbeitsgestaltung auswirken. Allumfassende Systeme sind auf das komplette Unternehmen skaliert, wichtig um übergreifende Auswertung zu erstellen und das große Ganze betrachten zu können. Sind die Prozesse eines Unternehmens reif für industrielle Assistenzsysteme, und werden diese richtig implementiert, so sind die in der Lage die Arbeit effizienter zu gestalten. Der Mensch sollte weiterhin als Kontrollinstanz über der Technik stehen und seine Flexibilität einbringen. Digitalisierung als Ganzes ergibt nur Sinn, wenn dies mit wirtschaftlichen Vorteilen für das Unternehmen verbunden ist und Vorteile für den Kunden bietet. Wearables und Assistenzsysteme können dem Mitarbeiter und dem Unternehmen von großem Nutzen sein. Dies allerdings nur, wenn bei Design und Rückmeldung, sowie Ergonomie dieser Systeme genügend auf die menschengerechte Gestaltung geachtet wird.

Die Methoden zur Datenerhebung in dieser Arbeit weisen gewisse Grenzen auf. Die Meinung eines einzelnen Experten könnte beeinflussbar sein, bzw. nur in eine bestimmte Richtung gehen. Um noch mehr mögliche Antworten abdecken zu können, sollten bei weiteren Untersuchungen, die dieser Arbeit folgen, mehrere Experten hinzugezogen werden. Da es sich um eine explorative Studie handelt, sollte der Schlüssel zur Auswertung der Expertenaussagen auf einen großen Bereich von möglichen Antworten ausgelegt sein.

Aus den Ergebnissen der Erhebung in dieser Arbeit entsteht der Spielraum für weitere Betrachtungen von Wearables und Assistenzsystemen. Was an dieser Stelle interessant werden könnte, soll im Folgenden kurz erläutert werden.

Da ein konkreter Vergleich von mehreren Assistenzsystemen in dieser Arbeit nicht durchgeführt wurde, der Grund dafür ist die fehlende Vergleichsbasis, könnten weitere Forschungen eine solche Basis zum Vergleich entwerfen. Ziel könnte es sein eine Grundlage für Bewertung und Vergleich von verschiedenen Systemen zu finden. Problem hierbei ist die Vergleichbarkeit. Es könnte interessant werden, Systeme in ein Kategoriensystem einzuordnen (vgl. Hussy u. a. 2013: 256f). Dafür müsste man einige weitere Systeme untersuchen und eine gemeinsame Grundlage schaffen. Diese Basis könnte auch für Unternehmen nutzbar gemacht werden, die eine Entscheidungsgrundlage zum Erwerb eines Assistenzsystems brauchen. Kategoriensysteme zur Beurteilung von Assistenzsystemen lassen sich aber auch für weitere Zwecke einsetzen. Denkbar wären Forschungsprojekte in denen Fabriken und Arbeiter simuliert werden sollten. In der Fabrikplanung und zur Aufstellung eines Kostenplanes für Projekte ist die Beachtung von Assistenzsystemen in Zukunft möglicherweise angebracht.

Für einzelne, repräsentative Beispielsysteme ist eine Nutzung der SWOT-Analyse interessant. Diese könnte wieder mittels Expertenbefragung erstellt werden. Mit Hilfe dieser Analyse kann ein Unternehmen eine Entscheidung über die Verwendung eines Systems treffen. Das Problem der Vergleichbarkeit von Systemen mit unterschiedlichen Aufgaben besteht hier jedoch weiter und sollte zukünftig erforscht werden. Man könnte prüfen, inwiefern sich solche Assistenzsysteme mit den klassischen Modellen von Arbeit und Arbeitszeiten vereinbaren lassen. Neue Modelle für Arbeitsverhältnisse im Rahmen von Industrie 4.0 könnten daraus entstehen. Mögliche Synergieeffekte zu anderen Teilbereichen der Arbeitswissenschaften sind möglich.

In Zeit- und Beobachtungsstudien könnte man bestimmte Effekte auf die Produktion untersuchen. Studien über die konkreten Anwendungen von Systemen könnten zu einer Vorher-Nachher-Betrachtung führen. Eine Ableitung von Organisations- und Gestaltungsempfehlungen (Mensch, Technik, Organisation) unter Beachtung von Assistenzsystemen sind möglich.

Das Wissen um die Auswirkung von Assistenzsystemen auf die Erwerbsarbeit könnte in modernen Menschensimulationen genutzt werden. Der Mitarbeiter kann bestimmten Aufgaben mit Hilfe eines solchen Systems besser oder schlechter verrichten. Zur Simulation und Planung von Fertigungen, die mit simulierten Mitarbeitern ausgestattet werden, ist das Wissen um die Wirkung von Assistenzsystemen sinnvoll. Ein möglicher Output solcher Betrachtungen könnte ein Planspiel sein, welches Mitarbeiter und Vorgesetzte im richtigen Umgang mit Assistenzsystemen trainiert. Mögliche Ängste vor Kontrolle oder Enteignung vom eigenen Wissen könnten damit widerlegt werden.

Bei Vergrößerung des Stichprobenumfanges der Befragungen von Experten und einer Klassifizierung der Ergebnisse wie in Anlage F zu sehen, könnten quantitative Auswertung vorgenommen werden. Die Häufigkeiten der Vor- und Nachteile könnte man beispielsweise ermitteln und damit Aussagen über eine Eignung des Systems für bestimmte Bereiche der Produktion geben.

