

1 Problemstellung und Gang der Untersuchung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die produzierende Industrie befindet sich in einem dynamischen und sich stark wandelnden Unternehmensumfeld [vgl. Westkämper 2006; Moder 2008, S. 1; Lasi et al. 2014, S. 261 f.; Lüddecke 2014, S. 1]. Vor dem Hintergrund der fortschreitenden Globalisierung, des Klimawandels und der gesellschaftlichen Entwicklungen, wie dem veränderten Konsumverhalten und dem demographischen Wandel, müssen sich die Unternehmen an den sich ständig verändernden Markanforderungen ausrichten [vgl. Tomaschek & Radermacher 2010, S. 3 f.; Müller-von der Ohe 2015, S. 1].

Insbesondere die Automobilindustrie, die als eine der innovativsten und zugleich komplexesten Industrien bezeichnet wird, ist vergleichbaren Anforderungen ausgesetzt [vgl. Kuhn & Helingrath 2002, S. 4; Holweg & Pil 2004, S. 1]. Im Zuge der steigenden Produktkomplexität, hoher Serviceanforderungen, sich verändernder Kundenansprüche, der fortschreitenden Individualisierung hin zu personalisierten Produkten und des zunehmenden globalen Wettbewerbs steht die Automobilindustrie vor einer Vielzahl von neuen Herausforderungen [vgl. Uhlmann & Schröder 1998, S. 180; Parry & Graves 2008, S. 403; Reichhuber 2010, S. 49]. Weitere Trends wie die Digitalisierung und neue, digitale Geschäftsmodelle verschärfen dieses unternehmerische Spannungsfeld [vgl. ten Hompel et al. 2014b, S. 203 f.]. Für die Unternehmen bedeutet dies, dass sie geringe Losgrößen bei kürzer werdenden Produktlebenszyklen herstellen und gleichzeitig kurzfristige Kundenwünsche umsetzen müssen. Die Durchlaufzeit muss dabei sinken und die Termintreue zunehmen [vgl. Volling 2009, S. 2 f.; Spath 2013, S. 19 ff.; Lödding 2014, S. 23].

Insbesondere in den logistischen Prozessen, die als „Motor und Taktgeber“ einer effizienten Wertschöpfung bezeichnet werden, ist eine überproportional wachsende Komplexität und Dynamik zu erkennen [vgl. ten Hompel et al. 2014a, S. 10; ten Hompel et al. 2014b, S. 203]. Die Herausforderungen aus dem Unternehmensumfeld führen dazu, dass sich die Original Equipment Manufacturer (OEMs) auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren. Dies impliziert, dass die Wertschöpfungstiefe der OEMs auf ca. 20 Prozent sinkt und weltweit vernetzte Wertschöpfungsnetzwerke mit mehrstufigen Zulieferketten entstehen [vgl. BDI 2011; Leveling et al. 2014, S. 1]. Infolgedessen steigt durch die intensive Zusammenarbeit zwischen den Supply Chain Partnern der Koordinationsbedarf für die komplexen Material- und Informationsflüsse, und die gegenseitige Abhängigkeit nimmt zu [vgl. Ziegenbein 2007, S. 19; Henke et al. 2010, S. 5; Wagner et al. 2010, S. 97 f.; Klibi & Martel 2013, S. 868; Kersten et al. 2015, S. 37 f.]. In einem dynamischen Umfeld führen diese intensiven Kooperationen zu einer steigenden Anzahl an Störungen und Ausfällen im Netzwerk. Einzelne Störungen kön-

nen sich auf die gesamte Supply Chain übertragen und zu großem Schaden führen [vgl. Thun & Hoenig 2009, S. 244; Yüzgülec 2015, S. 1]. Ein maßgeblicher Erfolgsfaktor für Unternehmen ist es daher, die Risiken in der Supply Chain frühzeitig zu erkennen und ein umfassendes Risikomanagement anzuwenden [vgl. Tang & Tomlin 2008, S. 12; Thun & Hoenig 2009, S. 244; Kersten et al. 2015, S. 37 f.].

