

1 Einleitung

1.1 Motivation des Forschungsvorhabens

Charles Darwin stellte bereits in seinem 1859 erstmals veröffentlichten Buch „the origin of species“ fest, dass in der Natur diejenigen überleben, die sich am besten an Veränderungen anpassen. Die Individuen, die sich schlechter an Veränderungen anpassen, sterben hingegen in der Regel aus (Darwin, 2006, S. 362). Diese Beobachtung gilt nicht nur für die Natur, sondern lässt sich auch auf Unternehmen übertragen. Auch hier kann beobachtet werden, dass Unternehmen, die sich nicht an neue Entwicklungen angepasst haben, langfristig nicht am Markt bestehen konnten. Beispiele hierfür sind die amerikanische Videothek Blockbuster, die den Einstieg in die Implementierung des digitalen Distributionsgeschäfts versäumt hat (Eberle, Kapalschinski und Postinett, 2010), das Fotounternehmen Kodak, das die digitale Fotografie zu spät berücksichtigt hat (Handelsblatt, 2012a), und das Versandhaus Neckermann, das den Wechsel vom Kataloggeschäft hin zum Online-Handel verpasst hat (Handelsblatt, 2012b).

Neben der Durchdringung mit neuen Technologien sehen sich produzierende Unternehmen aktuell noch einer Vielzahl an weiteren Veränderungen gegenüber. Beispiele hierfür sind (Huber, 2016, S. 2, Schuh et al., 2017, S. 5, Abele und Reinhart, 2011, S. 10):

- Globalisierung,
- Dynamisierung der Produktlebenszyklen,
- hochindividualisierte Produkte,
- steigende Anforderungen an die Produktqualität und
- Ressourcenknappheit.

Diese Herausforderungen führen für Unternehmen dazu, dass die Prozesskomplexität drastisch steigt. Infolgedessen nimmt auch der notwendige Entscheidungsbedarf zur Steuerung der Prozesse zu. Industrie 4.0 bietet für Unternehmen viele Chancen, um diesen Herausforderungen zu begegnen. So lassen sich beispielsweise Prozesse durch die Einführung von cyber-physischen-Systemen (CPS) zunehmend automatisieren. Durch die von den CPS erhobenen Prozessdaten lässt sich ein virtuelles Abbild der Realität erzeugen. Auf dieser Datengrundlage können im Störfall fundierte Entscheidungen für die Ableitung und Umsetzung von Gegenmaßnahmen getroffen werden. So gelingt es, die steigende Prozesskomplexität beherrschbar zu machen.

1.2 Problemstellung

Der Begriff Industrie 4.0 wird aktuell sowohl in der Wissenschaft als auch in der Praxis intensiv diskutiert. Eine einheitliche Begriffsdefinition, die sowohl bei Wissenschaftlern

als auch bei Praktikern verbreitet ist, konnte sich bislang jedoch nicht durchsetzen. Vor diesem Hintergrund ist es sowohl für Wissenschaftler als auch für Praktiker schwierig, den Begriff und die dahinterliegenden Lösungskonzepte zu strukturieren und für die Verbesserung von Prozessen nutzbar zu machen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird Industrie 4.0 als ein Idealzustand verstanden. Daraus leitet sich die Frage ab, wie bestehende Prozesse hin zu diesem Idealzustand transformiert werden können und wie neue Prozesse gemäß dem Idealzustand gestaltet werden können. Dabei steht im Rahmen der vorliegenden Arbeit insbesondere die Transformation bestehender Prozesse im Vordergrund. Dies ist in der Praxis der weitaus häufiger eintretende Fall, da Prozesse in der Regel nicht von Grund auf neu geplant werden, sondern in bereits bestehende Strukturen integriert werden müssen. Bei der Transformation bestehender Prozesse ergeben sich jedoch verschiedene Problemstellungen. Zunächst stellt sich die Frage, welche Industrie-4.0-Reife der untersuchte Prozess aufweist und wie er im Verhältnis zum Industrie-4.0-Idealzustand einzuordnen ist. Nachdem bewertet wurde, welche Industrie-4.0-Reife der Prozess aufweist, stellt sich in einem weiteren Schritt die Frage, zu welchem Zielzustand der Prozess transformiert werden soll. Dabei muss entschieden werden, ob die maximale Ausprägung des Industrie-4.0-Idealzustands geeignet ist oder ob eine geringere Industrie-4.0-Ausprägung, insbesondere unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit, zielführender ist. Daraus leitet sich eine Differenz zwischen dem Ist- und dem Zielzustand ab. Somit ist bekannt wo sich der Prozess aktuell befindet und wohin er durch die Transformation entwickelt werden soll. Dabei ergibt sich als weitere Herausforderung die Fragestellung, wie man bei der eigentlichen Transformation am besten vorgehen kann, womit man anfängt und was ein möglicher Entwicklungspfad ist. Hierfür bedarf es einer Systematik, die Anhaltspunkte für einen strategischen Vorgehensplan zur Implementierung des Zielzustands bietet.