## 7. Literaturverzeichnis

- Abele, Eberhard & Reinhart, Gunther 2011. *Zukunft der Produktion: Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen*. München: Hanser.
- Bauernhansl, Thomas, Ten Hompel, Michael & Vogel-Heuser, Birgit (Hg.) 2014. *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Becker, Thomas (Hg.) 2015. *Digitales Neuland: warum Deutschlands Manager jetzt Revolutionäre werden*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Bengler, Klaus & Schmauder, Martin 2016. Digitalisierung. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 70, 2, 75–76.
- Botthof, Alfons & Hartmann, Ernst Andreas (Hg.) 2015. *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Berlin: Springer Vieweg.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017. Diskussionsentwurf Weißbuch Arbeiten 4.0. [www.arbeitenviennull.de](http://www.arbeitenviennull.de) [Stand 2017-01-26].
- Deutscher Gründerpreis 2016. *Handschuh mit Hirn*. Handschuh mit Hirn und Video. <https://www.deutscher-gruenderpreis.de/preistraeger/2016/proglove/> [Stand 2017-01-30].
- Döring, Nicola & Bortz, Jürgen 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer.
- Felser, Winfried 2016. Zukunft der Arbeit Angst 4.0 oder Deutschland als Vorreiter für die „menschliche“ Digitalisierung. *Huffington Post Deutschland*.
- Gabler Kompaktlexikon Wirtschaft 2013. *Gabler Kompakt-Lexikon Wirtschaft: 4.500 Begriffe nachschlagen, verstehen, anwenden*. 11., aktualisierte Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Geisberger, Eva & Broy, Manfred 2012. *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Bd. 1, Springer-Verlag.
- Hussy, Walter, Schreier, Margrit & Echterhoff, Gerald 2013. *Forschungsmethoden in Psychologie und Sozialwissenschaften für Bachelor: mit 23 Tabellen*. 2., überarb. Aufl. Berlin: Springer.
- Kaufmann, Timothy 2015. *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*. Wiesbaden: Springer-Vieweg.
- Keuper, Frank u. a. (Hg.) 2013. *Digitalisierung und Innovation: Planung, Entstehung, Entwicklungsperspektiven*. Wiesbaden: Springer-Gabler.
- Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2017. *ValueFacturing® Assistenzsystem Maschinenfabrik Reinhausen GmbH Webseite*. ValueFacturing®.

- <http://www.reinhausen.com/de/desktopdefault.aspx/tabid-1767/> [Stand 2017-01-15].
- Maschinenfabrik Reinhausen GmbH 2016. ValueFacturing® Broschüre - Zeit für einen neuen Standart in der Zerspanung. ValueFacturing®. Mit Assistenz zur Hochleistungsfertigung.  
[http://www.reinhausen.com/de//desktopdefault.aspx/tabid-56/2054\\_view-1179/categories-1179/catname-ValueFacturing%C2%AE#](http://www.reinhausen.com/de//desktopdefault.aspx/tabid-56/2054_view-1179/categories-1179/catname-ValueFacturing%C2%AE#) [Stand 2017-01-15].
- Niederberger, Marlen 2015. *Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Obermaier, Robert (Hg.) 2016. *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- ProGlove 2015. *Applications ProGlove*. Proglove©.  
<http://www.proglove.de/product/technology/> [Stand 2017-01-9].
- ProGlove Werbefilm 2014. *Wearables in der Realität nur Proglove*.  
<https://www.youtube.com/watch?v=STcWHzJeqes> [Stand 2017-01-15].
- Reinheimer, Stefan & Strahringer, Susanne 2014. Cyber-physical Systems – Von jeder mit jedem zu alles mit allem. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 51, 6, 810–811.
- Riegmann, Tobias 2012. *Eine Methode zur Implementierung der Digitalen Fabrik in einem Produktionsplanungsnetzwerk*. 1. Aufl. Stuttgart: Steinbeis-Ed.
- Roth, Armin (Hg.) 2016. *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer Gabler.
- Schenk, Michael 2015. *Produktion und Logistik mit Zukunft digital Engineering and Operation*. Berlin; Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.  
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-48266-7> [Stand 2017-01-8].
- Schlick, Christopher u. a. (Hg.) 2010. *Arbeitswissenschaft*. 3., vollst. überarb. und Aufl. Berlin: Springer.
- Sendler, Ulrich u. a. (Hg.) 2013. *Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. Berlin: Springer Vieweg.
- Weidner, Robert u. a. (Hg.) 2015. *Technische Unterstützungssysteme*. Berlin: Springer Berlin.
- Wittpahl, Volker 2017. *Digitalisierung: Bildung, Technik, Innovation: iit-Themenband*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg.
- Ziegler, Jens 2016. *Wearables im industriellen Einsatz: Befähigung zu mobiler IT-gestützter Arbeit durch verteilte tragbare Benutzungsschnittstellen*. Dresden: TUDpress.

## **Anlagen**

### **Anlage A: Kurzvorstellung Experte**

Experte für Industrie 4.0 und Digitalisierung, mehrjährige Erfahrung in Lehre und Forschung auf den Gebieten Fabrikbetrieb und Qualitätsmanagement  
TU Chemnitz

### **Anlage B: Transkript des leitfadengestützten Experteninterviews**

Ort: TU Chemnitz

Datum: 02.02.2017

Personen: Experte (B), Verfasser der Arbeit (I)

I: [...Kurzvorstellung der Systeme und Vorgehen klären...] #00:00:53-5#

ProGlove #00:01:27-0#

ValueFacturing #00:02:07-6#

I: Wie sehen sie den aktuellen Stand der Implementierung von Industrie 4.0? Ich habe jetzt das Beispiel der deutschen Wirtschaft gewählt weil das ja in der Literatur jetzt ein bisschen (.) sozusagen ein bisschen (..) da ist. #00:02:18-1#

B: [lacht] Hmmm...Ich würde sagen sehr differenziert einerseits. Also ich denke es gibt ein paar große Vorreiter, die auch schon viel gemacht haben oder auch viel machen. Ähm ich denke es gibt auch welche die schon auf einem recht guten Stand sind. Die auch zeitig begonnen haben ohne dass es damals vielleicht schon "Industrie 4.0" hieß. #00:02:37-5#

I: Hmmm das ist ja ein Kunstbegriff. #00:02:38-8#

B: Das ist ein Kunstbegriff ja. Und es ist halt die Frage wie man Industrie 4.0 sieht. Also wenn ich sage "allumfassend" vielleicht und auch schon alles flexibel vernetzt, dann würde ich sagen die Umsetzung ist noch recht mäßig. #00:02:54-2#

I: Hmmm Ja #00:02:55-3#

B: Na Ehm Aber ich denke es gibt Insellösungen...gibt Unternehmen, die sich mit dem einen oder mit dem anderen beschäftigen und die eben erstmal mit irgendwelchen sinnvollen Sachen, für sie sinnvollen Sachen, oder was sie für sinnvoll halten, anfangen. Daher, wie gesagt, ich denke da ist noch viel Luft nach oben. Ja. Hängt aber sicherlich auch mit der Unsicherheit zusammen die es so gibt. Ja. #00:03:17-4#

