

# **Methodik zur Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Digitalisierungsprojekts in Industrieunternehmen**

## **Masterarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M. Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Rumphorst



Vorname: Kris



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 03.04.2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung, Motivation und Zielsetzung.....	2
1.2 Aufbau der Arbeit.....	3
1.3 Präsentation der gewählten Forschungsmethode.....	5
<b>2 Produktionscontrolling .....</b>	<b>6</b>
2.1 Einfluss der Produktion auf die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens .....	6
2.2 Aufgaben des Produktionscontrollings .....	8
2.3 Grundlagen der Kennzahlen .....	8
2.3.1 Kennzahlen: Definition und Anforderungen .....	9
2.3.2 Messung von Produktionsdaten als Grundlage für Kennzahlen .....	11
2.4 Produktionskennzahlen .....	12
2.4.1 Produktivität .....	13
2.4.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	15
2.5 Methoden der betriebswirtschaftlichen Bewertung von Investitionen .....	19
2.5.1 Return on Investment (ROI).....	21
2.5.2 Wirtschaftlichkeit.....	22
2.5.3 Statische Amortisationsrechnung .....	23
2.5.4 Net Present Value (NPV).....	24
2.6 Begrifflichkeiten der Kostenrechnung.....	24
2.7 Vorstellung der gewählten Kostenrechnungsart zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	27
<b>3 Grundlagen der Digitalisierung in der Produktion .....</b>	<b>30</b>
3.1 Digitalisierung – der Innovationstreiber .....	30
3.2 Einfluss der Digitalisierung auf die Industrie .....	34
3.2.1 Einordnung des Begriffs der Digitalisierung in die historische Entwicklung der industriellen Produktion .....	34
3.2.2 IKT in der Produktion .....	35
3.2.3 Sensoren als Messinstrument in der Produktion .....	39

---

3.2.4	Industrie 4.0 – Die vierte industrielle Revolution .....	42
3.3	Kritische Betrachtung der Digitalisierung im Produktionsbereich .....	43
3.3.1	Nutzenpotentiale und Chancen der Digitalisierung im Produktionsbereich .....	44
3.3.2	Risiken und Herausforderungen der Digitalisierung im Produktionsbereich .....	45
3.3.3	Gesamtbetrachtung .....	46
<b>4</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Digitalisierungsprojekts in der Produktion .....</b>	<b>49</b>
4.1	Potentialanalyse .....	49
4.2	Monetäre Bewertung des Potentials .....	50
4.3	Bestimmung der Kosten – Total Cost of Ownership (TCO) .....	51
4.4	Bewertung der Wirtschaftlichkeit .....	53
4.5	Vorstellung eines Referenzmodells .....	54
<b>5</b>	<b>Entwicklung einer monetären Bewertungsmethodik .....</b>	<b>58</b>
5.1	Ausgangssituation und Vorgehen .....	58
5.2	Zielsetzung der monetären Bewertungsmethodik .....	60
5.3	Recherchearbeit zur Sekundärliteratur des Themengebiets Industrie 4.0 .....	60
5.3.1	Vorgehen der Recherchearbeit .....	61
5.3.2	Rechercheergebnis .....	61
5.3.3	Zusammenfassung des Rechercheergebnisses .....	70
5.3.4	Kritische Betrachtung der Rechercheergebnisse .....	71
5.4	Digitalisierungsprojekt in der Industrie .....	74
5.5	Präsentation der entwickelten Methodik zur Wirtschaftlichkeitsberechnung .....	74
<b>6</b>	<b>Limitationen der entwickelten Methodik .....</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Schlussbetrachtung .....</b>	<b>80</b>
7.1	Zusammenfassung .....	80
7.2	Fazit .....	81
7.3	Ausblick .....	82
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>84</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>103</b>
Anhang A .....	103	
Anhang B .....	105	
Anhang C .....	109	
Anhang D .....	116	

# 1 Einleitung

Im produzierenden Gewerbe wird durch den wachsenden internationalen Wettbewerb und den Anspruch, jederzeit ein hohes Maß an Kundenzufriedenheit zu erreichen, die Maßgabe verstärkt, innovativ zu handeln.<sup>1</sup> Zusätzlich verändern die durch die Globalisierung entstandene Dynamik und die Turbulenzen von Märkten, Produkten und Technologien die Anforderungen auf die Produktionssysteme.<sup>2</sup> Daher müssen Fabriken in der heutigen Zeit veränderungs- und anpassungsfähig sein.<sup>3</sup> Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der derzeitigen Anforderungen an Produktionssysteme. Um diese Einflüsse beherrschen und ein entsprechendes Maß an Flexibilität in der Produktion gewährleisten zu können, verfolgen die Unternehmen in jüngerer Vergangenheit vermehrt den Trend, Informationstechnologien in den Prozessen der Produktionsstätten einzubinden.<sup>4</sup>