Einen wesentlichen Schlüsselfaktor zur Begegnung gegenwärtiger und zukünftiger Herausforderungen hat die deutsche Bundesregierung mit dem Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ ins Leben gerufen. Im Kern beschreibt die Vision von Industrie 4.0 eine Verschmelzung der virtuellen mit der realen Welt durch eine durchgängige Digitalisierung der Prozesse sowie eine Vernetzung im gesamten Wertschöpfungsnetzwerk [vgl. Geisberger & Broy 2012, S. 16; Bitkom 2014, S. 11 ff.; Bischoff 2015, S. 3 ff.]. Das Ziel ist es, mit dem Einsatz von Industrie 4.0-Technologien flächendeckende und schnittstellenfreie echtzeitnahe Informationen zu generieren. Dies führt zu einem technologischen Paradigmenwechsel von einer zentralen hin zu einer dezentralen Organisation und Steuerung von unternehmensinternen und -übergreifenden Prozessen [vgl. Bitkom 2014, S. 11; Kersten et al. 2014, S. 110 f.; Koch & Geissbauer 2014, S. 6 ff.; Plattform Industrie 4.0 2015, S. 10].

Industrie 4.0 eröffnet neue Möglichkeiten der Informationsermittlung, -analyse und -übermittlung [vgl. Kersten et al. 2015, S. 38 f.]. Unternehmen können flexiblere horizontale sowie vertikale Unternehmensprozesse realisieren, die Marktanforderungen erfüllen sowie Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten generieren [vgl. Spath 2013, S. 19 ff., 132; ten Hompel et al. 2014b, S. 203]. Die digitale Transformation und die Verfügbarkeit von Echtzeitdaten ermöglicht es Unternehmen insbesondere in der Supply Chain die Transparenz zu erhöhen, Risiken frühzeitig zu erkennen, die Reaktionsfähigkeit zu steigern und sich selbst optimierende Wertschöpfungsnetzwerke zu gestalten [vgl. Kersten et al. 2014, S. 122; Stich et al. 2015, S. 64].

Allerdings stellt Industrie 4.0 ein komplexes und stark diskutiertes Thema mit vielschichtigen Zusammenhängen dar [vgl. Stich et al. 2015, S. 64 f.; Merz 2016, S. 86]. Neben den aufgeführten Chancen stellen bei dem mit Industrie 4.0 einhergehenden Wandlungsprozess u.a. die Stabilität und Abhängigkeit von der netzbasierten Kommunikation, die geringe Datensicherheit, die fehlenden Standards und die Akzeptanz bei den Mitarbeitern potentielle Risikoquellen dar [vgl. Kersten et al. 2014, S. 119 ff.]. Aus diesem Grund rechtfertigt die alleinige Verfügbarkeit neuer Technologien noch nicht deren Einsatz in der Praxis [vgl. Scheer 2016, S. 36 f.]. Entscheidend sind vor allem die konkreten Nutzenpotentiale und die Auswirkungen auf bestehende Prozessstrukturen.

Allerdings fehlt den Unternehmen trotz einer Vielzahl an Veröffentlichungen zum Thema Industrie 4.0 weiterhin ein umfängliches Verständnis von Industrie 4.0 (vgl. Abbildung 1-1). Noch fehlen konkrete praxisbasierte Erfahrungswerte und methodische Vorgehensweisen

[vgl. Bildstein & Seidelmann 2014, S. 581; MHP 2014, S. 3; Kersten et al. 2015, S. 36 f.; Bücken et al. 2016, S. 209], um Prinzipien und Technologien der Industrie 4.0 im Allgemeinen sowie im Supply Chain Risikomanagement im Besonderen einzusetzen.