1.3 Zielsetzung und Abgrenzung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es somit, produzierende Unternehmen dazu zu befähigen, den aktuellen Stand von logistischen Prozessen hinsichtlich Industrie 4.0 zu analysieren, einen Zielzustand für Prozesse zu erarbeiten und Anhaltspunkte für eine stufenweise Transformation der Prozesse abzuleiten. In der Vergangenheit wurden bei der Transformation von Prozessen einzelne Gestaltungsebenen getrennt voneinander berücksichtigt. Ab den 1970er Jahren lag der Fokus beim Computer Integrated Manufacturing (CIM) auf der Implementierung neuer Technologien. Dabei wurden vollautomatisierte Produktionsprozessen angestrebt, bei denen der Mensch eine beobachtende Rolle einnahm. Von den 1970er bis in die 1990er Jahre fand parallel dazu, initiiert durch ein Forschungsprogramm des damaligen Bundesministeriums für Forschung und Technologie, die Humanisierung der Arbeitswelt statt. Bei dem Forschungsprogramm lag der Fokus darauf, die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter zu verbessern. Im Vergleich zu dem technologieorientierten CIM-Ansatz sollte dabei der Mensch in den Mittelpunkt gerückt werden. Er sollte nicht mehr der Produktion dienen,

sondern die Produktion ihm. Ab den 1990er Jahren wurde in der westlichen Welt der seit den 1950er Jahren von Toyota entwickelte Ansatz des Lean Managements adaptiert. Lean Management strebt eine „Verschlankung“ der Prozesse durch organisationale Veränderungen an. Beispiele hierfür sind die Eliminierung von unnötigen Arbeitsschritten zu Vermeidung von Verschwendung.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird Industrie 4.0 als ein Organisationskonzept verstanden, das die drei beschriebenen Gestaltungsebenen, Mensch, Technologie und Organisation, bei der Prozesstransformation gemeinsam berücksichtigt und aufeinander abgestimmt gestaltet. Um Prozesse gemäß diesem Organisationskonzept gestalten zu können, werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit vier Industrie-4.0-Organisationsprinzipien aus der Wissenschaft und Praxis abgeleitet. Dabei handelt es sich um: Vernetzung, Informationstransparenz, technische Assistenz und Subsidiarität. Durch die Kombination der drei Gestaltungsebenen mit deren Schnittstellen und den vier Organisationsprinzipien ergeben sich 24 Gestaltungselemente. Für diese wird ein Reifegradmodell entwickelt, das die einzelnen Gestaltungselemente in aufeinander aufbauende Stufen gliedert, die einen Entwicklungspfad aufzeigen. Zur Anwendung des Reifegradmodells wird ein Fragebogen entwickelt. Das Ziel des Fragebogens ist es, Unternehmen in die Lage zu versetzen, die Industrie-4.0-Reife von Prozessen eigenständig zu bestimmen. Zur Anwendung des Industrie-4.0-Reifegradmodells wird darüber hinaus ein methodisches Vorgehen entwickelt, das Unternehmen dabei unterstützt, einen Zielzustand zu entwickeln und einen strategischen Vorgehensplan abzuleiten, und somit bei der Industrie-4.0-konformen Transformation logistischer Prozesse unterstützt. Tabelle 1.1 listet die daraus abgeleiteten Forschungsfragen auf.