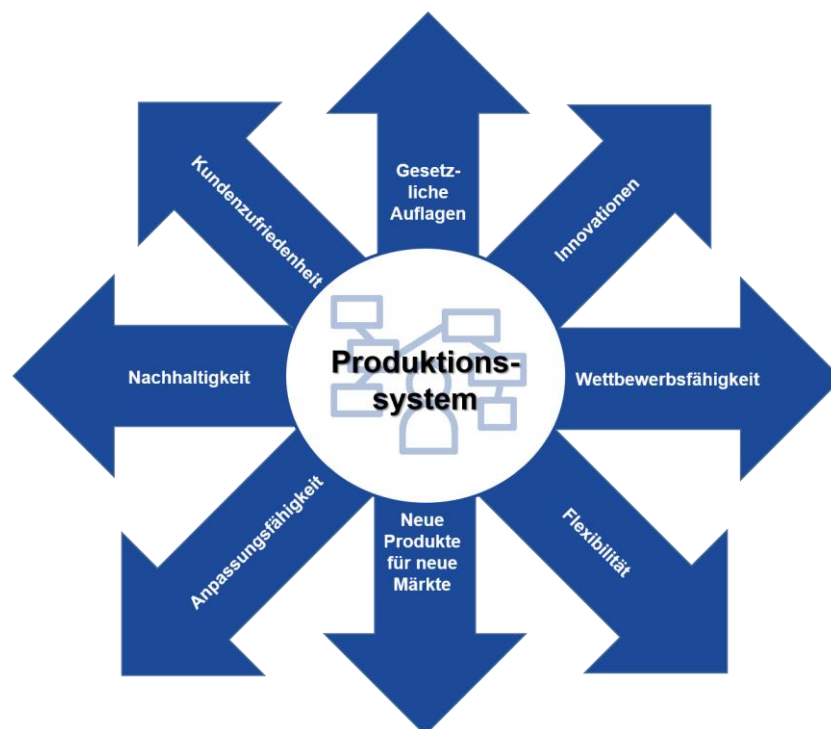


Abbildung 1: Anforderungen an ein Produktionssystem<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Gries 1998, S.63f.

<sup>2</sup> Vgl. Grundig 2014, S.33f.

<sup>3</sup> Vgl. Westkämper und Löffler 2016, S.50.

<sup>4</sup> Vgl. Spieß und Fabisch 2017, S.53.

<sup>5</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an: Westkämper und Löffler 2016, S.73.

Hierbei spielt die Gewinnung von Echtzeitdaten eine stetig wachsende Rolle, um einen Überblick der gegenwärtigen Produktionssituation zu erhalten.<sup>6</sup> Mit Hilfe des Einsatzes moderner Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ist es möglich, die Fabrik mit ihren Produktions- und Logistiksystemen in Echtzeit zu überwachen und so auf interne und externe Einwirkungen innerhalb kürzester Zeit reagieren oder bereits proaktiv agieren zu können.<sup>7</sup>

## 1.1 Problemstellung, Motivation und Zielsetzung

Bei der Überlegung der Einführung von IKT steht als eines der Unternehmensziele die Wirtschaftlichkeit im Fokus. Im Vorfeld einer möglichen Investition in die Installation von modernen Informationstechnologien ist es aus betriebswirtschaftlicher Sicht unerlässlich, zu bestimmen, inwiefern diese finanzielle Belastung rentabel ist.<sup>8</sup> Hierbei muss zunächst der Frage nachgegangen werden, in welchen produktionstechnischen Prozessen eine solche Art der Digitalisierung Potential hat. Um diese Fragestellung zu klären, bedarf es der Unterstützung durch Kennzahlen. Sie helfen dabei, den Zustand aller Unternehmensprozesse transparent zu einem bestimmten Zeitpunkt darzustellen und mittels anschließender Analyse mögliche Verbesserungsfelder aufzudecken.<sup>9</sup>

