

Ein humanzentrierter Ansatz für einen Industrie 4.0-Arbeitsplatz

## **Bachelorarbeit**

Zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B.Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftswissenschaft der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der  
Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name:

Stoll

Vorname:

Ines

■■■■■

■■■■■

■

■■■■■

Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 08. August 2016

# Gliederung

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
<b>2.</b>	<b>Forschungsdesign</b> .....	3
<b>2.1</b>	<b>Literaturanalyse nach Webster und Watson</b> .....	3
<b>2.2</b>	<b>Experteninterviews nach Mayring</b> .....	4
<b>3.</b>	<b>Industrie 4.0 und definitorische Grundlagen</b> .....	6
<b>3.1</b>	<b>Terminologische Abgrenzung elementarer Begrifflichkeiten</b> .....	6
<b>3.2</b>	<b>Historie industrieller Revolutionen</b> .....	9
<b>3.3</b>	<b>Industrie 4.0</b> .....	11
<b>4.</b>	<b>Literaturvergleich</b> .....	15
<b>5.</b>	<b>Arbeitsassistenzsysteme in der Industrie</b> .....	19
<b>5.1</b>	<b>Überblick verschiedener Assistenzsysteme</b> .....	19
<b>5.2</b>	<b>Assistenzsysteme zur erweiterten Realität</b> .....	27
<b>5.2.1</b>	<b>Augmented Reality</b> .....	27
<b>5.2.2</b>	<b>Head Mounted Displays</b> .....	28
<b>5.2.3</b>	<b>Projektionsgestütztes Assistenzsystem</b> .....	36
<b>6.</b>	<b>Kompetenzprofile für die Mensch-Maschine-Kollaboration</b> .....	39
<b>6.1</b>	<b>Anforderungsprofil an die Beschäftigten</b> .....	39
<b>6.2</b>	<b>Institutionelle Investitionen zur Kompetenzentwicklung</b> .....	49
<b>7.</b>	<b>Expertenbefragung</b> .....	56
<b>7.1</b>	<b>Methodik der Experteninterviews</b> .....	56
<b>7.2</b>	<b>Auswertung der Interviewergebnisse</b> .....	57
<b>8.</b>	<b>Kritische Würdigung und Handlungsempfehlungen</b> .....	60
<b>9.</b>	<b>Limitationen</b> .....	70
<b>10.</b>	<b>Fazit und Ausblick</b> .....	71

# 1. Einleitung

Mit dem Einzug des Internets erlangten die internationale Arbeitsteilung, die globale Verfügbarkeit von Wissen und die weltweit verteilte Produktion vollkommen neue Dimensionen. Die Vernetzung, sei es auf persönlicher, wirtschaftlicher oder zwischenstaatlicher Ebene, entwickelt sich permanent weiter. Ermöglicht wird das vor allem durch sich ständig verändernde Technik, die immer mehr Menschen zur Verfügung steht. Diese Entwicklungen üben auch auf die Industrie einen erheblichen Einfluss aus. Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ ist die vierte industrielle Revolution zu verstehen, die das Verständnis, den Stellenwert und die Inhalte industrieller Produktion grundlegend verändern können wird. Entgegen vieler Annahmen um die Jahrtausendwende, dass die Industrie in einer Wissens- und Dienstleistungsgesellschaft massiv an Bedeutung verlieren würde, zeigt sich heute nahezu das Gegenteil.<sup>1</sup> Der Anteil der Bruttowertschöpfung der deutschen Industrie liegt stabil bei etwa 25 Prozent und trägt damit einen bedeutenden Teil zum deutschen Wohlstand bei.<sup>2</sup>