Tabelle 1.1 Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit

	Forschungsfragen
1.	Wie kann die Industrie-4.0-Reife des Ist- und Zielzustands von logistischen Prozessen in produzierenden Unternehmen mit einem Reifegradmodell gemessen werden?
1.1	Wie muss die Architektur des Reifegradmodells entworfen werden, um in der Logistik von einem produzierenden Unternehmen eingesetzt werden zu können?
1.2	Mit welchen Grundprinzipien lässt sich Industrie 4.0 beschreiben?
1.3	Welche Gestaltungsbereiche sind im Zusammenhang mit Industrie 4.0 für die Logistik in produzierenden Unternehmen relevant?
2.	Wie kann die Anwendung des Industrie-4.0-Reifegradmodells methodisch unterstützt werden?
2.1	Wie kann die Entwicklung eines Zielzustands methodisch unterstützt werden?
2.2	Wie kann das Reifegradmodell bei der Implementierung des Zielzustands eingesetzt werden?

Reifegradmodelle finden im industriellen Kontext eine breite Anwendung, um Transformationsvorhaben zu unterstützen. So befasst sich aktuell beispielsweise ein Fachausschuss der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA), unter Mitarbeit des Autors der vorliegenden Arbeit, mit der systematischen Transformation und Evaluation von Produktionssystemen. Der Fachausschuss hat das Ziel, eine Richtlinie zu erarbeiten, die ein Vorgehensmodell für die Anwendung von Reifegradmodellen beinhaltet und bei der Auswahl eines geeigneten Reifegradmodells unterstützt (VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2018).

1.4 Forschungsmethodik

Die Forschungsmethodik der vorliegenden Arbeit basiert auf der Design-Science-Methodologie. Design Science verfolgt das Ziel, Artefakte zu entwickeln und/oder zu evaluieren, die Probleme innerhalb von Organisationen lösen. Artefakte können sowohl Konstrukte, Methoden, Prototypen, Implementierungen oder Modelle sein (Hevner et al., 2004, S. 77). Dadurch generiert Design Science zum einen neue wissenschaftliche Erkenntnisse und trägt zum anderen zur Lösung von Problemen aus der Praxis bei (Sein et al., 2011, S. 38, Iivari und Venable, 2009, S. 4). Innerhalb von Design Science können verschiedene Forschungsmethoden unterschieden werden (Iivari und Venable, 2009, S. 5). Um sowohl den wissenschaftlichen Anforderungen als auch den Praxisanforderungen gerecht zu werden, stellen die entwickelten Methoden die

Entwicklung und Anwendung der Artefakte in den Mittelpunkt (Sein et al., 2011, S. 38, Orlikowski und Iacono, 2001, S. 121, Iivari und Venable, 2009, 3-4). Traditionelle Methoden des Design Science, wie beispielsweise der konstruktionsorientierte Ansatz von Hevner et al. (2004), bieten die Möglichkeit, über die reine Beschreibung von Phänomenen hinauszugehen und praxisorientiertes Wissen zu generieren. Dabei berücksichtigen sie jedoch den praxisbezogenen Kontext nicht ausreichend, der in die Lösungsentwicklung der vorliegenden Arbeit mit einfließen muss. (Sein et al., 2011, S. 38). Action Design Research (ADR) schließt diese Lücke und strebt die Generierung von präskriptivem Wissen durch die Entwicklung von Artefakten in einem praxisbezogenen Umfeld an (Sein et al., 2011, S. 40). Der methodische Rahmen von ADR gliedert sich in vier Phasen. Die vier Phasen und die dazugehörigen sieben Prinzipien werden in der nachfolgenden Tabelle 1.2 beschrieben. Ihre Umsetzung ist Thema der vorliegenden Arbeit.