Nach Identifikation eines verbesserungswürdigen Prozesses ist mit Hilfe des Produktionscontrollings zu klären, wie eine Investitionsentscheidung ausfällt.<sup>10</sup> Es muss zuerst bestimmt werden, ob ein finanzieller Aufwand am beobachteten Prozess generell lohnenswert ist. Zudem ist es von Interesse, zu welchem Zeitpunkt sich dieser voraussichtlich amortisiert hat.<sup>11</sup>

An dieser Stelle entsteht die Problematik, die in dieser Abschlussarbeit behandelt werden soll. Aufgrund der Aktualität der Thematik und den schwierig zugänglichen Daten zu umgesetzten Digitalisierungsprojekten in Unternehmen ist es problematisch, quantifizierte und vor allem belegte Aussagen über den wirtschaftlichen Nutzen einer Investition in Informationstechnologien zu tätigen. Eine genaue Bestimmung der zu erwartenden monetären Vorteile gestaltet sich aufgrund der mangelnden Vergleichs- und Erfahrungswerte schwierig und wird daher häufig nur abgeschätzt. Abschätzungen solcher Art bedienen sich zwar auch wissenschaftlicher Modelle, aber besitzen dennoch einen subjektiven Anteil und sind somit nicht frei von Kritik zu betrachten. Daher soll in

---

<sup>6</sup> Vgl. Huber 2016, S.72.

<sup>7</sup> Vgl. Westkämper und Zahn 2009, S.13; Sommerlatte und Keuper 2016, S.31.

<sup>8</sup> Vgl. Benesch und Schuch 2013, S.132.

<sup>9</sup> Vgl. Marx Gómez et al. 2013, S.185; Welk und Bauer 2006, S.99.

<sup>10</sup> Vgl. Gottmann 2016, S.20.

<sup>11</sup> Vgl. Benesch und Schuch 2013, S.132.

dieser Theses aufgrund des Aspekts der Abschätzung bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit folgender Forschungsfrage nachgegangen werden:

***Wie können existierende Modelle zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit eines Digitalisierungsprojekts im Produktionsbereich verändert werden, um eine genauere, objektivere Vorhersagekraft zu erreichen?***

Zielsetzung:

Das Ziel dieser Abschlussarbeit ist die Entwicklung einer Methodik, mit deren Hilfe sich die Wirtschaftlichkeit eines Digitalisierungsprojekts in einem Produktionsunternehmen vor deren Umsetzung berechnen lässt und der Aspekt der Abschätzung minimiert wird. Diese Methodik soll bei der Beantwortung der Frage Anwendung finden, ob eine Investition in IKT in Produktionsstätten wirtschaftlich sinnvoll ist, bzw. zu welchem Zeitpunkt sich der finanzielle Aufwand amortisiert hat. Dabei sollen für die Berechnung der Kostenreduktion mehrere Einsparfaktoren eingesetzt werden, die im Rahmen dieser Theses ermittelt werden und die Abschätzungstätigkeiten ersetzen sollen.

Um letztendlich eine Aussage zur Wirtschaftlichkeit und der Amortisierung eines Projekts zur Umsetzung einer IKT-Lösung treffen zu können, soll ein Tool auf VBA-Basis entwickelt werden. Dieses liefert eine Eingabemaske, die die Elemente beinhaltet, die für die entwickelte Methodik zur Wirtschaftlichkeitsberechnung zu beachten sind, sowie die dafür notwendigen mathematischen Operationen.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Diese Theses ist in sieben Kapitel unterteilt. Das einleitende Kapitel erläutert zu Beginn die Problemstellung und das Ziel, die in dieser Abschlussarbeit thematisiert werden. Folgend werden der Aufbau und die gewählte Forschungsmethode dieser Theses beschrieben.

Kapitel 2 beschäftigt sich mit dem Produktionscontrolling. Es wird zuerst die wirtschaftliche Bedeutung des Produktionsbereichs für ein produzierendes Unternehmen sowie die Aufgaben des Produktionscontrollings dargelegt. Hierfür und für die zu entwickelnde Methodik zur Wirtschaftlichkeitsbestimmung ist ein Verständnis über Kennzahlen und die wichtigsten Produktionskennzahlen sowie über betriebswirtschaftliche Bewertungsmethoden notwendig, die im Folgenden präsentiert werden. Zudem findet die Vorstellung einer Kostenrechnungsart und wichtiger Begriffe der Kostenrechnung statt, die in das VBA-Tool einfließen.