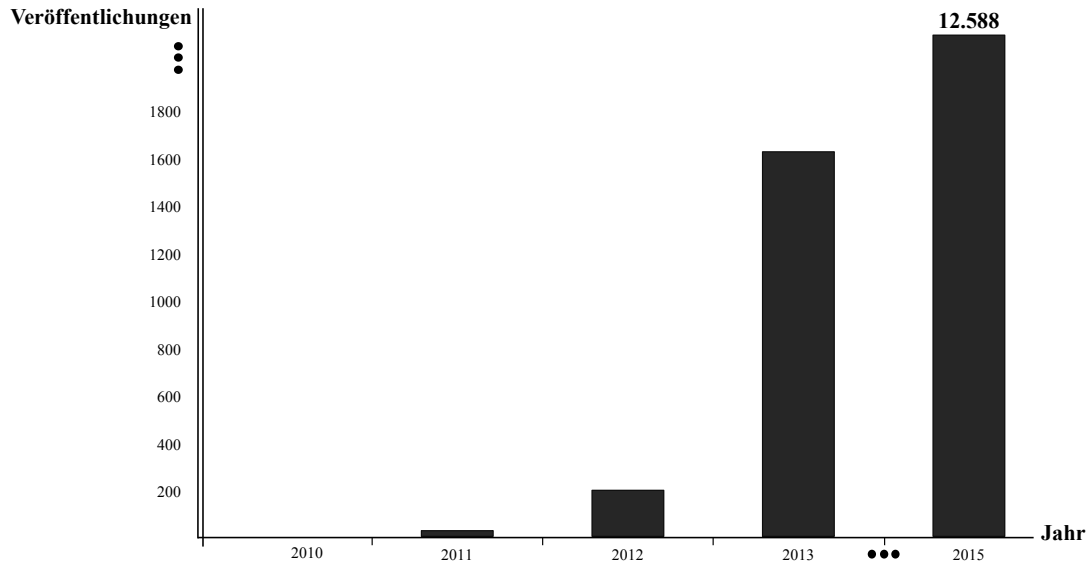


Abbildung 1-1: Publikationen zum Thema Industrie 4.0 seit 2010 [DFKI 2015, S. 33]

Somit ist eine systematische Auseinandersetzung mit den Gesamtzusammenhängen sowie den Nutzenpotentialen von Industrie 4.0 für die unternehmerische Praxis und insbesondere für das Supply Chain Risikomanagement offen.

1.2 Zielsetzung der Forschungsarbeit

Vor dem Hintergrund der im vorherigen Unterkapitel beschriebenen Problemstellung liegt das Ziel dieses Dissertationsvorhabens in der Konzeption eines Vorgehens- und Entscheidungsmodells zur Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 am Beispiel des Supply Chain Risikomanagements unter Berücksichtigung der Prinzipien von Industrie 4.0. Kern des Modells soll ein systematisches Vorgehen mit festgelegten Schritten sein, das den Entscheidungsprozess bei der Prozessoptimierung und bei der Überprüfung von Prozessen auf Industrie 4.0-Prinzipien unterstützt. Die Identifikation von Industrie 4.0-Prinzipien ermöglicht es, ein ganzheitliches Verständnis zu schaffen sowie die Möglichkeiten und Potentiale von Industrie 4.0 für die produzierende Industrie vollständig zu erschließen.

Das entwickelte Modell wird am Beispiel des Supply Chain Risikomanagements in der Automobilindustrie praktisch validiert. Dennoch hat das Modell den Anspruch, allgemein anwendbar zu sein. Für die Potentialbewertung werden Informationen, Methoden und Werkzeuge bereitgestellt. Weiterhin werden als Entscheidungsunterstützung für Unternehmen sowohl Handlungsempfehlungen zur Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 als auch

praxisrelevante Hinweise zur Ausgestaltung der Prozessoptimierung mit Industrie 4.0 abgeleitet. Das Modell ermöglicht es, die grundlegenden Nutzenpotentiale zu ermitteln, Anwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen und die potentielle Umsetzung besser zu planen.

Auf Basis der formulierten Zielsetzungen dieser Dissertation lässt sich die folgende forschungsleitende Fragestellung ableiten:

Wie können die Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 insbesondere im Kontext des Supply Chain Risikomanagements, unter Berücksichtigung der Prinzipien von Industrie 4.0, identifiziert und bewertet werden, um den Entscheidungsprozess bei der Prozessoptimierung zu unterstützen?

Aus dieser forschungsleitenden Fragestellung lassen sich drei Forschungsfragen ableiten, die im weiteren Verlauf der Arbeit beantwortet werden sollen:

Bei der systematischen Entwicklung eines Modells zur Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 haben evolutionäre und revolutionäre Strategien sowie Vorgehensweisen im Kontext der Prozessoptimierung einen wesentlichen Einfluss. Weiterhin ist für die Gewährleistung eines systematischen und zielorientierten Forschungsprozesses die Formulierung von eindeutigen Anforderungen an die zu entwickelnde Methodik notwendig. Folglich ergibt sich die folgende Fragestellung:

Forschungsfrage 1: *Welche relevanten Methoden und Instrumente gibt es zur Prozessoptimierung mit Industrie 4.0? Welche spezifischen Anforderungen ergeben sich durch die Industrie 4.0 und das Supply Chain Risikomanagement?*