Tabelle 1.2 Überblick über die vier Phasen des Action Design Research

Phase	Bezeichnung	Beschreibung
1	Problemformulierung	<p><i>Prinzip 1: Praxisorientierte Forschung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Problemstellung leitet sich aus zehn Fallstudien aus der Praxis ab und bildet die Grundlage zur Generierung von neuem Wissen, das sich auf vergleichbare Aufgabenstellungen in anderen Bereichen übertragen lässt (Sein et al., 2011, S. 40). <p><i>Prinzip 2: In die Theorie eingebettetes Artefakt</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Das zur Problemlösung entwickelte Reifegradmodell stützt sich auf Theorien aus der Wissenschaft. Aus der entwickelten Taxonomie von Gregor (2006, S. 620) können geeignete Theorietypen abgeleitet werden. Grundsätzlich geeignet sind Theorien vom Typ 4 (Erklärung und Vorhersage) und Theorien vom Typ 5 (Entwicklung und Ausführung) (Sein et al., 2011, S. 40). Das entwickelte Reifegradmodell ordnet sich in Theorien vom Typ 5 ein, die „beschreiben, wie etwas zu tun ist“ (Gregor, 2006, S. 620).
2	Entwicklung, Überarbeitung und Evaluation	<p><i>Prinzip 3: Wechselseitige Gestaltung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Die Entwicklung des Reifegradmodells erfolgt in einem iterativen Prozess. Zunächst wurde das Reifegradmodell vor einem wissenschaftlichen Hintergrund gestaltet und anschließend in der Praxis angewendet. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen daraufhin in die wissenschaftsorientierte

Phase	Bezeichnung	Beschreibung
		<p>Weiterentwicklung des Reifegradmodells ein. Im Anschluss wurde das Reifegradmodell erneut in der Praxis angewendet (Sein et al., 2011, S. 43). Dieser Vorgang wurde mehrfach wiederholt, bis ein Sättigungspunkt erreicht wurde, an dem eine wiederholte Anwendung keine signifikanten Veränderungen mehr erfordert hätte (Maier, Moultrie und Clarkson, 2012, S. 151).</p> <p><i>Prinzip 4: Gegenseitig beeinflusste Rollen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Das ADR-Team setzt sich aus verschiedenen Rollen zusammen. Zum einen sind Wissenschaftler beteiligt, die theoretisches und technologisches Wissen einbringen, und zum anderen Praktiker, die Praxiswissen und Hypothesen einbringen (Mathiassen, 2002, S. 337). <p><i>Prinzip 5: Gleichzeitige und gewissenhafte Evaluation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Evaluation des Reifegradmodells ist ein integraler Bestandteil der Reifegradmodellentwicklung, der sich über die gesamte Entwicklung des Artefakts erstreckt. Das Vorgehen wird durch die in Prinzip 4 beschriebene gegenseitige Beeinflussung der beteiligten Rollen unterstützt (Sein et al., 2011, S. 43).
3	Reflexion und Lernen	<p><i>Prinzip 6: Geführte Entstehung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die während der Entwicklung des Reifegradmodells gesammelten Erkenntnisse werden kontinuierlich für die Weiterentwicklung des Modells genutzt (Sein et al., 2011, S. 44).
4	Formalisierung des Gelernten	<p><i>Prinzip 7: Verallgemeinerte Ergebnisse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Erkenntnisse, die aus der Entwicklung des Reifegradmodells entstanden sind, werden generalisiert, damit sie auf vergleichbare Problemstellungen übertragen werden können. Dabei werden die folgenden drei Komponenten generalisiert: Problemstellung, Problemlösung und Forschungsergebnis (Sein et al., 2011, S. 44).

Nach Sein et al. (2011, S. 42–43) lassen sich zwei verschiedene Typen bei der zweiten Phase (Entwicklung, Überarbeitung und Evaluation) unterscheiden. Zum einen gibt es Artefakte, die eine neue und innovative Technologie als Forschungsergebnis haben, und zum anderen Artefakte, die innovatives Wissen aus einem organisationalen Umfeld generieren. Das im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu erarbeitende Reifegradmodell entspricht einem Artefakt der zweiten Kategorie. Daraus leitet sich ab, dass das Reifegradmodell nach jedem Iterationszyklus zusammen mit Anwendern aus der Praxis angewendet werden muss. Das sich daraus ergebende Vorgehensschema wird in Abbildung 1.1 dargestellt.