Das anschließende Kapitel widmet sich dem Thema der Digitalisierung und beschreibt die zunehmende und umfangreiche Einflussnahme der IKT auf den Produktionsbereich. Es findet darüber hinaus eine Erläuterung der Thematik Industrie 4.0 statt, die als Konzept der zukünftigen Produktion angesehen wird. Eine kritische Betrachtung der Digitalisierung im Kontext der Produktion schließt diesen Bereich ab.

Der vierte Teil dieser Abschlussarbeit stellt das allgemein angewandte Vorgehen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei der Umsetzung eines Digitalisierungsprojekts im Produktionsbereich vor. Zudem wird ein Referenzmodell präsentiert, an das sich die zu entwickelnde Methodik anlehnt.

Kapitel 5 beschreibt den Verlauf bei der Entwicklung des Konzepts dieser Abschlussarbeit zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von produktionsbezogenen IKT-Projekten. Nach Erläuterung der Ausgangslage und Beschreibung des gewählten Ansatzes werden die getätigten Arbeitsschritte dargestellt und das Ergebnis präsentiert.

Im sechsten Kapitel werden die Limitationen der Konzeptausarbeitungen aus dem vorangegangenen Abschnitt beschrieben.

In der Schlussbetrachtung finden eine Zusammenfassung der wichtigsten Punkte und eine kritische Würdigung dieser Abschlussarbeit statt. Zudem wird in einem Ausblick auf weitere potentielle Fragestellungen in diesem Forschungsgebiet eingegangen.

Abbildung 2 stellt den Aufbau dieser Abschlussarbeit graphisch dar.

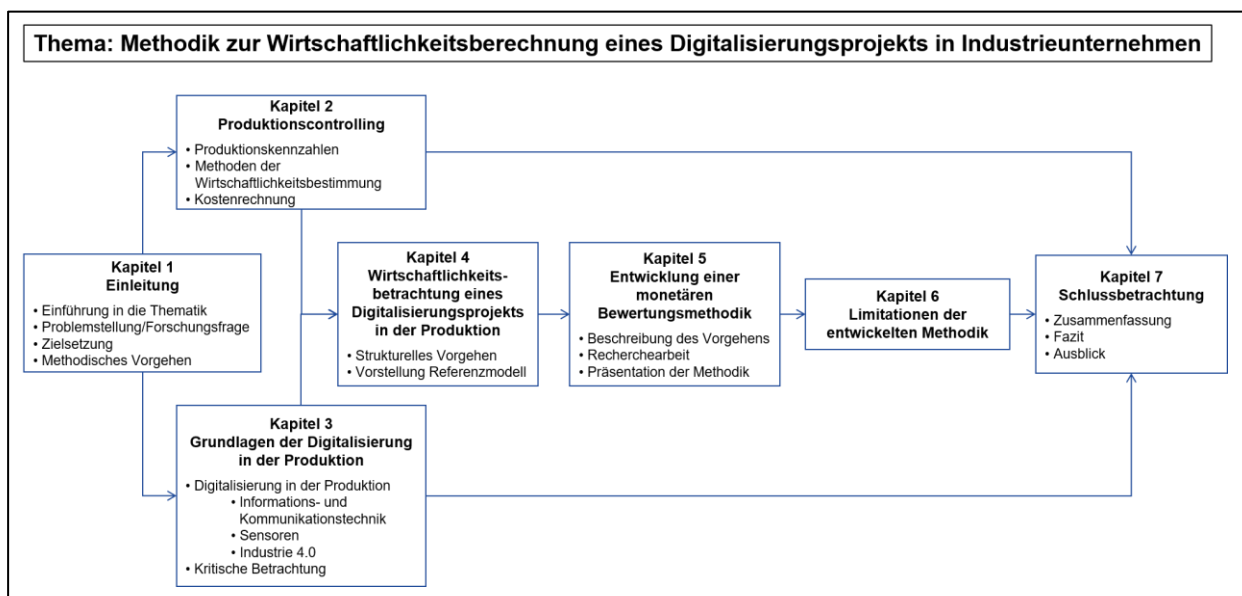


Abbildung 2: Aufbau der Abschlussarbeit

### 1.3 Präsentation der gewählten Forschungsmethode

Zur Gewinnung eines ersten Überblicks des Themengebiets dieser Abschlussarbeit und für die anschließende Präsentation der relevanten Grundlagen zum Verständnis der Ausarbeitungen in Abschnitt 5.5 wurde eine Analyse aktueller sowie häufig zitierter deutsch- und englischsprachiger Fachliteratur durchgeführt. Als Rechercheplattformen dienten hierbei die technische und die wirtschaftswissenschaftliche Bibliothek der Universität Hannover sowie die Online-Datenbanken von „Google Scholar“, „Google Books“ und „Citavi“.