I: Ich habe es jetzt immer eher Digitalisierung genannt, das Industrie 4.0. Weil das ja noch mehr erschlägt als Begriff. Aber "Luft nach oben" ja so sehe ich das auch. Woran würden sie festmachen, dass Unternehmen bereit sind solche Assistenzsysteme, wie zum Beispiel eben den Handschuh einzusetzen? Sozusagen. Weil wenn sie jetzt noch industriemäßig äh noch nicht so weit sind, weiß nicht ob sich das lohnt. #00:03:39-7#

B: Also von den Voraussetzungen her, nicht wahr? Na also ich denke, äh das müssen. Na man muss es auch da wieder differenziert sehen. Also wenn ich an dieses ValueFactoring denke, da müssen sicherlich erstmal die Prozesse reif genug sein. Also zu einem gewissen Grad. Ähm ich muss überhaupt Daten erfassen können, Ähm ich brauche irgendwo Stammdaten, wo ich sicherlich auch Bewegungs-, also laufende Daten zuordnen kann. Sonst bekomme ich ja keine Auswertung hin. Nagut, selbst bei dem Handschuh ist es ja auch so. Wenn der Handschuh mir helfen soll, brauche ich ja auch eine Datenbasis. Und ehm (..) die bräuchte ich an den verschiedensten Stellen. Also sowohl vielleicht für ein Produkt oder für ein Werkzeug usw. Und dann bräuchte ich auch eine entsprechende Infrastruktur. So und wenn ich das nicht habe, dann brauche ich eigentlich nicht groß über Assistenzsysteme and der Stelle noch nicht sprechen. #00:04:44-9#



I: Hmm ja gut. Okay, dann würde ich jetzt gerne mal über die Vor- und Nachteile von den Systemen sprechen. Und der Professor von der Weth hatte mir empfohlen, da so eine Art Vier Felder Matrix aufzustellen. Ich weiß noch nicht, ob ich sie konkret verwernde, aber ich würde jetzt erstmal versuchen das Teil mit Leben auszufüllen. Von den beiden Systemen. Ich würde gern mal beim Handschuh anfangen, beim ProGlove. Und zwar Pro und Contra, Vor und Nachteile auf der Werkerbasis, vor allem auf der Werkerbasis. Jetzt Unternehmensbasis könnte man auch nochmal drüber sprechen. Also sozusagen: Wo könnte denn der größte Vorteil, wo könnte der größte Nachteil liegen, für den Handschuh sozusagen. #00:05:23-5#

B: Also was mir bei dem ProGlove einfällt als Vorteil ist natürlich, der Werker. Ehm bei dem Werker reduziere ich Unsicherheit. Ist ja Sinn und Zweck des Assistenzsystems, dass ich sage, ich werde darauf hingewiesen auf einen Fehler, bevor ich den gemacht habe. Oder ich kriege halt die Hinweise. Ich muss jetzt nicht mehr, sagen wir mal, überlegen. Ehm nimmst du jetzt das eine Teil oder das andere. Sondern es wird mir vielleicht angezeigt. Also es macht durchaus die Arbeit leichter unter Umständen. Also im Sinne der Informationsverarbeitung, es macht die Prozesse fehlerrobuster. Man kann sich dann vielleicht auf andere Sachen konzentrieren, also auf eigentliche Tätigkeiten, auf die Tätigkeit selber. Das würde ich schon als Vorteil sehen. Ehm Nachteil kann sein, dass der Werker sich plötzlich kontrolliert fühlt. Also sowohl im vorhinein, weil er sagt "eigentlich weiß ich es ja, also warum muss mir das Gerät das jetzt anzeigen". #00:06:33-5#

I: sich übergangen fühlt sozusagen. #00:06:35-1#

B: Richtig. Da muss man sicherlich auch beim Design vorsichtig sein. Vielleicht kritische Dinge: Richtung Medizin zum Beispiel. Wenn ich einem Patienten das falsche Medikament gebe, kann das ja erhebliche Konsequenzen haben. Wenn ich da gewarnt werde, dann ja. Aber wenn man natürliche andere Sachen sagt: Ich muss jetzt die Mullbinde irgendwo aus dem Regal greifen. Das ist jetzt vielleicht weniger relevant. Da muss ich den MA jetzt nicht kontrollieren oder unterstützen. Also das wäre ein Punkt. Sicherlich auch immer die Gefahr, dass die Leistung überwacht wird. Wie lange hat es gedauert, wie oft hat er falsch reingegriffen. Oder solche Dinge.

Ehm die Gefahr ist ja da, auch wenn man es vielleicht rein rechtlich gar nicht dürfte.  
Aber nichts desto Trotz. #00:07:30-3#

I: da gibt es ja einige Systeme die so was können #00:07:33-3#

B: Und ja eigtl. mit dieser Kontrollfunktion. Es besteht ja die Gefahr, dass der Werker vom Wissen enteignet wird sozusagen. Wie man so schön sagt. Man muss dann vielleicht auch unterscheiden, ob man sowas anwendet bei einem Werker, der grade neu in so einer Tätigkeit ist, der angelernt wird. Oder der halt schon erfahren ist. Grade Anlernen wäre dann ein Vorteil. Man kommt schneller in so einen Prozess rein. Lernkurve ist vllt höher weil man ein direktes Feedback hat. Nagut ein Nachteil könnte noch sein: Man muss ja den Handschuh oder das Gerät laufend tragen. Ob das nun immer angenehm ist, sei mal dahingestellt. Also es gibt sicher Tätigkeiten, wo ich auch so Arbeitshandschuhe tragen muss. Die Frage ist: Sind die Wearables schon so weit, dass sie die quasi Anforderungen aus Arbeitstätigkeit mit den, sagen wir mal, informationstechnischen Anforderungen schon zusammen bringen. Ehm bzw was man jetzt so gesehen hat, ich habe da irgendwo ein Display oder sowas irgendwo mit herum oder eine Anzeige. Also da müsste man sicherlich auch den Tragekomfort nochmal überprüfen. Also es kann ja durchaus sein. Es betrifft ja auch andere Wearables. Sagen wir mal, wenn man jetzt diese tollen Brillen und was es so gibt sich anschaut. Wäre für meiner einer als Brillenträger auch schon schwierig.  
#00:09:07-9#

