

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Die Gesellschaft und die Wirtschaft befinden sich, hervorgerufen durch die sich gegenseitig verstärkenden Trends der Automatisierung und Digitalisierung, aktuell in einem beschleunigten Wandel [Wittpahl 2017, S. 5]. Eine immer weiter fortschreitende Digitalisierung der Prozesse eröffnet der Industrie ein riesiges Innovationspotenzial zur Verbesserung ihrer Wertschöpfungs- und Leistungsfähigkeit [Stich et al. 2015, S. 64]. Die Vernetzung der virtuellen Computerwelt mit der physischen Welt der industriellen Produktion wird zur Zeit häufig mit dem Begriff Industrie 4.0 bezeichnet [Hirsch-Kreinsen 2014, S. 1]. Dieser Begriff findet seinen Ursprung im zeitlichen Umfeld der Hannover Messe 2011 [Huber 2016, S. 1]. Inzwischen existieren über 30 Definitionen dieses Begriffs, wobei eine allgemeingültige Definition schwer möglich ist [Lasi et al. 2014, S. 262; Wannewetsch 2014, S. 30]. Industrie 4.0 kann vielmehr als ein Metabegriff der Weiterentwicklungen in den Bereichen der Produktions- und Wertschöpfungssysteme verstanden werden [Bischoff et al. 2015, S. 12]. Im Kern fokussiert die Industrie 4.0 eine effizientere vertikale Vernetzung über Produktionssysteme sowie die horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke [Stich et al. 2015, S. 65]. Wertschöpfungsnetzwerke bezeichnen in diesem Zusammenhang die verhältnismäßig stabile und partnerschaftliche Beziehung mehrerer rechtlich selbstständiger und wirtschaftlich unabhängiger Unternehmen [Becker et al. 2008, S. V].

Mit der Industrie 4.0 befindet sich die Wirtschaft an der Schwelle zu einem neuen industriellen Zeitalter, in dessen Mittelpunkt die intelligente Fabrik der Zukunft steht. Mit steigendem Grad der Automatisierung, Vernetzung und zunehmender Komplexität der Maschinen und Anlagen kommt auch der Instandhaltung eine wachsende Bedeutung zu, denn nur eine optimierte Instandhaltung gewährleistet dauerhaft die notwendige Aufrechterhaltung der Anlagenverfügbarkeit und ermöglicht möglichst unterbrechungsfreie Produktionsprozesse. Die Organisation der Instandhaltung ist somit ein wesentlicher Faktor zur Optimierung der Leistungsfähigkeit einer Industrieproduktion. Nach der *acatach POSITION „Smart Maintenance für smart Factories“* wird z. B. der deutschen Industrie die mögliche Erwirtschaftung einer Summe von rund einer Billion Euro alleine durch Optimierung präventiver und werterhaltender Instandhaltungsmaßnahmen unterstellt. Durch die dadurch bedingte Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit können die drei- bis fünfmal höheren Folgekosten einer Störung vermieden und dieser sehr hohe Produktivitätsgewinn realisiert werden. Die Instandhaltung ist deshalb ein wesentlicher dispositiver Faktor, der es Unternehmen ermöglicht, durch die Vermeidung von Produktionsstörungen ein besseres Betriebsergebnis zu erwirtschaften. [Henke & Kuhn 2015, S. 7; Pawellek 2013, S. V; Schenk 2010, S. VII]

Innerhalb der Instandhaltung ist der Umgang mit Ersatzteilen und deren Management Kernbestandteil für ein optimales Funktionieren des kompletten Instandhaltungssystems [Matyas 2010, S. 173]. Ersatzteile sowie deren Beschaffung und Bevorratung sind ein erheblicher Kostenfaktor [Strunz 2012, S. 570]. Die Prozesse

müssen deshalb gut organisiert werden. Ersatzteile sollen zum einen jederzeit in der benötigten und erforderlichen Menge zur Verfügung stehen, dürfen aber zum anderen nicht zu hohe Kosten verursachen [Biedermann 2008, S. 2].

Um diese Ziele möglichst optimal erreichen zu können, ist es notwendig neue Modelle zu entwickeln, die zu einer gewünschten Verbesserung führen können. Das ist die Motivation für die vorliegende Arbeit. Es soll untersucht und dargelegt werden, wie Vorteile durch eine partnerschaftliche Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement zwischen mehreren Unternehmen ausgenutzt werden können. Aus diesem Grund wird ein Gestaltungs- und Erklärungsmodell entwickelt und auf seine Anwendung hin überprüft. Möglichen Anwendern soll dadurch ein Hilfsmittel angeboten werden, um unternehmensübergreifend enge Partnerschaften im Bereich des Ersatzteilmanagements gestalten und eingehen zu können.