Für die Beantwortung der Forschungsfrage spielt die Ermittlung von Informationen zur Erstellung von Einsparfaktoren eine tragende Rolle. Im Folgenden wird das Forschungsdesign des Vorgehens zur Generierung der gesuchten Informationen erläutert.

Bei der Herausarbeitung der Einsparfaktoren durch die Einführung einer IKT-Lösung in der Produktion wird eine Auswertung von Sekundärdaten durchgeführt, die mittels der zuvor geschilderten Literaturrecherche erlangt wurden. Bei diesem methodischen Vorgehen werden bereits erhobene Daten aus durchgeführten Studien analysiert. Diese Methode gilt als eine kostengünstige und zeitsparende Variante der Marktforschung. Es kann sich jedoch nachteilig auswirken, dass diese Daten eventuell nicht spezifisch genug für die konkrete Fragestellung oder nicht aktuell sind.<sup>12</sup>

Aufgrund der genannten Nachteile ist es sinnvoll, die Sekundärdaten um Primärdaten zu ergänzen.<sup>13</sup> Hierfür wird im Rahmen dieser Abschlussarbeit ein reales Projekt im Fertigungsbereich eines Automobilzulieferers begleitet. Dabei werden Daten aufgezeichnet, die als Vergleichswerte dienen sollen.

---

<sup>12</sup> Vgl. Hofte-Fankhauser und Wälty 2009, S.56; Albers et al. 2009, S.12; Vgl. Kotler et al. 2011, S.375f.

<sup>13</sup> Vgl. Albers et al. 2009, S.12.



## 7 Schlussbetrachtung

In diesem abschließenden Kapitel findet zunächst eine Zusammenfassung der Arbeit statt. Dabei wird auf die wichtigsten Punkte der einzelnen Abschnitte eingegangen und ein Fazit gezogen. Zum Abschluss folgt ein Ausblick.

### 7.1 Zusammenfassung

In der Einleitung wurden die Problematik und die damit verbundene Motivation zur Erstellung dieser Abschlussarbeit geschildert. Die Forschungsfrage, wie bestehende Methoden der Wirtschaftlichkeitsbestimmung von Digitalisierungsprojekten im Produktionsbereich so verändert werden können, dass sie weniger von Schätzungen abhängig sind und eine genauere, objektiverer Vorhersage liefern, beschreibt das Forschungsgebiet dieser Thesis.

Für ein Verständnis der wirtschaftlichen Hintergründe und der mathematischen Vorgänge von Modellen der Wirtschaftlichkeitsbestimmung wurden in Kapitel 2 die Grundlagen präsentiert. Zudem fand die Präsentation der OEE und ihrer Komponenten als der Ausgangspunkt von Überlegungen über Verbesserungsmaßnahmen im Produktionsbereich statt. Des Weiteren wurde auf die Begrifflichkeiten der Produktivität und der Maschinenstundensatzrechnung eingegangen, da sie für die Entwicklung der eigenen Methodik zur Beantwortung der Forschungsfrage von zentraler Bedeutung sind.

Kapitel 3 beschrieb die Digitalisierung, da ihre Einflüsse auf den Produktionsbereich inzwischen sehr umfangreich sind, und zeigte zudem auf, welche Möglichkeiten die IKT aktuell bereits bietet, um zu Verbesserungen der Produktionsprozesse und damit der OEE beizutragen. Dabei spielt vor allem der Einsatz von Sensoren eine wichtige Rolle, der aufgrund abnehmender Kosten und der großen Anzahl an Merkmalen, die gemessen werden können, stetig zunimmt. Es wurde auch die Industrie 4.0 erläutert, da sie als hochautomatisiertes Modell der Zukunft angesehen wird, das auf unterschiedlichen IKT-Konzepten basiert und erst durch den Einfluss von Sensoren und Aktoren möglich ist. Über Internet kommunizierende Bauteile und Maschinen sowie dezentrale Datenspeicher- und Analyseserver sind dabei von besonderer Bedeutung. Das Konzept der Industrie 4.0 verdeutlicht, dass in der kommenden Zeit mit einer wachsenden Anzahl an IKT-Projekten im Produktionsbereich zu rechnen ist.