I: Oder so Außenskelette und was es da so gibt. #00:09:10-2#

B: Das wären eigentlich so die Dinge, die mir jetzt so spontan einfallen würden  
#00:09:17-7#

I: Das klingt schon mal gut #00:09:19-2#

B: Hmmm #00:09:19-5#

I: Also was mich auch interessiert sind die arbeitswiss. Ziele. Also sowas wie Ergonomie, wo wir darüber gesprochen haben. Ist der Tragekomfort hoch, kann man

damit arbeiten, ist es menschengerecht? Ja also Effizienz, ganz klar, steht im Vordergrund aber Arbeit muss ja auch menschengerecht sein. #00:09:41-8#

B: Ja aber ist ja auch die Frage der Anzeige, also. #00:09:44-3#

I: Der Anzeige, okay? #00:09:45-3#

B: Sagen wir mal, wie kriege ich jetzt die Rückmeldung. Hab ich die dann direkt? Ehm also das wird bei dem, wie ich das verstanden habe ehm, wäre ja auch denkbar mal perspektivisch eine haptische Rückmeldung zu geben. Ehm wenn ich halt so ein Teil irgendwo am Körper auf der Haut trage und, ich sag mal, ich mach was falsch. Ich sag mal man merkt ja auch, wenn es vibriert oder irgend solche Sachen. Das ist, wo man sagt: Es ist die Frage ob ein Piepsen oder irgend ein Warnsignal, ein optisches Signal oder sowas dann besser ist, oder beides oder wie auch immer. Also ich denk dass ist auf alle Fälle ein Thema. Ehm genauso halt wie auch ein Display, wo man sagt, wenn ich halt immer drauf gucken muss. Wie auf eine Uhr oder sowas. Ich finde jetzt so eine Uhr wo ich auch sehe, da schreibt mir jemand eine Email, finde ich jetzt auch nicht unbedingt praktisch. #00:10:28-9#

I: hmm ja ja #00:10:29-8#

B: Und selbst die Anzeige, dass ich eine Email hab möchte ich eigentlich manchmal gar nicht haben. Man muss sich auch mal auf, also das Ablenkungspotential ist dann auch wieder entsprechend groß. #00:10:39-8#

I: Das stimmt, das Ablenkungspotential #00:10:41-4#

B: Es ist halt eine Sache des Designs. Dass ich dass dann irgendwo geschickt mache. #00:10:47-9#

I: Das klingt doch schon mal (..) ganz gut. Als nächstes würde ich fragen, sozusagen ob der ProGlove ein hohes Verbesserungspotential für industrielle Prozesse bietet, also die Möglichkeit dazu. #00:11:07-3#

B: Naja es gibt ja schon Assitenzsysteme, nicht wahr. Ehm würde ich sagen: kommt drauf an hehe. Also wenn ich irgendwo in einem sicheren, oder einem kritischen Bereich arbeite, wo Fehler tatsächlich auch große Konsequenzen haben, könnte ich mir vorstellen, ist das Potential schon recht hoch. #00:11:30-3#

I: Medizintechnik zum Beispiel #00:11:35-0#

B: Ja Medizintechnik, solche Dinge, Ehm ansonsten gibts ja auch wenn man jetzt sagt, ob ich jetzt halt das richtige Teil irgendwo aus einer Kiste nehme. Da gibts ja schon andere Lösungen. #00:11:47-7#

I: Ja kinect und sowas #00:11:50-0#

B: Ehm kinect oder ich hab halt direkt eine Überwachung wie eine Art Vorhang über der Kiste. Und dann sieht man ja, ob ich rein greife. #00:11:58-7#

I: poka yoke oder sowas #00:11:59-6#

B: Genau, solche Dinge. Also dort würde ich denken, ehm ist durch den ProGlove vielleicht nicht das riesen Add On irgendwo zu erwarten. So ehm, ich denk im Produktionsprozesse vllt selbst. Nagut ist halt auch wieder die Frage über andere, ich hab halt eine unmittelbare Rückmeldung. Also da könnte es schon Verbesserungsmöglichkeiten geben. Aber, ich glaub, wenn man das an der Hand hat, es ist auch irgendwo begrenzt. #00:12:30-8#

I: hmm #00:12:32-1#

B: Also jetzt mal so gefühlt, so als riesengroß würde ich das Potential gar nicht einschätzen. #00:12:44-4#

I: nicht so groß. #00:12:46-0#

B: Also es gibt bestimmt irgendwo Ansätze, schon, aber ehm jetzt so über alles gedacht würde ich eher denken vielleicht im mittleren Bereich. #00:12:55-5#

I: Mittlerer, okay gut. Für wen könnte denn der ProGlove, sag ich mal, den größten Nutzen haben, wenn man jetzt so verschiedene Branchen und Arbeitertypen sich anguckt. #00:13:07-7#

B: Na ich denk ehm, also wenn ich jetzt als logistische Arbeitsbereiche denke, könnte das eine Rolle spielen. Insb. dort wo ich vielleicht eine hohe Dynamik habe, ein hohe Flexibilität. Also wenn sich auch Dinge ändern. Wenn ich immer stabile Prozesse, stabile Daten oder so was habe, habe ich eine Anlerneinweisungszeit, da brauch ich ja das Feedback nicht. Aber wenn ich da eine hohe Varianz habe, eine hohe Dynamik, dann ist das denke ich relevant. Und das gleiche eigtl. auch denkbar für Montagetätigkeiten. Eher mit Werkzeugen, wo man halt auch sagt okay, ich hab halt jetzt ehm dort vllt auch unterschiedliche Werkzeuge die ich nutzen soll, vll auch in Abh. von dem Produkt was da so kommt. Oder ich muss zwischen versch. Teilen, die ich einbauen kann, zwischen versch. Varianten wählen, die sich optisch nicht groß unterscheiden. Wenn ich dort natürlich, meinerwegen am Produkt einen Identifikator habe und dann kann ich auch über den Handschuh eine Rückkopplung haben, ob ich tatsächlich das richtige gegriffen und zum Einbauort verbracht habe. Oder vll wenn ich unterschiedliche Einbauorte habe, also dann kann das sicherlich helfen. Dann ist es sicherlich auch eine Unterstützung für den Arbeitsprozess. Das kann ich mir gut vorstellen. #00:14:27-0#