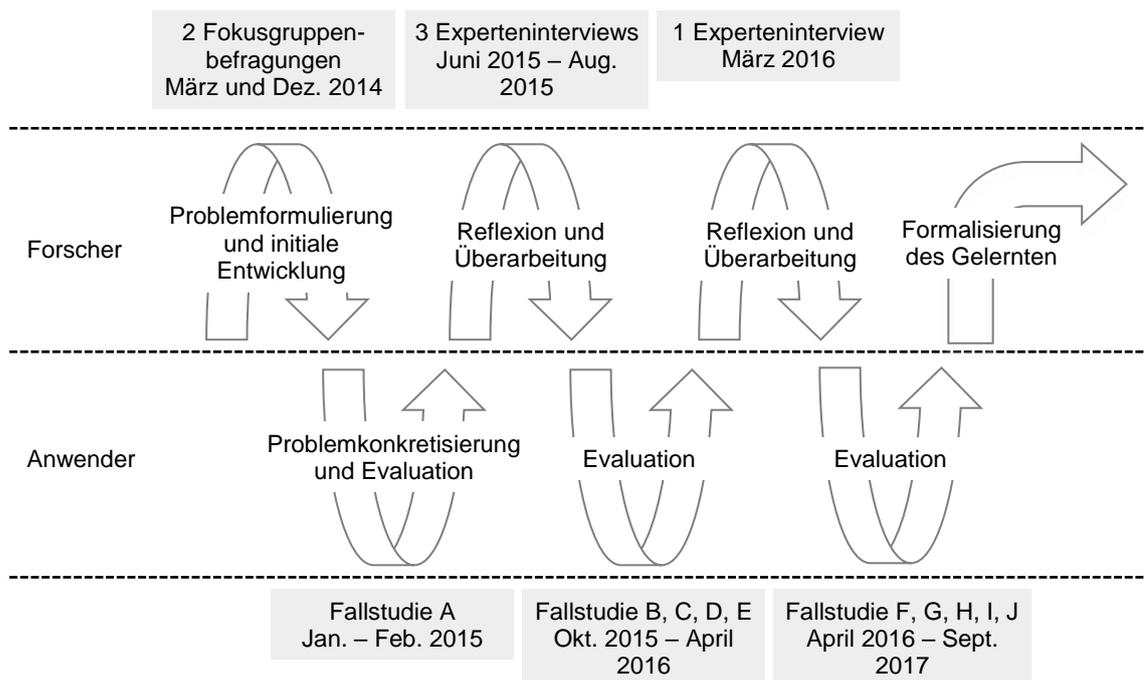


Abbildung 1.1 Das Vorgehensschema zur Entwicklung, Überarbeitung und Evaluation des Reifegradmodells (in Anlehnung an Sein et al., 2011, S. 43)

Zur Umsetzung der vier iterativen Phasen von ADR wurden drei verschiedene Methoden angewendet, um Informationen aus der Praxis zu sammeln. Dabei handelt es sich um Experteninterviews, Fokusgruppenbefragungen und Fallstudien. Diese Methoden wurden durch eine Literaturrecherche ergänzt, die sowohl wissenschaftliche als auch praxisorientierte Literatur berücksichtigt hat. Die Forschungsergebnisse wurden in Konferenzbeiträgen, einem Zeitschriftenaufsatz wie auch in der vorliegenden Arbeit formalisiert und dokumentiert.

1.5 Aufbau der Arbeit

Im Folgenden wird der Aufbau der Arbeit beschrieben und in Abbildung 1.2 grafisch dargestellt.

