

# Der Mensch im durch Industrie 4.0 veränderten Produktionsverlauf: Eine Literaturanalyse

## **Bachelorarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science (B. Sc.)“ im Studiengang  
Wirtschaftsingenieurwesen der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Ma-  
schinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Bubar



Vorname: Dmytro



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Ort, den\*: 01.09.2016

\*(Datum der Beendigung der Arbeit)

## Inhaltsverzeichnis

### Gliederung

Abstract .....	I
Inhaltsverzeichnis .....	II
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
<b>1. Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Methodik: Literaturanalyse</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Grundlagen</b> .....	<b>7</b>
3.1 <i>Industrie 4.0</i> .....	7
3.1.1 Begriff .....	7
3.1.2 Historische Entwicklung .....	8
3.1.3 Ziele .....	10
3.2 <i>Ausprägungen</i> .....	12
3.2.1 Cyber-Physical Systems .....	12
3.2.2 Internet of Things .....	17
3.2.3 Smart Factory .....	20
3.2.3 Corporate Social Responsibility und weitere Konzepte .....	23
3.3 <i>Mensch-Maschine-Interaktion</i> .....	24
3.3.1 Begriff .....	24
3.3.2 Interaktionsstile .....	25
<b>4. Ergebnisse</b> .....	<b>28</b>
4.1 <i>Sicherheit als Voraussetzung für die Interaktion</i> .....	28
4.1.1 Safety und Security .....	29
4.1.2 Bedrohungen durch Sicherheitslücken .....	30
4.1.3 Sicherheitsmaßnahmen .....	31
4.1.4 Herausforderungen der Safety und mögliche Lösungen .....	35
4.2 <i>Qualifikation des Menschen</i> .....	37
4.2.1 Relevanz und Vermittlung der Qualifikationen .....	38
4.2.2 Benötigte Kompetenzen .....	40
4.2.3 Erfahrungswissen .....	42
4.2.4 Just-in-Time Learning .....	43

4.3 <i>Arbeitsorganisation</i> .....	44
4.3.1 Begriff .....	44
4.3.2 Polarisierte Organisation .....	45
4.3.3 Schwarm Organisation .....	46
4.4 <i>Herausforderungen durch den Menschen</i> .....	47
4.5 <i>Technische Hilfsmittel in der Industrie 4.0</i> .....	48
4.5.1 Neue Interaktionsformen .....	48
4.5.2 Virtual Reality .....	50
4.5.3 Augmented Reality .....	51
4.5.4 Assistenzsysteme .....	53
4.5.5 Technische Herausforderungen .....	55
<b>5. Diskussion</b> .....	57
<b>6. Limitationen</b> .....	58
<b>7. Handlungsempfehlungen</b> .....	59
<b>8. Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	61
Literaturverzeichnis .....	64
Ehrenwörtliche Erklärung .....	67

# 1. Einführung

Heutzutage stehen der Menschheit durch das Internet weitaus mehr Möglichkeiten zur Verfügung als früher, um miteinander zu kommunizieren. Die Globalisierung verstärkt diesen Effekt umso mehr. Diese schnelle technologische Entwicklung führt allerdings auch dazu, dass sich Unternehmen an diese neuen Anforderungen anpassen müssen, damit sie konkurrenzfähig bleiben. Um sich gegen diese Herausforderungen zu stemmen, soll das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 eingesetzt werden. Die Einführung der Industrie 4.0 hat in einigen Unternehmen bereits begonnen und soll eine große Rolle in der Zukunft Produktion einnehmen. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 lässt sich kennzeichnen durch ein hohes Maß an Automatisierbarkeit, welches durch den technischen Wandel ermöglicht wird. Dadurch könnte sich auch die Rolle der menschlichen Arbeit verändern, denn viele „leichte“ Tätigkeiten werden nun möglicherweise durch die neuen Technologien ersetzt. Der schnelle Wandel macht dies für viele Unternehmen zu einer schwer zu lösenden Herausforderung, was durch folgendes Zitat deutlich wird:

*„Wenn Technologien und Gesellschaft sich schneller ändern als Unternehmen in der Lage sind sich anzupassen, dann kommt es ganz nach den Regeln der Evolution zum Aussterben bestimmter Unternehmenstypen“<sup>1</sup>*

Um sich diesen Herausforderungen zu stellen, müssen Unternehmen ihren Umgang mit ihrer Arbeiterschaft verändern. So müssen beispielsweise neue Kompetenzen entwickelt beziehungsweise (bzw.) verändert werden, um diese Umstellung optimal gewährleisten zu können. Darüber hinaus benötigt der Mensch nun andere Qualifikationen, um weiterhin seinen Dienst zu erfüllen.

Auf der anderen Seite wird es bei einer Integration von Industrie 4.0 auch zu vielen technischen Hilfsmitteln kommen, die den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen könnten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, inwiefern sich die menschliche Arbeit durch die zugehörigen Technologien der Industrie 4.0 verändern wird. Dazu werden folgende Forschungsfragen verwendet:

- *Wie viel Mensch ist noch enthalten und wie muss er sich verändern um Teil der Prozesse zu bleiben?*

---

<sup>1</sup> Zitat: Roth, 2016, Seite 3

- *Welchen Einfluss haben die neuen Technologien auf die Arbeit des Menschen?*

Um diese Fragen zu beantworten, wird diese Arbeit folgendermaßen strukturiert. Zuerst wird in Kapitel 2 die Methodik dieser Arbeit präsentiert. Dabei wird mithilfe von Webster & Watson eine strukturierte Literaturanalyse dargestellt. Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen sowie der aktuelle Forschungsstand dieser Arbeit betrachtet. Dabei wird sowohl die Industrie 4.0 näher erläutert, als auch ihre zugehörigen Ausprägungen präsentiert. Dazu wird in Kapitel 3 die Mensch-Maschine Interaktion genauer dargestellt. Sobald die Grundlagen abgeschlossen sind, werden die Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert. Es wird vorerst der Sicherheitsaspekt einer Fertigung im Industrie 4.0 Kontext betrachtet, welcher eine entscheidende Rolle in der Interaktion spielt. Weiterhin wird auch in diesem Kapitel auf die Aspekte der menschlichen Qualifikation eingegangen. Dabei werden unter anderem Kompetenzen sowie Methoden zum Erlernen der neuen Qualifikationen vorgestellt. Abschließend werden die neuen technischen Hilfsmittel präsentiert und deren Nutzen für den Menschen präsentiert. Darüber hinaus werden auch mögliche Schwierigkeiten und Herausforderungen erläutert, die sowohl aus der menschlichen als auch aus der technischen Ebene stammen können. Sobald dieses Gebiet abgeschlossen wurde, werden die erhaltenen Ergebnisse kritisch betrachtet und diskutiert. Dabei wird die Frage geklärt, ob die Ergebnisse dieser Arbeit sich mit den Ergebnissen der Forschung ähneln. In den darauffolgenden Kapiteln werden sowohl Limitationen als auch Handlungsempfehlungen genannt, die zur weiteren Forschung notwendig sind. Abschließend wird nochmal eine Zusammenfassung durchgeführt, um die wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit optimal darzustellen. Es wird ebenfalls ein Ausblick präsentiert, wo einige für die Zukunft relevante Forschungsfragen genannt werden.

## 8. Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Rolle des Menschen in der Industrie 4.0 darzustellen. Dazu gehören auch die Anforderungen an die Unternehmen um diesen Prozess bewerkstelligen zu können. Um dieser Thematik nachzugehen, wurde eine strukturierte Literaturanalyse angefertigt, welche sich an den Vorgaben von Webster & Watson orientiert. Teil dieser Literaturanalyse war die Erstellung einer Konzeptmatrix, welche die einzelne Literatur in ihre vorhandenen Konzepte aufteilte.