I: Ich finde das mit der Variantenvielfalt gut, weil bei Industrie 4.0 spricht man ja auch von individualisierter Massenproduktion. Also ganz viele aber halt alle sozusagen anders. Das ist schon ein Punkt. Super. #00:14:38-9#

B: Ja und vllt auch in Kombination mit anderen Geräten. Wenn man sagt Kinect, meinerwegen ehm, die ist ja, ich sag mal, auf Optik beschränkt. Wenn man mal an Reparaturtätigkeiten oder sowas denkt. Oder ich muss irgendwo an ein Bauteil ran. Bei der Montage, beim Austausch, Ausbau, solche Sachen. Die Kinect kann mir ja vllt. sagen, ob ich an die richtige Stelle lange. Aber ob ich das richtige Bauteil dann habe? Vielleicht verdecke ich das ja grade mit der Hand, oder mit einem anderen Körperteil oder wie auch immer. Und vllt als Ergänzung oder im Zusammenspiel, kann sowas vllt auch helfen. #00:15:19-7#

I: Gut ja. Wie hoch schätzen sie denn den Lernaufwand ein, wenn man so einen ProGlove neu einführt? Und grade, meinetwegen, Arbeiter sind erfahren oder sowas, in den Prozessen. #00:15:33-4#

B: Ich denke als Überschaubar. #00:15:37-0#

I: Überschaubar hmm. Gut, dass wollte ich noch wissen. Wie ergonomisch ist ein hochtechnisierter Handschuh für den Werker? Haben wir ja jetzt schon mehr oder weniger mit abgedeckt. #00:15:46-5#

B: Ehm ja da gibts sicherlich noch Spielraum hehe. #00:15:51-3#

I: Ergonomischen Spielraum. Gut. Dann schauen wir mal auf die Checkliste. Jetzt würde ich sagen, gehen wir mal weiter zum ValueFacturing. [Umblättern, lesen] Würde auch gern wieder über die Vor- und Nachteile sprechen von ValueFacturing. Wieder die starke Vernetzung. Für Unternehmen, für Werker. Können wir wieder beim Werker anfangen. Weil das ist ja dann sozusagen, viele Maschinen, viele Werker, die über Tablets usw. Rückmeldung bekommen, die Daten eingeben. ValueFact. spricht von einer Datenveredelung, wahrscheinlich durch statistische Ausgabe oder sowas. Genau. Wie sehen sie da die Vor- und Nachteile? #00:16:38-5#

B: hmhhh [atmet, überlegt] #00:16:41-4#

I: Erstmal ins Grüne gefragt sozusagen. #00:16:43-2#

B: Jaaa ich würde sagen es ist schwieriger zu beurteilen als bei einem Gerät, was ich an der Hand trage, oder irgendwo anders. Weil das ist ja hier was, ich sage mal, allumfassendes. Als Vorteil würde ich sehen, dass Entscheidungen unterstützt werden. #00:17:01-7#

I: Okay #00:17:02-6#

B: Dass ich eine Entscheidungsgrundlage haben kann. Dass ich vllt auch mal in der Lage bin, sagen wir mal, diese Unterstützung oder auch die Daten, Informationen, die ich für eine Entscheidung brauche. Dass ich die flexibel auf mich anpassen kann. Also wäre ja die Hoffnung. Wie gesagt, wenn ich eben eine bestimmte Rolle habe. Muss ich mich nicht erst durch ein großes System klicken und vllt noch eine extra Auswertung suchen, sondern es wird mir sozusagen veredelt angeboten. #00:17:31-8#

I: Ja. Was der jeweilige Werker halt braucht für seine Aufgaben. #00:17:35-3#

B: Ich kann vllt. auch mal ein bisschen das größere Ganze sehen unter Umständen. Dass ich auch die Konsequenzen von Entscheidungen noch beurteilen kann. Und ja vllt. hilft mir ja so ein System auch, ich sag mal bei der Prognose, also bei der Entscheidung dann selber. Nicht nur als Infogrundlage, sondern vllt auch tatsächlich jetzt über einen Algorithmus oder über irgendwelche anderen Verfahren: Wie könnte es denn jetzt weitergehen? In einem bestimmten Range. Also das wäre sicherlich schon ein Vorteil. Und vllt kann man ja auch bestimmten Sachen automatisieren. Ja auch Routine. Ich sag mal Verwaltungstätigkeiten. Wo es eigtl nur darum geht, vllt ansonsten, ich sag mal, Listen zu füllen mit irgendwelchen Daten. Also dort könnte ich mir schon eine Entlastung vorstellen. #00:18:35-2#

I: Okay #00:18:39-2#

B: Nachteile. Naja Nachteil kann sein, man verlässt sich dann bloß noch auf die Technik. Ehm Es kann natürlich auch sein es wird zu unüberschaubar und zu komplex, dass ich zu viele Informationen habe. Dass ich mich halt erstmal irgendwo durchwühlen muss. Naja meistens, wenn man zu viele Daten dann im Angebot hat. Man muss ja auch die richtigen Filter dann haben. Und ob die dann immer richtig gesetzt sind, oder ob man auch selbst in der Lage ist, diese richtig zu setzen, sei mal dahin gestellt. Kann funktionieren, muss aber nicht. Es kann natürlich auch dort sein, dass plötzlich, ich sage mal, Abläufe formalisiert, oder standartisiert werden, die aber eigtl noch ein bisschen die menschliche Flexibilität bräuchten. Ja das könnte ein Nachteil sein. Und dann fühlt sich der Mensch da vllt auch übergangen und sagt "Nagut jetzt hab ich hier..." Und entweder nutzt das System dann nicht oder ist

frustriert. Oder macht halt einen workaround und sagt: "Egal was das System jetzt sagt Ich kläre das jetzt trotzdem informell nebenher". #00:19:48-8#