An dieser Stelle bieten die Trends der Industrie 4.0 als vierte industrielle Revolution neue Möglichkeiten auch im Bereich des Ersatzteilmanagements. In der Forschung und Entwicklung von Produktions- und Managementmodellen wird z. Z. kein anderes Thema intensiver behandelt als Industrie 4.0. Industrie 4.0 hat somit einen großen Einfluss auf die etablierten Geschäftsmodelle produzierender Unternehmen. [Klink et al. 2016, S. 2]

Im Abschlussbericht des acatech-Arbeitskreises Industrie 4.0, welcher auf der Hannover Messe 2013 präsentiert wurde, wird u. a. der horizontalen Integration über Wertschöpfungsnetzwerke ein großes Potenzial unterstellt. Es sind Methoden und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die eine entsprechende Zusammenarbeit und gleichzeitig eine Analyse und Bewertung der wirtschaftlichen und technologischen Potenziale ermöglichen. [Kagermann et al. 2013, S. 89f.]

In diesem Bericht werden zwar Produktionssysteme und -prozesse angesprochen, jedoch lässt sich ohne eine angepasste Instandhaltung und die Einbeziehung der relevanten Ersatzteile die erforderliche Anlagenverfügbarkeit nicht sicherstellen.

Unternehmen mit sich überschneidenden Ersatzteilspektren stehen auch vergleichbaren Problemen und Herausforderungen gegenüber. Die Problemstellungen und Prozesse im Ersatzteilmanagement sind über die Unternehmen und Branchen hinweg nahezu identisch und können ähnlich gestaltet werden. [Gassner 2013, S. 1]

Es bietet sich deshalb für Unternehmen das Eingehen einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit im Bereich des Ersatzteilmanagements mit Unternehmen, die ein vergleichbares Ersatzteilspektrum aufweisen, an. Derartige Partnerschaften eröffnen innovative und effektive Möglichkeiten durch Nutzung von Synergien den wirtschaftlichen Herausforderungen besser gerecht zu werden. Bei dieser Art der horizontalen Zusammenarbeit behalten alle Unternehmen, im Gegensatz z. B. zu einer Fusion, rechtlich und wirtschaftlich ihre Unabhängigkeit [Arndt 2015, S. 125f.]. Unternehmen sind gezwungen sich permanent zu verändern und sich den Gegebenheiten und Herausforderungen von Technologien und Märkten anzupassen, da sonst sehr schnell existenzbedrohende Entwicklungen entstehen können [Strohmeier 2007, S. 1].

Die Ergebnisse der Literaturrecherche hinsichtlich des aktuellen Standes in der Literatur und Wissenschaft belegen zudem, dass durch eine virtuelle Zentralisierung eine Bestandsoptimierung stattfinden kann. Zum Ausnutzen dieser Effekte sind jedoch die richtigen Partner auszuwählen und die Abläufe und Prozesse derart transparent,

bewusst und zielorientiert zu gestalten, dass ein transparenter und stetiger Informationsfluss stattfinden kann. Jedoch wurde bisher der unternehmerische Funktionsbereich des Ersatzteilmanagements nicht als Kerngegenstand der Gestaltung einer horizontalen Partnerschaft betrachtet (vgl. Anhang A).

Diese Arbeit stellt deshalb Interessenten ein Instrumentarium zur Verfügung, wie eine enge partnerschaftliche Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement im Verbund mit weiteren Unternehmen gestaltet und erklärt werden kann. Das Gestaltungs- und Erklärungsmodell liefert als ein Instrumentarium Anwendern eine Unterstützung, angefangen bei der Auswahl der richtigen Partner bis hin zum Ablauf und der Gestaltung der Zusammenarbeit. Zusätzlich werden Gestaltungsparameter und Bewertungswerkzeuge erarbeitet und zur Verfügung gestellt, anhand derer die Konstituierung der Zusammenarbeit durchgeführt und bewertet werden kann.

Für die Entwicklung der Arbeit wurden die Ergebnisse des Projekts *Chem-Log.Net – Logistiknetzwerk für die Chemieparks in NRW zur gemeinsamen Nutzung von Ersatzteilen* verwendet. Die Erfahrungen aus diesem Forschungsprojekt sind wesentlicher Initiator für diese Arbeit.