Auf Basis dieser Erkenntnisse ist das zweite Forschungsziel, ein Vorgehens- und Entscheidungsmodell für die Identifikation und Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 zu entwickeln sowie ein Bewertungsmodell zur Identifikation von Industrie 4.0-Prinzipien aufzustellen. Daraus lässt sich die folgende Forschungsfrage ableiten:

Forschungsfrage 2: *Wie muss ein geeignetes Vorgehens- und Entscheidungsmodell zur Identifikation und Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 im Kontext des Supply Chain Risikomanagements gestaltet werden? Wie kann strukturiert bewertet werden, ob Prozesse den Prinzipien von Industrie 4.0 entsprechen?*

Nach der Entwicklung des Modells gilt es, die Anwendbarkeit zu überprüfen und zu validieren. Auf diesen Erkenntnissen können die Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 ermittelt und generalisiert werden sowie Handlungsempfehlungen für die Wissenschaft und Praxis abgeleitet werden. Daher ergibt sich für das dritte Forschungsziel die folgende Fragestellung:

Forschungsfrage 3: *Welche Nutzenpotentiale können auf der Grundlage des Anwendungsfalls aus der Praxis abgeleitet werden? Welche Handlungsempfehlungen ergeben sich für die Wissenschaft und Praxis?*

Die Beantwortung der Forschungsfragen bedarf einer geeigneten Forschungskonzeption. Hierzu findet im folgenden Unterkapitel zunächst die wissenschaftstheoretische Einordnung statt. Auf dieser Basis werden das Vorgehen und der Aufbau der Dissertation abgeleitet.

1.3 Wissenschaftstheoretische Einordnung

Das Ziel dieses Unterkapitels ist es, die vorliegende Arbeit wissenschaftstheoretisch einzuordnen. Hierzu werden zunächst die Formal- und Realwissenschaften voneinander abgegrenzt. Im nächsten Schritt findet die wissenschaftstheoretische Einordnung dieser Arbeit statt, um abschließend den Forschungsprozess dieser Dissertation vorzustellen.

Die Wissenschaft gibt einen grundlegenden Orientierungsrahmen für den Erkenntnisgewinn innerhalb von wissenschaftlichen Forschungsaktivitäten und versucht Zustände sowie Ereignisse der Realität durch die Ableitung allgemeiner Gesetze zu erklären [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305; Ulrich 1981, S. 4]. Das Verständnis der Wissenschaftstheorie hingegen befasst sich mit der systematischen Einteilung der Wissenschaften und Festlegung von wissenschaftlichen Methoden [vgl. Patzak 1982, S. 4]. Nach *Ulrich & Hill* gliedert sich die Wissenschaftstheorie in die Formal- und Realwissenschaften auf. Formalwissenschaften verfolgen das Ziel formale Systeme zu entwickeln und zu analysieren. Beispiele für die reinen Formalwissenschaften sind die Mathematik, die Logik, die Linguistik, die Philosophie oder die theoretische Informatik. Die Realwissenschaften beschäftigen sich mit der Beschreibung, Erklärung und Gestaltung der empirisch wahrnehmbaren Realität und werden in die reinen Grundlagenwissenschaften und in die angewandten Handlungswissenschaften unterteilt [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305; Brunner 2011, S. 6].

Die zentrale Bedeutung der Grundlagenwissenschaften liegt in der Beschreibung, Darstellung und Erklärung von Theorien und Hypothesen über beobachtbare Phänomene und Ereignisse in der Realität, wobei der Fokus auf dem Erkenntnisgewinn an sich liegt und der Praxisbezug nicht erforderlich ist [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305; Brunner 2011, S. 6]. Den Grundlagenwissenschaften sind die Naturwissenschaften wie Chemie, Physik oder Biologie zuzuordnen [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305].

Im Rahmen der angewandten Handlungswissenschaften werden praktische Ziele verfolgt. Mithilfe von Regeln und Modellen wird die Realität geschaffen oder gestaltet. Es werden Handlungsalternativen zur Entwicklung von Entscheidungsmodellen und -prozessen analysiert und praktisch verwendbare Handlungsanweisungen abgeleitet. Entwickelte Modelle und Regeln müssen sich durch praktische Anwendungen begründen oder beweisen. Es findet somit eine wissenschaftliche Aufbereitung einer praxisorientierten Problemstellung statt. Das Ziel ist es, eine Nutzenstiftung für die Praxis zu erreichen [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305; Brunner 2011, S. 6]. Zu den Handlungswissenschaften zählen u.a. die Soziologie, Psycholo-

gie und die angewandten Sozialwissenschaften, denen auch nach vorherrschender Meinung die Betriebswirtschaftslehre zugeordnet wird [vgl. Ulrich & Hill 1976, S. 305].