I: Hmmm Ja #00:19:49-5#

B: Kann natürlich auch sein, dass Ich trotzdem irgendwo... Muss ja nicht alle Daten erfassen können automatisiert. Dass ich einen erhöhten Datenbereitstellungsaufwand habe. Und, ich meine dass kann man jetzt als Vor- oder Nachteil sehen. Ich sag mal, ich habe eine höhere Transparenz. Ich sag mal: Über andere! Aber letztendlich haben andere auch Transparenz vielleicht über mich. #00:20:15-0#

I: Stimmt #00:20:18-2#

B: Das kann ja auch dazu führen, dass man sich unkomfortabel fühlt. #00:20:22-8#

I: Jaa....(?) ...Leistungsvergleichbarkeit und sowas. Ist schwierig, ja das stimmt. Das ist wie Unternehmen, die den Krankenstand öffentlich aushängen und dann sagen "Okay der muss runter" oder irgendsowas, das ist immer... Gut, die Starke Vernetzung von ValueFacturing, haben wir drüber gesprochen, sehr schön. Würde es noch irgendwelche Vorteile geben fürs ganze Unternehmen sozusagen? #00:20:49-4#

B: Naja ich könnte schaffen, hoffentlich, also so hatte ich zumindest den Ansatz verstanden, dass sich die Bereiche nicht jeder einzeln optimieren. Sondern, dass ich es vielleicht auch im Gesamtbild machen kann. Das wäre natürlich gut. Ehm wäre vllt auch schön, dass ich eine Art, ich nenne es mal, Echtzeitbewertung, Echtzeitsteuerung haben könnte. Und nicht drauf angewiesen bin, dass ich erst Informationen zusammensuchen muss. Sondern, dass ich dort eigentlich relativ kurzzyklisch immer über den aktuellen Stand Bescheid weiß. Das würde ich schon als Vorteil sehen. #00:21:27-8#

I: Mhh weil Controlling ist ja meistens immer eher hinterher dann sozusagen. Aus Daten die wir haben gucken wir wie es weitergeht, und dann gibt es eine Planqualität. Die ist dann gut oder schlecht oder sowas. #00:21:35-3#



B: Und ich denk, was auch ein Vorteil wäre. Also an der Stelle auf alle Fälle die Transparenz. Also dass ich vielleicht auch so, ich sage mal, Verschwendungsquellen irgendwo aufdecke. Wo man sagt: da liegt irgendwas, da habe ich lange Durchlaufzeit, oder man findet vllt auch Ursachen irgendwo heraus, woran das denn sogar liegen könnte. Das würde ich als Vorteil sehen. #00:22:00-1#

I: Okay sehr gut. #00:22:02-9#

B: Nachteil aus meiner Sicht: Datensicherheit. Grad aus Unternehmenssicht. Sowohl intern als auch extern. Sagen wir mal, wenn intern jemand an Daten sieht, die ihn eigtl nix angehen. Und auch extern muss ich auch sicherstellen, dass da kein anderer rankommt. Ich mache mich damit ja auch angreifbar. Und es ist ja auch die Frage, wenn ich jetzt alle Abläufe jetzt plötzlich digitalisiere und digital steuere: Was ist wenn der Spaß mal ausfällt? Oder ein Teil davon. Bin ich dann trotzdem noch Handlungsfähig? Wäre dann eher eine Anforderung, dass das Ganze dann auch irgendwie robust ist. #00:22:42-3#

I: Ich war vor zwei Jahren mal in Riga, in Lettland, auf Studienreise und dort auch bei so einer Softwarefirma. Und die haben gesagt: "Datensicherheit interessiert uns überhaupt nicht!" Und das ist total verrückt dort. Und die wissen das alle und haben so gesagt: Ist nicht so schlimm, wir haben nix zu verbergen. So nach dem Motto. Und da dachten wir dann auch alle: Was ist hier los? Verrückt. #00:23:05-7#

B: [lacht] #00:23:06-6#

I: Gut. Könnte ValueFacturing ...genau hatten wir ja grade...eher Nachteil als ein Vorteil sein für den Arbeiter an der Maschine? #00:23:16-8#

B: Nee denk ich nicht. [?] #00:23:21-0#

I: Ich schreib mal "eher nicht". Unter betrachtung der ... #00:23:25-3#

B: Richtig, es kommt wieder drarauf an, wie man es dann halt auch skaliert. Ne? Also wenn ich den MA gläsern werden lasse, sind es unter Umständen auch Nachteile. Ehm auch für den MA. Wenn er vllt auch Dinge vorgegeben kriegt über irgendwelche Algorithmen oder für andere, wo er der Meinung ist: Die Technik kann dann vllt auch besser entscheiden. #00:23:46-9#

I: hmmm hmmm #00:23:48-1#

B: Ehm oder wenn ich es halt geschickt irgendwo konfiguriere, dass ich vielleicht trotzdem sage: Der MA hat ein paar Leitplanken und kann aber trotzdem selber entscheiden. Vielleicht einen Arbeitsvorrat innerhalb einer Schicht abzuarbeiten und kriegt eigentlich bloß das Ziel, es muss am Ende der Schicht alles abgearbeitet sein. Dann er sich selber eine Reihenfolge raussuchen, wie er es für das beste hält. Dann kann er ja auch sein Wissen miteinbringen. #00:24:10-4#

I: Können solche Systeme den Unternehmen empfohlen werden? Wenn sie bereit sind sozusagen. Sie sagen: Okay machen sie das, dass ist okay. #00:24:26-0#

B: Also wenn sie bereit sind würde ich schon denken. Ja. Ich würde aber immer sagen mit Augenmaß. Also nicht sagen: "ich muss mir jetzt halt so das allumfassende System dort ehm ins Haus holen". Sondern man sollte sich immer fragen: was bringt mir es dann? Also habe ich. Die Frage ist ja wirklich habe ich gute Prozesse? Sind die jetzt schon...laufen die von selber? Habe ich gute MA? Ehm habe ich kurze Wege? Läuft viel über Selbstorganisation? Dann ist die Frage: Muss ich einen Prozess noch digital unterstützen? #00:25:01-1#