## 1.2 Das Forschungsprojekt Chem-Log.Net

Das Forschungsprojekt *Chem-Log.Net – Logistiknetzwerk für die Chemieparks in NRW zur gemeinsamen Nutzung von Ersatzteilen* wurde vom Land Nordrhein-Westfalen sowie der EUROPÄISCHEN UNION, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, „Europa – Investition in unsere Zukunft“ gefördert. An diesem Projekt hat der Verfasser der Arbeit maßgeblich mitgearbeitet. Das Ziel des Forschungsprojekts Chem-Log.Net bestand im Aufzeigen einer standortübergreifenden Lösung, mit der effiziente logistische Prozesse eines unternehmensübergreifenden Ersatzteilmanagements im Bereich von Chemieparks ermöglicht werden sollten. Es wurde eine Möglichkeit geschaffen, Ersatzteilbestände mehrerer Partner in unterschiedlichen Chemieparks einzusehen und bei diesen, in bestimmten Fällen, Ersatzteile zu bestellen. Eine weitere wichtige Zielsetzung war Bestände über Unternehmens- und Chemieparkgrenzen hinweg zu optimieren.

Es wurden mögliche Synergieeffekte im gesamten Prozess herausgearbeitet und bewertet. Als Ergebnis wurden Prozessabläufe, die ein effizientes Arbeiten im Verbund ermöglichen, sowie die Aufgaben eines unterstützenden Assistenzsystems aufgezeigt. Das erarbeitete Assistenzsystem wurde im Projekt als Prototyp beispielhaft realisiert. Mit diesem Assistenzsystem konnten Kernfunktionen, wie z. B. das netzwerkinterne Beschaffen von Ersatzteilen, getestet und Netzwerkabläufe simuliert werden. Zur Optimierung der Lagerhaltungskosten wurde ein mathematisches Modell zum Berechnen der optimalen Netzwerkbestände entwickelt. Dieses im Assistenzsystem integrierte Optimierungsmodell wurde zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit von Ersatzteilen aller Partner bei gleichzeitiger Minimierung der Ersatzteilbestände und unter Einhaltung der partnerindividuellen Unternehmensbedürfnisse (z. B. Teileverfügbarkeit) verwendet.

Zur Zielerreichung wurden im Projekt Chem-Log.Net, wie in der folgenden Abbildung 1-1 dargestellt, drei Phasen mit insgesamt acht operativen Arbeitspaketen festgelegt:

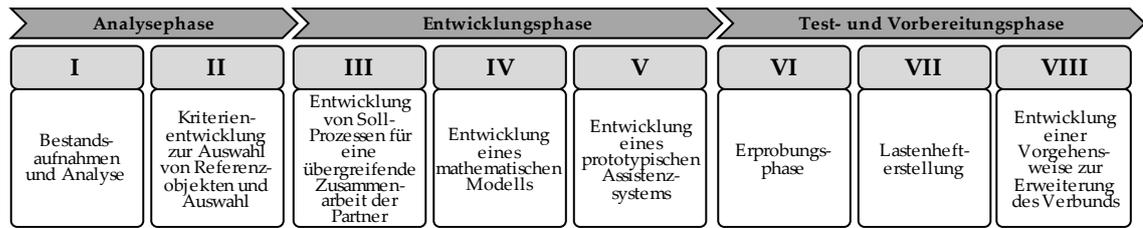


Abbildung 1-1: Operative Arbeitspakete des Projekts Chem-Log.Net

Die Analysephase bestand aus zwei Arbeitspaketen. Das erste Arbeitspaket beinhaltete umfassende Bestandsaufnahmen bei den Projektpartnern, die Ersatzteile selbst bevorrateten. Hier wurde ein detaillierter Überblick über vorhandene Strukturen, verwendete Methoden und IT-Systeme zusammengetragen. Das zweite Arbeitspaket fokussierte die Entwicklung eines Anforderungskatalogs zur Auswahl von referenzartigen Ersatzteilen. Diese Ersatzteile dienten in der späteren Erprobungsphase (VI) als Betrachtungsobjekte.

Die an die Analyse anschließende Entwicklungsphase beinhaltete Arbeitspakete, in welchen die standortspezifische Lösung eines chemieparkübergreifenden Ersatzteilmanagements entworfen wurde. Hierfür erfolgte im dritten Arbeitspaket die Definition der notwendigen Soll-Prozesse sowie eines Regelwerks zur Steuerung des Betriebsablaufs innerhalb des Verbundes. Auf Basis der erarbeiteten Steuerungsregeln wurde im vierten Arbeitspaket ein Berechnungs- und Simulationsmodell entwickelt. Das Modell berechnet den optimalen Bestand im Verbund bei Einhaltung der geforderten Teilverfügbarkeiten aller Partner. Im fünften Arbeitspaket wurde ein Prototyp eines verbundspezifischen Assistenzsystems zur Visualisierung der systemtechnisch unterstützten Abläufe des unternehmensübergreifenden Ersatzteilmanagements entwickelt.