Zur Einführung in das Thema werden in Kapitel 2 die begrifflichen Grundlagen für die vorliegende Arbeit gelegt. Dabei wird in Abschnitt 2.1 zunächst die Logistik als Anwendungsdomäne vorgestellt. Anschließend wird in Abschnitt 2.2 darauf eingegangen, welche verschiedenen Elemente bei der Gestaltung von Organisationen berücksichtigt werden müssen. In Abschnitt 2.3 wird daraufhin aufgezeigt, wie Organisationen entsprechend transformiert werden können. Abschnitt 2.4 geht entsprechend dem zweiten Forschungsziel, der Methode zur Anwendung des Industrie-4.0-Reifegradmodells, auf die Entwicklung von Methoden ein. Dabei steht das Methoden-Engineering im Fokus der Betrachtung.

Kapitel 3 behandelt die konzeptionellen Grundlagen der vorliegenden Arbeit. Zunächst werden in Abschnitt 3.1 Reifegradmodelle charakterisiert und anschließend in Abschnitt 3.2 Merkmale von Reifegradmodellen herausgearbeitet. Aufbauend darauf werden drei Kategorien von Reifegradmodellen abgeleitet. Für jede der drei Kategorien werden in Abschnitt 3.3 bis 3.5 ausgewählte Reifegradmodelle vorgestellt und diskutiert. Es werden sowohl Industrie-4.0-spezifische Reifegradmodelle als auch Industrie-4.0-unspezifische Reifegradmodelle behandelt. Abschließend werden in Abschnitt 3.6 allgemeine Vorgehensweisen zur Entwicklung von Reifegradmodellen vorgestellt.

Kapitel 4 behandelt den Industrie-4.0-spezifischen Stand der Technik. Dabei geht Abschnitt 4.1 zunächst allgemein auf den Begriff Industrie 4.0 ein und beschreibt dessen Ursprung. Abschnitt 4.2 arbeitet heraus, welche Treiber zu dem mit Industrie 4.0 verbundenen Paradigmenwechsel geführt haben. Zur weiteren Definition von Industrie 4.0 werden in Abschnitt 4.3 vier Industrie-4.0-Komponenten definiert und beschrieben. Als letzter Abschnitt des vierten Kapitels geht Abschnitt 4.4 auf den soziotechnischen Charakter von Industrie 4.0 ein. Dabei werden die in Abschnitt 2.2 erarbeiteten Ebenen der Organisationsgestaltung auf Industrie-4.0-spezifische Anwendungsfälle übertragen. Kapitel 5 beinhaltet die Konzeptionierung des Industrie-4.0-Reifegradmodells. Auf der Basis der vorgestellten allgemeinen Vorgehensweisen zur Reifegradmodellentwicklung wird in Abschnitt 5.1 ein spezifisches Vorgehen abgeleitet, mit dem das Reifegradmodell der vorliegenden Arbeit entwickelt wird. Abschnitt 5.2 zeigt auf, welche wesentlichen Bestandteile bei der Entwicklung des Reifegradmodells berücksichtigt werden müssen. In Abschnitt 5.3 wird die aus der Praxis abgeleitete Problemstellung beschrieben. Dazu werden Fokusgruppenbefragungen und Experteninterviews durchgeführt. Anschließend werden in Abschnitt 5.4 die formalen Anforderungen an das Reifegradmodell abgeleitet. Abschnitt 5.5 erfasst die inhaltlichen Anforderungen an das Reifegradmodell. Dazu werden insgesamt zehn Fallstudien durchgeführt. Basierend auf den an das Reifegradmodell gestellten inhaltlichen und formalen Anforderungen und der Problemstellung werden in Abschnitt 5.6 die in Abschnitt 3.3 bis 3.5 vorgestellten Reifegradmodelle hinsichtlich ihrer Eignung analysiert. Da keins der bestehenden Modelle die Anforderungen erfüllt, wird im weiteren Verlauf der Arbeit eine Neuentwicklung durchgeführt. Abschnitt 5.7 legt die Entwicklungsstrategie für das Reifegradmodell fest.