Die Ingenieurwissenschaften gehören ebenfalls zu den Realwissenschaften. Allerdings lassen sie sich weder eindeutig den Grundlagenwissenschaften noch den Handlungswissenschaften zuordnen [vgl. Ulrich 1971, S. 47].

In dieser Dissertation wird nicht angestrebt eine allgemeine Theorie zu entwickeln. Vielmehr ist das Ziel auf der Grundlage der beschriebenen praxisorientierten Problemstellung ein Vorgehens- und Entscheidungsmodell zur Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 am Beispiel des Supply Chain Risikomanagements herzuleiten, welches in der unternehmerischen Praxis angewendet werden kann. Daher bewegt sich diese Arbeit aufgrund des hohen Praxisbezugs, des Anspruchs des praktischen Erkenntnisgewinns sowie der methodischen Unterstützung der unternehmerischen Praxis an der Schnittstelle zwischen Ingenieur- und Betriebswissenschaften. Sie ist dem Gebiet der angewandten Handlungswissenschaften zuzuordnen [vgl. Ulrich 1981, S. 19; Brunner 2011, S. 7].

Die Abbildung 1-2 stellt die Wissenschaftssystematik nach *Ulrich & Hill* sowie die wissenschaftstheoretische Positionierung der vorliegenden Dissertation dar.¹

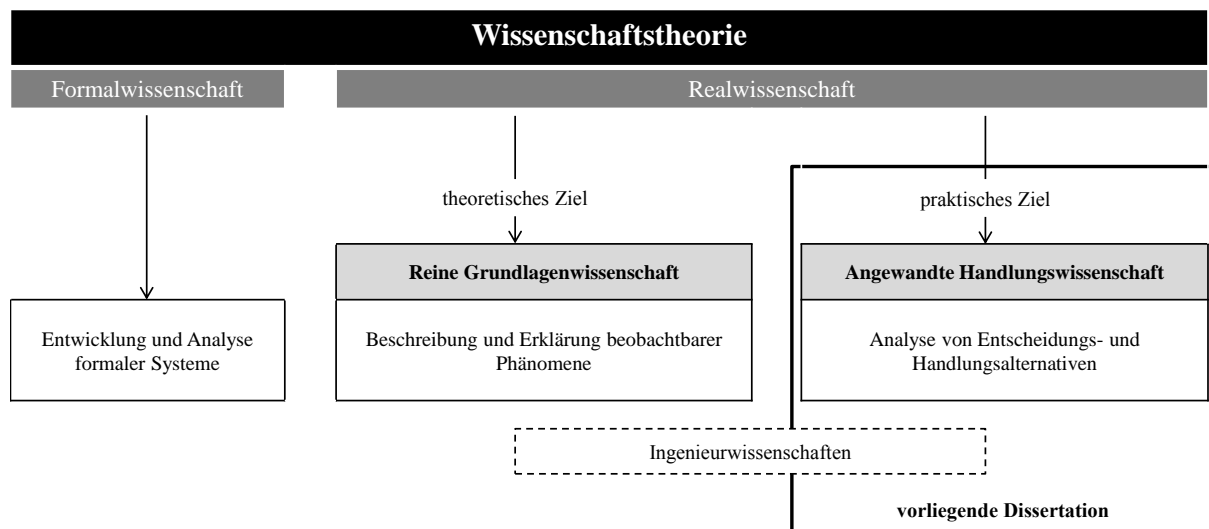


Abbildung 1-2: Wissenschaftstheoretische Positionierung der Dissertation [Ulrich & Hill 1976, S. 305]²

Ausgehend von den spezifischen Herausforderungen für die angewandten Handlungswissenschaften, entwickelte *Ulrich* einen iterativen Forschungsprozess. Zur Verdeutlichung der

¹ Zur Vertiefung und für aktuelle Beiträge zur Abgrenzung rein theoretischer und anwendungsorientierter Forschung wird auf die Literatur verwiesen [vgl. u.a. Hofmann 2004].