Daraufhin wurden die Grundlagen dargestellt, die sich aus den Gebieten Industrie 4.0 und Mensch-Maschine Interaktion zusammensetzen. Nachdem die Industrie 4.0 definiert wurde, erfolgte eine historische Einordnung. Dabei wurde deutlich, dass es mit dem CIM-Ansatz bereits ein Konzept gab, welcher der Industrie 4.0 ähnelt. Nach der historischen Einordnung der Industrie 4.0 folgte die Darstellung der Ziele. Es wurde deutlich, dass es Ziel einer Smart Factory sein muss die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu erhöhen. Dazu gehören kurze Entwicklungs- und Innovationszeiten, Minimierung der Produkteinführungszeiten, ein großes Maß an Flexibilität sowie Ressourceneffizienz. Im nächsten Schritt wurden die Ausprägungen der Industrie 4.0 dargestellt. Diese setzen sich aus CPS, IoT und Smart Factory zusammen. Dabei wird deutlich, dass sich diese drei Teilbereiche aufeinander aufbauen und somit eine Smart Factory aus CPS und IoT besteht. Weitere Ausprägungen wie CSR dienen beispielsweise dem Erreichen einer optimalen Ressourceneffizienz. Der letzte Teil der Grundlagen hat sich mit der Mensch-Maschine Interaktion befasst. Hierbei wurden verschiedene Interaktionsformen dargestellt und deren Vor- und Nachteile erläutert.

Der folgende Abschnitt umfasste die Ergebnisse, der sich auf den Sicherheits-, und Qualifikationsaspekt stützt. In der Thematik bezüglich der Sicherheit wurden die Unterschiede zwischen Safety und Security dargelegt sowie Maßnahmen zur IT-Security dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass im Rahmen dieser Arbeit vor allem die Betriebssicherheit wichtig ist, da diese sich auf den Menschen bezieht. Weiterhin wurden Herausforderungen und mögliche Lösungen zur Safety genannt. Es kommt zu einer deutlich stärkeren Anfälligkeit der Safety, da sie stärker mit der Security Komponente verknüpft ist. Sobald also die IT-Security betroffen ist, wird auch die Betriebssicherheit angegriffen. Um dies zu verhindern, wird empfohlen, dass Unternehmen ihre Mitarbeiter dazu bringen, verantwortungsvoller mit den Anlagen umzugehen. Sie sollen wissen, welche Folgen ihr Handeln für den Prozess haben könnte.

Die Qualifikation des Menschen befasst sich mit dem Hauptthema dieser Arbeit. Durch neue Qualifikationsmethoden werden Unternehmen in der Lage sein, ihr Unternehmen an die neuen Anforderungen anzupassen, um schließlich die gewünschten Ziele zu

erfüllen. Die Notwendigkeit dafür ist auch in den meisten Unternehmen vorhanden. Vor allem die höher qualifizierten Arbeiter müssen neue Qualifikationen besitzen, um ihre Arbeit weiterhin optimal durchführen zu können. Es wurde deutlich, dass die Unternehmen ihren Arbeitern neue Kompetenzen vermitteln müssen. Darunter versteht man einen Anstieg an Fach-, Sozial-, Methoden-, und Persönlichkeitskompetenz. Da all diese Arten der Kompetenz im Prozess benötigt werden, müssen alle genannten Kompetenzen generiert bzw. erhöht werden. Die Qualifikation wird dabei ebenfalls anders vermittelt. Es fällt auf, dass Informations- und Produktionstechnik gemeinsam während der Ausbildung gelehrt werden sollen damit Mitarbeiter optimal vorbereitet sind für ihre Tätigkeit in der Industrie 4.0. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Relevanz von Erfahrungswissen. Es hat sich ergeben, dass Mitarbeiter einer Smart Factory sich vor allem auf ihr Erfahrungswissen verlassen sollen, indem sie beispielsweise Probleme, aus dem Bauch heraus, lösen. Um dies zu fördern, stehen die Unternehmen in der Verantwortung. Dafür muss der Mensch in den Vordergrund gestellt werden, damit er sich charakterlich weiterentwickeln kann.