I: hmmm Okay, klingt interessant. #00:25:03-5#

B: Also es ist ja die Frage: Wo ist denn der Mehrwert? #00:25:04-9#

I: Ja Ja #00:25:05-8#

B: Also wenn... Kann ja sein intern, weil es kostet ja auch Gelder der Spaß. Ehm dann müsste ich ja intern erstmal so viel rausholen, also so viel Effizienzgewinn

haben, dass sich das System auch rechnet. Man müsste dann ja auch an die Kosten denken und sagen: Okay, meine MA demotiviere ich ja dadurch, weil ich denen vielleicht auch Entscheidungsbefugnisse wegnehme. Und es wird nicht besser damit, weil die von Haus aus vorher schon gut entschieden haben. So und dann kann natürlich noch sein, was weiß ich, schauen kann ich durch so ein System dem Kunden jetzt noch mehr bieten? Also werde ich schneller? Kann ich mich in die Lieferkette des Kunden integrieren? Kann ich dem irgendeinen zusätzlichen Service dadurch anbieten? Meinetwegen durch schneller Ersatzteilbereitstellung oder was auch immer. Wenn ich damit natürlich dann Geld verdienen kann, dann macht es natürlich auch Sinn. #00:25:54-2#

I: Ja also okay, also steht das Geldverdienen an erster Stelle? #00:25:57-1#

B: Naja schon irgendwo. Also ich brauch ja irgendwo einen Wertgewinn. Ich würde jetzt niemandem empfehlen Digitalisierung um ihrer selbst willen einzuführen. #00:26:05-3#

I: mhm Okay, das klingt gut. #00:26:08-0#

B: Also das ist so meine, oder unsere Ansicht zumindestens. Gibt ja auch andere, die sagen ohne Digitalisierung läuft nix mehr. Ich meine na klar. Aber man muss es halt sozusagen auch immer mit Augenmaß machen. #00:26:19-7#

I: Gut okay. Noch eine abschließende Bewertung sozusagen zu Assistenzsystemen? #00:26:26-5#

B: Ja, können hilfreich sein definitiv. Wenn sie richtig eingesetzt werden und wenn sie auch schon genug können. Sagen wir mal okay, es ist ja schon die Frage. Beispiel Navigationssystem. Wenn das halt, ich sag mal, relativ starr ist. Wenn es nicht die aktuelle Karte hat, nicht die aktuelle Verkehrslage berücksichtigt, dann nützt das nur begrenzt irgendwas. Und man muss natürlich trotzdem noch, da haben wir für Augenmaß das richtige Beispiel. Wenn ich natürlich auf dem Arbeitsweg das Navi auch einschalte. Oder wenn ich halt per se immer das Navi einschalte, verlere ich vielleicht auch da mich mal in der Umgebung zu orientieren. Also vielleicht sollte

man auch da bewusst manchmal sagen, jetzt auch das Hirn mal anzustrengen. Es entlastet, ne ist alles gut. Aber für bestimmte Sachen ist es durchaus auch manchmal schön, dann bestimmte Fähigkeiten nicht verkümmern zu lassen. Also das muss man sich natürlich auch mal vor Augen führen. So und wenn man den Menschen sozusagen nur noch zum, wie soll ich sagen, zum ferngesteuerten Roboter durch das Assistenzsystem degradiert, ist es ja auch nicht gut. Also da muss man sicherlich auch die Balance finden. Da sind wir ja wieder beim Thema, ich sage mal, Arbeitswissenschaft oder menschengerechte Gestaltung. #00:27:43-6#

I: Genau genau, darum geht's ja dann auch. Es gibt ja immer Verlierer von solchen Bewegungen. #00:27:48-1#

B: Genau, ne. [...Film über VR-Brille besprochen...] Das Erschrecken ist groß, da würde weder ich noch der MA so arbeiten wollen. [...] Am Ende wird noch die Leistung gemessen. [...] und das ist natürlich schon fragwürdig. Ich meine der Vorteil ist: Ich habe immer den aktuellen Auftrag, den ich bearbeiten muss und ich habe auch meinerwegen ein Warnsignal wenn da ein anderer Stapler um die Ecke fährt, den ich vielleicht nicht sehe. Und ich kann Zusammenstöße vermeiden. Oder wenn ich aus einem, meinerwegen größeren, oder höher gelegenen Fach was holen muss, kriege ich die Anzeige: Da sind fragile Sachen drin, mach vorsichtig! Oder: die Traglast wird überschritten, nimm lieber nicht den Stapler, hol dir einen anderen. Dann ist es sinnvoll. Aber bei anderen Dingen, denke ich, ist es auch nicht sinnvoll. #00:29:14-9#

I: Gut okay, vielen Dank schon mal dafür. [...Ab jetzt als Add On: Gespräch über mögliche weitere Forschungen zum Thema -> bei Interesse: Audiodatei oder Infos vom Verfasser, ENDE des für die Arbeit relevanten Transkriptes] #00:29:19-3#

## **Anlage C: Leitfaden: Eröffnungsfragen und Checkliste des Interviews**

Experteninterview Assistenzsysteme

Ort: TU Chemnitz

Datum: 02.02.2017

(zu Beginn: Kurzvorstellung der werbeanalisierten Systeme für Teilnehmer)

Eröffnungsfragen:

1. Wie sehen Sie den aktuellen Stand der Implementierung von Industrie 4.0 am Beispiel der deutschen Wirtschaft?
2. Woran machen Sie fest, dass die Unternehmen bereit für Assistenzsysteme, wie die eingangs vorgestellten?
3. Worin könnte der größte Vorteil und Nachteil dieser Systeme liegen?
4. Besitzt der ProGlove (PG) ein so hohes Verbesserungspotential für industrielle Prozesse wie in der Produktvorstellung beschrieben?
5. Für wen könnte der PG von Nutzen sein?
6. Wie hoch schätzen sie den Lernaufwand bei der Einführung des PG ein?
7. Wie ergonomisch ist ein hochtechnisierter Handschuh für den Werker?
8. Welche Vorteile und welche Nachteile bringt die starke Vernetzung durch ValueFacturing (VF) ihrer Meinung nach für das Unternehmen?
9. Welche Vorteile und welche Nachteile bringt die starke Vernetzung durch VF ihrer Meinung nach für den Werker?
10. Könnte VF eher Nachteil als Vorteil sein für den Werker?