Zum Abschluss des Kapitels erfolgte eine kritische Betrachtung der zunehmenden Digitalisierung mit dem Ergebnis, dass diese aus ökonomischer und ökologischer Betrachtungsweise häufig positiv gesehen werden kann, jedoch bei rein sozialpolitischer Sicht auch negativ behaftet ist.

In Kapitel 4 fand die Vorstellung des allgemeinen Vorgehens zur Wirtschaftlichkeitsbestimmung einer IKT-Umsetzung statt. Auf die Identifikation von Potentialen mit Hilfe von Kennzahlen folgt deren monetäre Bewertung. Die anschließende Beschreibung des TCO-Konzepts ist von besonderer Bedeutung, da darin einer der Hauptunterschiede zu gängigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen liegt. Es umfasst nicht nur die Betrachtung von Kosten aus der Initiierung, sondern auch jener des laufenden Betriebs und versteckter, indirekter Kosten. Die endgültige Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über die Anwendung von diesbezüglichen Methoden unter Einbeziehung der TCO. Zudem wurde in diesem Kapitel ein Referenzmodell für die Entwicklung der neuen Methodik präsentiert.

Im fünften Kapitel erfolgte die Präsentation der Prozessschritte des Entwicklungsvorgangs der neuen Methodik sowie dessen Darstellung in einem VBA-Tool. Hierbei wurde zuerst erläutert, dass im Gegensatz zu dem Referenzmodell die Bestimmung der potentiellen Ersparnisse durch die IKT-Umsetzung nicht auf reinen Abschätzungen basieren soll, sondern mittels Einsparfaktoren berechnet wird. Diese konnten aufgrund einer umfangreichen Sekundärdatenanalyse ermittelt werden mit dem Ergebnis, dass sich in Folge einer IKT-Installation im Produktionsbetrieb generelle Kostenreduzierungen von 4,26% pro Jahr bestimmen ließen, wobei unklar ist, ob hier die Kosten in Zusammenhang mit der Einführung gegengerechnet sind. Daher wurde dieser Wert nicht weiter in der neuen Methodik bedacht. Die weiteren Ergebnisse, die in das Modell zur Wirtschaftlichkeitsberechnung einfließen, sind, dass eine jährliche Produktivitätssteigerung von 4,01% und eine jährliche Materialeinsparung von 3,88% erwartet wird. Eine Bestätigung dieser Werte sollte durch die Analyse von Datensätze eines realen Projekts, das im Rahmen dieser Abschlussarbeit begleitet wurde, erreicht, konnte jedoch aufgrund der genannten zeitlichen Gründe nicht abgeschlossen werden. Es ist zudem festzuhalten, dass die Bestimmung der TCO in dieser Methodik auch zu einem gewissen Teil auf Abschätzungen beruhen.

## 7.2 Fazit

Trotz der genannten Limitationsgründe bietet die entwickelte Methodik und deren Umsetzung im VBA-Tool die Möglichkeit, potentielle Einsparungen im Bereich der Maschinen-, der Material- und der Lohnkosten zu bestimmen, ohne dass der Anwender Abschätzungen hierzu tätigen muss, da stattdessen auf die Ergebnisse wissenschaftlicher Ausarbeitungen zurückgegriffen wird. Es werden viele beeinträchtigte Bereiche beleuchtet, was dazu führen kann, dass das Unternehmen, in dem das Rechenprogramm zum Einsatz kommt, noch nicht berücksichtigte Aspekte genauer betrachtet. Dies liefert einen wissenschaftsgestützten, praktischen Beitrag auf dem Weg zu einer

Entscheidung über eine IKT-Investition. Insgesamt lässt sich das neu geschaffene Modell von Unternehmen anwenden, die einen hohen Maschinenanteil in ihrer Produktion haben.

Auch die Wahl der Forschungsmethode – die Analyse von Sekundärdaten – ist für die Methodik geeignet, da aufgrund der hohen Menge an Studienteilnehmern eine Fundiertheit der Ergebnisse, die in das Modell einfließen, gegeben ist. Zudem ist die Auswahl der Studien der Wissenschaft angemessen, da sie zum größten Teil von unterschiedlichen, renommierten Institutionen durchgeführt wurden.