Ein weiterer Aspekt ist die Veränderung der Arbeitsorganisation. Während die „leichteren“ und repetitiven Tätigkeiten automatisiert werden können, profitieren vor allem die höher qualifizierten Mitarbeiter vom Wandel. Es wurden zwei potentielle Arbeitsorganisation unterschieden, die polarisierte-, und die Schwarmorganisation.

Problematisch ist dabei die Einstellung von vor allem älteren Mitarbeitern gegenüber der neuen Technik. Ein weiteres Problem ist die verstärkte psychische Belastung, welche zu einer erhöhten Arbeitsunfähigkeit führt.

Im folgenden Schritt wurden die technischen Hilfsmittel präsentiert, welche den Arbeitern im Industrie 4.0 Kontext zur Verfügung gestellt werden. Zu Beginn wurden neue Interaktionsstile vorgestellt, wie die Interaktion durch Sprache und Gesten. Es wurde erkennbar, dass beispielsweise Spracheingaben das Arbeitsniveau erhöhen, indem sie es dem Arbeiter einfacher machen mit dem Endgerät zu kommunizieren. Darüber hinaus ist die Nutzung von Smartphones oder ähnlichen Geräten den meisten Arbeitern bereits bekannt, sodass eine Anlernung zum Großteil nicht notwendig ist. Wichtig ist aber, dass wichtige Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden damit die Interaktion perfekt läuft. Dazu gehören beispielsweise Typische Hilfsmittel in einer Smart Factory wie VR oder AR ermöglichen ebenfalls eine Erleichterung des Prozesses. So erlaubt es die VR mittels Nachstellung der Realität den Fertigungsprozess zu simulieren. Die AR blendet dagegen einige zusätzliche Informationen während des Prozesses ein und stellt dem Nutzer somit eine Anleitung zur Verfügung. Durch AR werden somit viele Fehler während der Fertigung verringert. Die Herausforderungen in diesem Bereich beziehen sich vor allem auf die technische Umsetzung. Dabei geht es darum, dass

sowohl AR als auch VR die Sicherheit und die tatsächliche Arbeit behindern könnten. Darunter fallen die Aspekte der Akkulaufzeit, Rutschfestigkeit oder eingeschränkter Sichtbereich.

Um die Thematik der menschlichen Rolle in der Industrie 4.0 noch genauer zu verstehen, müssen weitere Forschungen durchgeführt werden. In erster Linie müssen die Konsequenzen für den Arbeitsmarkt weiter erforscht werden, die aufgrund der hohen Fluktuation an Arbeitsplätzen entstehen. Es müssen Wege gefunden werden, wie der Staat diesen Verlust an Arbeitsplätzen auffangen kann. Dazu gehört beispielsweise die Unterstützung der betroffenen Arbeiter bei ihrer Suche nach neuer Arbeit.

Weiterhin müssen für eine Implementierung der Industrie 4.0 entsprechende Richtlinien erzeugt werden. Darunter fallen z.B. weitere Sicherheitsrichtlinien, welche noch intensiver betrachtet werden müssen. Aufgrund der festgestellten verstärkten Anfälligkeit von komplexen Anlagen in einer Smart Factory, wird es auch in Zukunft möglich sein, den Systemen Schaden zuzufügen. Ziel einer solchen Forschung muss es daher sein, neue Sicherheitsmaßnahmen einzuführen. Darüber hinaus müssen weitere Methoden gefunden werden, die verhindern, dass Anlagen durch den Arbeiter zu Schaden kommen.

Außerdem müssen auch die dargestellten benötigten Qualifikationen genauer betrachtet werden. Da sich die Anforderungen der Industrie 4.0 durchaus intensivieren können, besteht die Gefahr, dass die vermittelten Qualifikationen und Kompetenzen nicht mehr ausreichend sind. Es müssen somit weitere Forschungen betrieben werden, damit die Fabriken ihre Arbeiterschaft optimal schulen können.