(offene Diskussion unter Beachtung der Checkliste)

Checkliste:

- o Aktuelle Entwicklung der Industrie 4.0 mit dem Experten abgestimmt
- o Allgemeines Verständnis von Assistenzsystemen auf einen Nenner gebracht
- o Vorteile und Nachteile der Systeme, auch im Hinblick auf arbeitswissenschaftliche Ziele, erläutert und protokolliert.
- o Ist der ProGlove so gut?
- o Ist er erlernbar und bringt den Werker voran?
- o Ist ValueFacturing so gut?

- o ValueFacturing mit ERP System verglichen (Add-On, wenn Zeit ist) -> Punkt gestrichen und nicht bearbeitet!
- o Abschließende Bewertung der Experten über beide Systeme
- o Können sie Unternehmen empfohlen werden?

## Anlage D: Vor- und Nachteile ProGlove

### Vor- und Nachteile ProGlove aus Experteninterview

Aussage Experte [Mitschrift Interviewer]	Vorteil Werker	Nachteil Werker	Vorteil UN	Nachteil UN
weniger Unsicherheit	x			
weniger Fehler werden gemacht	x			
weniger Überlegen notwendig	x			
Verarbeitung von Informationen nimmt zu	x			
direktes Feedback möglich (bei gutem Design)	x	x		
gut in kritischen, sicherheitsrelevanten Bereichen	x			
Werker fühlt sich kontrolliert		x		x
Design entscheidet ob gut oder schlecht	x	x	x	x
Leistungsüberwachung, totale Kontrolle		x	x	x
Mitarbeiter vom Wissen enteignet		x		x
Anforderungen an bekannten Arbeitshandschuh		x		
Tragekomfort		x		
Ablehnungspotential		x		x
Begrenztes Potential da nur an der Hand getragen	x		x	
Prozesse mit hoher Dynamik	x		x	
logistische Prozesse				
Montage mit komplexen Werkzeugen	x		x	
hohe Variantenvielfalt	x		x	
Kombination mit anderen Geräten			x	
Reparaturtätigkeiten			x	
weniger gut in stabilen Prozessen			x	

## Anlage E: Vor- und Nachteile ValueFacturing

### Vor- und Nachteile ValueFacturing aus Experteninterview

Aussage Experte [Mitschrift Interviewer]	Vorteil Werker	Nachteil Werker	Vorteil UN	Nachteil UN
Entscheidungen werden unterstützt	x		x	
Daten und Informationen flexibel anpassbar an Rolle	x			
Konsequenzen sichtbar	x		x	
"großes Ganzes" sichtbar	x		x	
Prognose von Entscheidungen	x			
Automatisierbarkeit			x	
Mensch verlässt sich auf Technik		x		
zu komplex, unüberschaubar		x		x
falscher Datenfilter		x		
menschliche Flexibilität fehlt		x		x
Mensch fühlt sich übergangen		x		
Frustration		x		x
Dinge nebenher, ohne System geklärt		x		x
Bereichsübergreifende Optimierung			x	
Echtzeitbewertung und Steuerung			x	
Controlling			x	
Transparenz (Verschwendung, Ursachen)			x	
Datenaufwand steigt				x
Transparenz auch für Mitarbeiter		x		x
Probleme mit Datensicherheit				x
UN macht sich angreifbar				x
Ausfallsicherheit ungeklärt		x		x
UN nach Ausfall handlungsfähig				x



## Anlage F: Auswertungsschlüssel Experteninterview

### Qualitative Auswertung weiterer Expertenaussagen

Aussage Nr.	Aussage Experte [#Zeitmarker#]	Leitfrage	System	Vorteil Werker	Nachteil Werker	Vorteil UN	Nachteil UN
1	#00:02:37-5#	1					
2	#00:02:54-2#	1					
3	#00:03:17-4#	1					
4	#00:04:44-9#	2	PG, VF				
5	#00:06:33-5#	3	PG	x	x		
6	#00:07:30-3#	3	PG	x	x		
7	#00:09:07-9#	3	PG	x	x		
8	#00:10:28-9#	3	PG		x		
9	#00:10:39-8#	3	PG		x		
10	#00:11:30-3#	4	PG	x		x	
11	#00:11:47-7#	4	PG	x		x	
12	#00:11:58-7#	4	PG	x			
13	#00:12:30-8#	4	PG			x	
14	#00:12:44-4#	4	PG				x
15	#00:12:55-5#	4	PG				x
16	#00:14:27-0#	5	PG	x		x	
17	#00:15:19-7#	5	PG	x		x	
18	#00:15:37-0#	6	PG	x		x	
19	#00:15:51-3#	7	PG		x		x
20	#00:17:01-7#	8	VF	x		x	
21	#00:17:31-8#	8,9	VF	x			
22	#00:18:35-2#	8,9	VF	x		x	
23	#00:19:48-8#	8	VF		x		
24	#00:20:15-0#	8	VF		x		x
25	#00:20:22-8#	9	VF		x		
26	#00:21:27-8#	8	VF			x	
27	#00:22:00-1#	8	VF			x	
28	#00:22:42-3#	8	VF				x
29	#00:23:21-0#	10	VF	x			
30	#00:23:46-9#	10	VF	x	x		
31	#00:24:10-4#	10	VF	x			
32	#00:25:01-1#	8	VF			x	
33	#00:25:04-9#		VF				
34	#00:25:54-2#		VF		x		x
35	#00:26:05-3#		PG, VF				
36	#00:26:19-7#		PG, VF				
37	#00:27:43-6#		PG, VF	x		x	
38	#00:29:14-9#		PG, VF	x	x	x	x

## **Erklärung über die eigenständige Erstellung der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit mit dem Titel: „Assistenzsysteme in der intelligenten, digitalisierten Fabrik: Erstellung einer Marktübersicht mit anschließender Evaluation“ selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Stellen in der Arbeit als solche und durch Angabe der Quelle gekennzeichnet habe. Dies gilt auch für Zeichnungen, Skizzen, bildliche Darstellungen sowie für Quellen aus dem Internet. Mir ist bewusst, dass die Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Prüfungsarbeiten stichprobenartig mittels der Verwendung von Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift Student