Die Produktion von Gütern findet unter Industrie 4.0 nicht mehr nach gewohnten Mustern und Prozessen statt. Vielmehr sind Maschinen und Werkstücke „intelligent“ und können in sog. Smart Factories miteinander kommunizieren. Die Produktion wird dabei voraussichtlich flexibler und eine breitere Palette an technischen Spezifikationen zur optimierten Fertigung wird verwendet. Somit eröffnen sich vollkommen neue Möglichkeiten, insbesondere für die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine. Dabei werden Prozesse in Teilbereichen so weit automatisiert, dass Maschinen einst menschliche Tätigkeiten übernehmen können. Doch nicht in allen Bereichen kann und soll der Mensch ersetzt werden. Die technischen Innovationen ermöglichen es, dass Mensch und Maschine Hand in Hand *miteinander* arbeiten. Dabei werden die Beschäftigten bei ihrer Arbeit gezielt durch Assistenzsysteme unterstützt.

Durch den so hervorgerufenen Wandel der Arbeitsprozesse ergeben sich weitreichende Änderungen in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik, und verschieben so das erforderliche Kompetenzprofil der Beschäftigten. Das Bildungssystem und die Unternehmen sind dabei in der Verantwortung, den Aufbau und die Weiterentwicklung dieser Kompetenzen zu identifizieren und zu fördern. Industrie 4.0 als Änderungsprozess ist in seiner Gänze noch lange nicht abgeschlossen. Idealerweise sollten daher die künftig erforderlichen Kompetenzen rechtzeitig antizipiert werden, dass ein fließender Übergang von Aus- und Weiterbildung zu den neuen Anforderungen entsteht. Nur so können die Beschäftigten ihre spezifischen Fähigkeiten, die sie gegenüber den Maschinen abgrenzen, als Garant verstehen, nicht durch ebendiese ersetzt zu werden. Neben diesen Kompetenzen müssen die Beschäftigten bereit sein, in derart veränderten Arbeitsprozessen zu arbeiten.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bauernhansl (2014), S. 7-8.

<sup>2</sup> Vgl. Bauernhansl (2014), S. 7.

Die Intention dieser Bachelorarbeit ist es, die künftigen Entwicklungen in Deutschland durch Industrie 4.0 auf den Menschen und seinen Arbeitsplatz zu untersuchen. Dafür konzentriert sich diese Arbeit auf die Beantwortung der folgenden zwei Forschungsfragen:

*Welche Kompetenzen werden den Beschäftigten zukünftig im digitalisierten, industriellen Umfeld abverlangt?*

*Inwiefern wird der Industrie 4.0-Arbeitsplatz durch Augmented Reality beeinflusst werden?*

Zur Beantwortung dieser Fragen ist die Arbeit wie folgt strukturiert. Zunächst werden in Kapitel 2 die angewandten wissenschaftlichen Methoden zur Literaturanalyse nach Webster und Watson, sowie das Experteninterview nach Mayring erläutert. Kapitel 3 schafft ein grundlegendes Verständnis über das Themengebiet. Es werden relevante Begriffe definiert und anschließend die ersten drei industriellen Revolutionen betrachtet. Zudem wird ein detaillierter Überblick über Industrie 4.0 und den inbegriffenen Auswirkungen auf das Verständnis von Arbeit gegeben. Der Literaturvergleich in Kapitel 4 gibt einen Überblick ausgewählter Veröffentlichungen zu den Themen Industrie 4.0, Kompetenzen und Arbeitsassistenzsysteme. Der Hauptteil dieser Bachelorarbeit gliedert sich in zwei Kapitel auf. Dabei werden in Kapitel 5 zunächst verschiedene Assistenzsysteme für den industriellen Einsatz vorgestellt. Im Rahmen der erweiterten Realität (Augmented Reality) werden in den darauffolgenden Unterkapiteln Head Mounted Displays und ein projektionsgestütztes Assistenzsystem genauer betrachtet. Kapitel 6 fokussiert den zweiten elementaren Bereich dieser Arbeit. Dabei werden die künftig erforderlichen Anforderungen an die Kompetenzen der Beschäftigten herausgearbeitet und anschließend die Rahmenbedingungen und notwendigen Investitionen von Unternehmen und anderen Institutionen untersucht. Kapitel 7 stellt die Ergebnisse von Expertenbefragungen dar. Nach einer kritischen Betrachtung der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse und der Beantwortung der Forschungsfragen wird ein selbst entwickeltes Vorgehensmodell zur Einführung von Arbeitsassistenzsystemen für einen Industriebetrieb dargestellt und erläutert. Zudem werden die Limitationen dieser Arbeit kontrovers diskutiert, bevor das letzte Kapitel ein Fazit zieht und einen Ausblick gibt.