Es wurde eine Bestätigung der recherchierten Werte durch die Analyse von Werten aus der Umsetzung eines realen Projekts angestrebt. Aus zeitlichen Verzögerungen in der Entwicklung der IKT-Lösung konnte diese nicht im Rahmen dieser Abschlussarbeit durchgeführt werden. Insgesamt ist es erstrebenswert, eine solche Auswertung von vielen realen Projekten in einen Vergleich mit den Prognosewerten zu setzen, um bei Bedarf die Einsparfaktoren des VBA-Tools zu korrigieren und so eine höhere Genauigkeit der ausgegebenen Ergebnisse für den NPV und die Amortisierungszeit zu erreichen.

Die entwickelte Methodik liefert insofern einen wissenschaftlichen Beitrag, als ein bestehendes Modell durch die Anwendung einer wissenschaftlichen Vorgehensweise hinterfragt und als Ergebnis neu strukturiert wurde. Zudem wird eine Ausgangsbasis für weitere Forschungsarbeiten bereitet, die die neue Methodik verbessern können.

Gleichwohl es nicht das zentrale Thema dieser Abschlussarbeit ist, soll an dieser Stelle angemerkt sein, dass, wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, nicht nur ökonomische Kriterien entscheidend sein sollten bei der Erwägung der Installation einer Digitalisierungslösung, die den Einsatz einer Methodik zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verlangt. Es ist zudem wichtig, einen Konsens zwischen wirtschaftlichen und sozialpolitischen Punkten zu finden, der bei dem Kollegium Akzeptanz findet.

### **7.3 Ausblick**

Die Wichtigkeit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und -vorhersage von IKT-Umsetzungen nimmt vor dem Hintergrund des steigenden Anteils an IKT in der Produktion und der Vision der Industrie 4.0 stark zu. Viele bestehende Modelle zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit basieren auf Abschätzungen der Kosten, die immer einer gewissen Unsicherheit unterliegen. Aus diesem Grund sollten Methoden entwickelt werden, die diesem entgegenreten und sich wissenschaftlicher Handlungsweisen bedienen.

Die genannten Limitationsgründe aus Kapitel 6 eröffnen ein Forschungsgebiet für zukünftige Abschlussarbeiten. Es sollten neben den Gesichtspunkten Produktivität und

Materialeinsparung auch weitere Kennzahlen untersucht werden, um die Kostentreiber in der Produktion und deren Entwicklung nach einer IKT-Umsetzung genauer beziffern zu können. Tabelle 7: Sonstige Rechercheergebnisse Tabelle 7 aus Abschnitt 5.3.3 gibt hierfür Anhaltspunkte. Die Durchführung einer Umfrage mit genauen Fragestellungen bzgl. dieser Merkmale würde bei der Gewinnung von fundierten Daten helfen. Zudem könnte die Analyse von Datensätzen aus Produktionsbetrieben, in denen ein Digitalisierungsprojekt umgesetzt wurde, Aufschlüsse über Einsparfaktoren liefern.

Ein Vergleich zwischen früher getätigten Prognosen zur Verbesserung einzelner Aspekte mit den tatsächlich eingetretenen Werten wäre hilfreich, um Rückschlüsse darüber ziehen zu können, wie exakt die Einschätzungen der Umfrageteilnehmer und die daraus ermittelten Einsparfaktoren sind. Zudem könnte dadurch überprüft werden, ob eine Methodik zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit gesetzten Einsparfaktoren, wie in dieser Abschlussarbeit, die Realität erheblich verzerrt oder nur angepasst werden muss.

Generell ist das Themengebiet der Nutzung von IKT im Produktionsbereich aufgrund seiner zunehmenden Bedeutung sowie dem Wandel hin zur Smart Factory äußerst reizvoll und bietet viele Forschungsfelder. CPS und IoT, als Grundpfeiler der Smart Factory, bieten vor dem Hintergrund der in Abschnitt 3.3.2 genannten negativen Aspekte, wie z.B. Cyberkriminalität und Eindringen in die Privatsphäre, weiteren Forschungsbedarf. Aus politischer und wirtschaftlicher Sicht gilt es zudem zu ergründen, wie Unternehmen dazu motiviert werden können, trotz bestehender Bedenken in Industrie 4.0 zu investieren, um im internationalen Wettbewerb konkurrenzfähig zu bleiben.