² Darstellung in Anlehnung an *Brunner* [vgl. Brunner 2011, S. 6].

Vorgehensweise zeigt Abbildung 1-3 zum einen den idealtypischen Forschungsprozess nach Ulrich und zum anderen die Adaption dieses Prozesses für die vorliegende Arbeit, wodurch die Anwendung des Forschungsprozesses und die praktische Relevanz der Arbeit begründet werden.

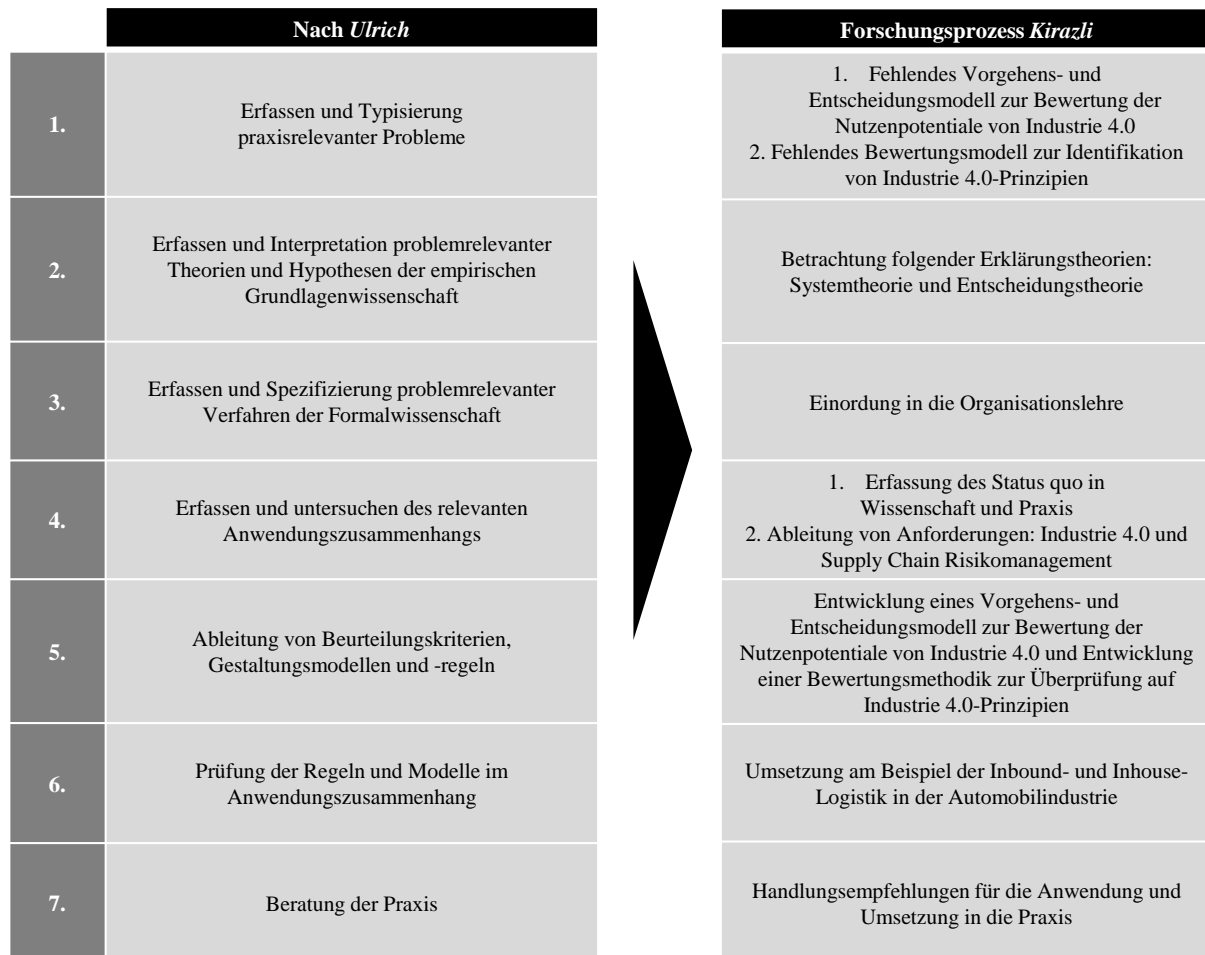


Abbildung 1-3: Forschungsprozess der angewandten Handlungswissenschaften nach Ulrich [Ulrich 1981, S. 20]

1.4 Aufbau und Ablauf der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in sieben Kapitel untergliedert. Abbildung 1-4 zeigt den Aufbau der Arbeit und stellt den Bezug der Inhalte dieser Arbeit zu den Forschungsfragen dar.