## 10. Fazit und Ausblick

Assistenzsysteme unterstützen den Beschäftigten physisch oder durch Arbeitsanweisungen dahingehend, dass er sich auf seine Kernkompetenzen konzentrieren kann. Dabei existieren verschiedenartige Ausführungen wie handheld Computer oder Smart Clothes. Im Bereich der Augmented Reality blenden HMD als mobile AAS den Beschäftigten Zusatzinformationen in das Sichtfeld ein. Sie können potenziell in vielen Bereichen, wie zum Beispiel im Service eingesetzt werden. An einem statischen Arbeitsplatz sind allerdings u.a. Effizienz und Ergonomie einer projektionsgestützte Arbeitsassistenten durch einen fest installierten Beamer besser. Unberücksichtigt des eingesetzten Systems ermöglicht sich die Chance, die Produkt- und Prozessqualität durch AAS zu erhöhen. Anlernzeiten fallen kürzer aus bzw. sind direkt in die Tätigkeit integriert, dass ein flexiblerer Personaleinsatz möglich ist. Die Beschäftigten können vom Einsatz von AAS profitieren, da die physische und psychische Belastung verringern können. Die Arbeitssicherheit kann gegebenenfalls erhöht und falls gewünscht, können Vitaldaten erfasst und zur Kontrolle und Optimierung des Gesundheitszustands herangezogen werden. In Bezug auf den demografischen Wandel können Arbeitsplätze durch Unterstützung von AAS alters- und altersgerecht gestaltet werden. Risikoreich ist hingegen die Akzeptanz der Beschäftigten, die notwendig ist, um ein AAS erfolgreich in der Praxis einzuführen. Ein frühzeitiger Einbezug ist dafür förderlich. Ein intensivierter Einsatz von AAS insbesondere unter AR ist dadurch wahrscheinlich. Durch die Verarbeitung von Daten treten bei AAS auch Fragen des Datenschutzes auf, die intensiv diskutiert werden müssen. Systemverfügbarkeit und Datenkonsistenz sind ebenfalls kritisch zu überprüfen.

Durch die veränderten Arbeitsprozesse ergeben sich modifizierte Anforderungen an die Beschäftigten. Möglich ist, dass einfache Routinearbeiten weitestgehend automatisiert werden und die Arbeit hochqualifizierter Beschäftigter dadurch aufgewertet wird. Der Mensch agiert dann zunehmend als Entscheider, Koordinator und Erfahrungsträger. Ebenfalls denkbar ist, dass nicht automatisierbare Tätigkeiten weiterhin von geringqualifizierten Beschäftigten ausgeführt werden und hochqualifizierte Beschäftigte gelten als kreative Problemlöser mit interdisziplinärem, sozialem und interkulturellem Denken und Handeln, die über IT-, Methoden- und Systemkompetenzen verfügen. Die mittlere Qualifikationsschicht könnte so eine Abwertung erfahren. Ungeachtet der Ausprägung dieser Szenarien kann sind lebenslanges Lernen und die Bereitschaft in dynamischen Umgebungen zu arbeiten in Zukunft sehr wichtig. Ehrgeizigere Anforderungen der Beschäftigten hinsichtlich der Work-Life-Balance o.ä. und die Verringerung des inländischen Arbeitskräftepotenzials durch den demografischen Wandel rufen auch auf Seiten der Unternehmen und Institutionen Veränderungen hervor. Die duale Ausbildung sollte derart angepasst und ein Weiterbildungssystem etabliert werden, dass die Beschäftigten die benötigten Qualifikationen erwerben können. Bildungsinitiativen zur Ermittlung der benötigten Qualifika-