Kapitel 6 beinhaltet die Entwicklung des Industrie-4.0-Reifegradmodells. Dazu werden in Abschnitt 6.1 in einem ersten Schritt fünf Reifegradstufen entwickelt. Anschließend werden in Abschnitt 6.2 mit einem literaturbasierten Ansatz Gestaltungsdimensionen abgeleitet. Mithilfe dieser Gestaltungsdimensionen wird der Begriff Industrie 4.0 beschrieben. Durch eine Kombination der Gestaltungsdimensionen mit den Gestaltungsebenen werden in Abschnitt 6.3 insgesamt 24 Gestaltungselemente abgeleitet und beschrieben. Abschnitt 6.4 behandelt die Wechselwirkungen zwischen den Gestaltungselementen. Der Beitrag der Gestaltungselemente zu den Zielen der Logistik wird in Abschnitt 6.5 dargestellt. Abschließend werden in Abschnitt 6.6 die zu Beginn des Kapitels entwickelten Reifegradstufen auf die Gestaltungselemente übertragen und individuelle Reifegradstufen für die Gestaltungselemente abgeleitet.

In Kapitel 7 wird eine Methode zur systematischen Anwendung des Industrie-4.0-Reifegradmodells entwickelt. Dazu wird in Abschnitt 7.1 der Aufbau der Methode beschrieben. In Abschnitt 7.2 erfolgt die Entwicklung von Methodenfragmenten. Diese sind nach den vier Schritten der Methode strukturiert: die Betrachtung des Ist-Zustands, die Entwicklung des Industrie-4.0-Zielprozesses, die Ableitung eines strategischen Vorgehensplans und die Implementierung.

In Kapitel 8 werden die entwickelten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit evaluiert. Abschnitt 8.1 führt in die Grundlagen der Evaluation ein. Basierend darauf werden im Folgenden vier Dimensionen evaluiert: die ökonomische Perspektive, die Nutzerperspektive, die Ingenieursperspektive und die epistemologische Perspektive. Abschließend werden in Kapitel 9 die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zusammengefasst und der weitere Forschungsbedarf für sich anschließende wissenschaftliche Arbeiten herausgearbeitet.

1	Einführung	1.1 - 1.2	Motivation und Problemstellung	1.3	Zielsetzung und Abgrenzung	1.4	Forschungsmethodik	1.5	Aufbau der Arbeit
2	Begriffliche Grundlagen	2.1	Logistik	2.2	Organisationsgestaltung	2.3	Change Management	2.4	Methoden-Engineering
3	Konzeptionelle Grundlagen	3.1	Charakterisierung von Reifegradmodellen	3.2	Merkmale von Reifegradmodellen	3.3 - 3.5	Vorstellung und Diskussion ausgewählter Reifegradmodelle		
		3.6	Allgemeine Vorgehensweisen zur Entwicklung von Reifegradmodellen						
4	Stand der Technik	4.1	Industrie 4.0			4.2	Treiber für ein neues Produktionsparadigma		
		4.3	Industrie-4.0-Komponenten			4.4	Industrie 4.0 als soziotechnisches System		
5	Modell-konzipierung	5.1	Vorgehenssystematik	5.2	Aufbau des Reifegradmodells	5.3	Problemdefinition		
		5.4 - 5.5	Formale und inhaltliche Anforderungsdefinition		5.6	Bewertung der Eignung bestehender Reifegradmodelle	5.7	Festlegung der Entwicklungsstrategie	
6	Modell-entwicklung	6.1	Definition von Reifegraden	6.2	Entwicklung von Gestaltungsdimensionen	6.3	Entwicklung von Gestaltungselementen		
		6.4	Wechselwirkungen zwischen den Industrie-4.0-Potenzialen		6.5	Beitrag zu den Zielen der Logistik	6.6	Ausprägung der Reifegradstufen	
7	Methode zur Anwendung des Modells	7.1	Aufbau der Methode		7.2	Entwicklung von Mehtodenfragmenten			
8	Modell-evaluation	8.1	Grundlagen der Evaluierung		8.2	Evaluation der ökonomischen Perspektive		8.3	Evaluation der Nutzerperspektive
		8.4	Evaluation der Ingenieursperspektive		8.5	Evaluation der epistemologischen Perspektive			
9	Zusammenfassung, Reflexion und Ausblick	9.1	Zusammenfassung der Ergebnisse		9.2	Weiterer Forschungsbedarf			

Abbildung 1.2 Aufbau der vorliegenden Arbeit (eigene Darstellung)