Im einleitenden ersten Kapitel werden die Ausgangssituation und die Problemstellung beschrieben und daraus die Zielsetzung und die zentralen Forschungsfragen dieser Dissertation abgeleitet.

Im Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Dazu erfolgt zunächst die terminologische Beschreibung relevanter Begriffe und Konzepte der Industrie 4.0 sowie des

Supply Chain Risikomanagements. Das Kapitel schließt mit der Abgrenzung des Untersuchungsbereichs.

Aus der Analyse und Bewertung der für den Untersuchungsbereich relevanten Beiträge aus Forschung und Praxis wird in Kapitel 3 der resultierende Forschungsbedarf deskriptiv abgeleitet. Hierzu finden eine Analyse der bestehenden Methoden und Ansätze zur Umsetzung, Gestaltung und Nutzenbewertung von Industrie 4.0 sowie eine Untersuchung der Ansätze zur Gestaltung und Bewertung des Risikomanagements und des Supply Chain Managements statt.

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten drei Kapitel erfolgt in Kapitel 4 die Definition des Ordnungsrahmens für das Vorgehens- und Entscheidungsmodell. Zunächst werden im ersten Teil detailliert die formalen und inhaltlichen Anforderungen abgeleitet und in ein Anforderungsprofil übertragen, bevor im zweiten Teil das Strategieprofil durch die Gegenüberstellung evolutionärer und revolutionärer Strategien der Prozessoptimierung ermittelt wird. Anschließend werden die angewandten wissenschaftlichen Methoden und Modelle beschrieben. Auf diesem Wege werden die Prämissen für die Konzeption des Vorgehens- und Entscheidungsmodells abgeleitet.

Vor diesem Hintergrund erfolgen in Kapitel 5 zunächst die Grobkonzeption des Modells und anschließend die Konkretisierung der methodischen Vorgehensweise. In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Phasen des Konzepts entwickelt und detailliert beschrieben. Das Ergebnis ist ein Vorgehens- und Entscheidungsmodell zur Bewertung der Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 am Beispiel des Supply Chain Risikomanagements.

Das Kapitel 6 widmet sich der Konzeptvalidierung. Für die Nutzenbewertung wird das entwickelte Modell auf die Inbound- und Inhouse-Logistik der Volkswagen AG angewendet. Abschließend werden die Erkenntnisse zusammengefasst und die Nutzenpotentiale von Industrie 4.0 für das Supply Chain Risikomanagement in der Inbound- und Inhouse-Logistik abgeleitet.

Im letzten Kapitel der vorliegenden Arbeit werden Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet. Anschließend werden die wesentlichen Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Untersuchung zusammengefasst und kritisch reflektiert. Darauf aufbauend werden Implikationen für die weitere Forschung und praktische Umsetzung aufgezeigt.

Für die Gewährleistung der universellen Anwendbarkeit wird in allen relevanten Kapiteln der universelle und allgemein anwendbare Teil der Arbeit von den spezifischen Lösungen abgegrenzt und im Text oder in den Abbildungen abgehoben. Die Entwicklung und Ergänzung spezifischer Lösungen dient dazu, die Übertragbarkeit auf den Anwendungsfall im Supply Chain Risikomanagement zu ermöglichen.

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Wareneingang 4.0“ in der Volkswagen AG, welches in den Jahren 2014 und 2015 unter der Projektleitung des Autors und in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern aus der Werkslogistik, Markenlogistik, Konzernlogistik, der Konzern-IT sowie mit Dienstleistern und Lieferanten durchgeführt wurde. Weiterhin betreute der Autor im Rahmen der vorliegenden Dissertationsschrift die Abschlussarbeiten von *Hormann* und *Moetz* [vgl. Hormann 2015; Moetz 2015]. Die in dieser Dissertation vorgestellten Konzepte, Methoden und Inhalte sind bereits teilweise als Projektergebnisse in zwei Aufsätzen publiziert [vgl. Kirazli & Hormann 2015; Kirazli & Moetz 2015].