tionen können dabei unterstützen. Ein sozialverträgliches Personalmanagement der Unternehmen, betriebliche Lernlösungen und Assistenzsysteme als Learnstruments können ebenfalls dazu beitragen. Sowohl die Beschäftigten, als auch die Unternehmen müssen ihre Kompetenzen erweitern. Beispielsweise hinsichtlich Datenanalyse, IT-Sicherheit, Datenschutz sowie Prozess- und Kundenbeziehungsmanagement.

Industrie 4.0 als industrielle Revolution wird inkrementelle Veränderungen der für die Wirtschaft und Gesellschaft mit sich bringen. Dementsprechend sind auch für die Zukunft noch viele weitere Forschungen und Veröffentlichungen in dem Bereich zu erwarten. Ein Industrie 4.0-Arbeitsplatz wird wahrscheinlich stark durch Arbeitsassistenzsysteme geprägt sein, da sich die technischen Möglichkeiten zunehmend ausweiten. Maschinen arbeiten auf den ersten Blick oftmals effizienter als Menschen. Allerdings hat der Mensch im sozio-technischen System spezielle Qualifikationen wie Erfahrungen, Gefühle und ähnliches die in bestimmten Bereichen auch künftig notwendig und nicht zu automatisieren sind. AAS können helfen, die Vorteile der Technik und die der menschlichen Arbeit zu kombinieren und so Arbeitsprozesse zu optimieren. Menschliche Arbeit kann immer stärker physisch zur Entlastung körperlicher Arbeit, als auch immateriell durch Arbeitsanweisungen unterstützt werden kann. Daraus bedingt sich, dass sich die erforderlichen Kompetenzen der Beschäftigten verschieben. Das Bildungssystem muss dafür angepasst werden und die Unternehmen müssen eine permanente Weiterbildung der Beschäftigten ermöglichen und fördern.

***Durch Industrie 4.0 können Mensch und Maschine in intelligenten Fabriken Hand in Hand miteinander arbeiten und könnten so die Arbeitsgestaltung maßgeblich verändern.***

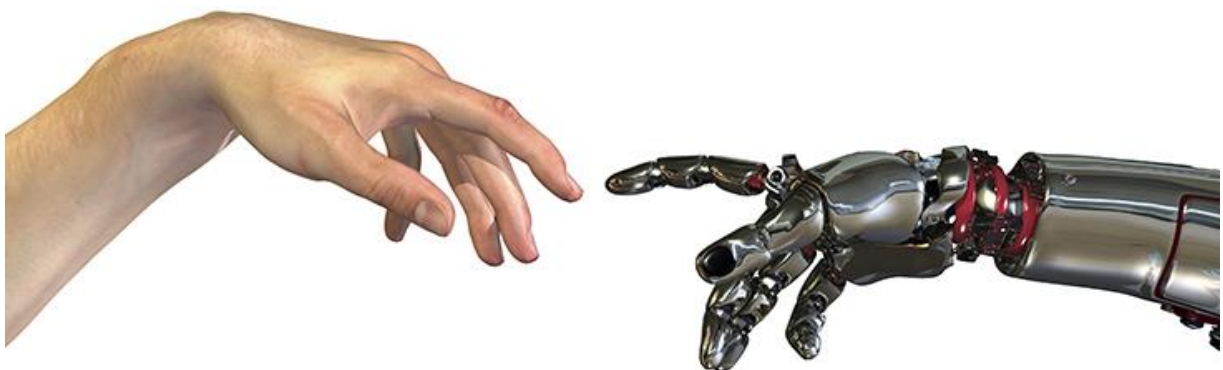


Abbildung 17 Mensch-Maschine-Kollaboration <sup>134</sup>

---

<sup>134</sup> NetSkill Solutions GmbH (2016) [<http://www.competence-site.de/industrie-4-0/>]