In der Test- und Vorbereitungsphase wurden zum einen die entwickelten Ergebnisse erprobt und zum anderen die Anforderungen der späteren Umsetzung betrachtet. Hierfür wurden im sechsten Arbeitspaket, aufbauend auf Testszenarien, die Abläufe und unterstützenden Funktionen des Assistenzsystems ausführlich begutachtet und verbessert. Zur Vorbereitung einer möglichen Realisierung wurden im siebten Arbeitspaket die systemtechnisch ablaufenden Prozesse und die hierfür notwendige IT-Infrastruktur beschrieben. Das achte Arbeitspaket widmete sich abschließend der Festlegung aller notwendigen Kriterien zur Identifikation weiterer potenzieller Partner.

### 1.3 Zielsetzung

In Abschnitt 1.1 wurde darauf hingewiesen, dass sich die Wirtschaft aktuell mit der Industrie 4.0 an der Schwelle zu einem neuen industriellen Zeitalter befindet. Die Vernetzung der virtuellen mit der physischen Welt und die damit einhergehenden Digitalisierung eröffnen Unternehmen ein großes Innovationspotenzial. Etablierte Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten sind zu überdenken. Das Eingehen einer horizontalen Integration über Wertschöpfungsnetzwerke ermöglicht im Ersatzteilmanagement die Erschließung weiterer Potenziale zur Steigerung der Effizienz und Reduktion der Kosten.

In Anlehnung an den Abschlussbericht des acatech-Arbeitskreises Industrie 4.0 wird empfohlen, Methoden zu entwickeln, die eine entsprechende Zusammenarbeit und

gleichzeitig eine Analyse und Bewertung der wirtschaftlichen und technologischen Potenziale ermöglichen [Kagermann et al. 2013, S. 90]. Im Projekt Chem-Log.Net wurde ein unternehmens- und chemieparkübergreifendes Logistiknetzwerk als Prototyp entwickelt (vgl. Abschn. 1.2). Es wurden dort speziell auf den Anwendungsfall „Ersatzteilmanagement innerhalb von Chemieparks“ zugeschnittene Abläufe herausgearbeitet und eine für alle Teilnehmer gültige Verbindlichkeit festgelegt. Das prototypische Assistenzsystem unterstützt die Optimierung von Ersatzteilbeständen und eine unternehmensübergreifende Auftragsabwicklung. Durch eine gemeinsame Nutzung der Ersatzteile konnten Synergien erzielt und Kosten eingespart werden.

Aufbauend auf diesem Pilotprojekt soll in dieser Arbeit ein allgemeingültiges Instrumentarium entwickelt werden, welches die Umsetzung einer engen partnerschaftlichen Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen im Ersatzteilmanagement ermöglicht.

---

*Die Zielsetzung und Forschungsaufgabe besteht daher in der Entwicklung eines Instrumentariums zur Gestaltung und Erklärung einer engen partnerschaftlichen Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen im Ersatzteilmanagement.*

---

Hierfür ist es erforderlich die Sichtweisen des Projekts Chem-Log.Net zu erweitern und zu verallgemeinern. Anwender sollen durch das Forschungsergebnis dieser Arbeit befähigt werden, mit geeigneten Partnern eine derartige Zusammenarbeit erklären und eingehen zu können. Die gestaltete Zusammenarbeit muss dabei veränderungsfähig sein, um den Turbulenzen und permanenten Veränderungen gerecht zu werden [Wildemann et al. 2005, S. 83ff.].

Das in dieser Arbeit zu entwickelnde Instrumentarium muss sicherstellen, dass Lesern die methodischen Grundlagen vermittelt werden, um eine partnerschaftliche Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement mit potenziellen Partnern erfolgreich gestalten zu können. Das Ergebnis muss hinsichtlich der wirtschaftlichen Potenziale analysier- und bewertbar sein sowie die notwendige Veränderungsfähigkeit aufweisen. Nach Anwendung des Instrumentariums sollte auf Basis der Ergebnisse eine Umsetzung der partnerschaftlichen Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement möglich sein.

Deshalb müssen Klarheit und ein einheitliches Verständnis über wichtige Begriffe und Vorgehensweisen hergestellt werden. Dazu gehört auch die Beantwortung folgender Forschungsfragen:

- F-1: Welche Ausprägungsform einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit eignet sich am besten für ein unternehmensübergreifendes Ersatzteilmanagement?*
- F-2: Welche Funktionsbereiche muss die partnerschaftliche Zusammenarbeit umfassen und welcher ist Kerngegenstand?*
- F-3: Wie kann eine unternehmensübergreifende Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement hinsichtlich Art und Umfang charakterisiert werden?*
- F-4: Welche Forschungstheorie eignet sich als wissenschaftlicher Ordnungsrahmen zur Beschreibung und Anwendung des zu entwickelnden Instrumentariums?*

## 1.4 Aufbau der Arbeit und Einordnung in den Forschungsprozess angewandter Wissenschaften

Auf Basis der aufgezeigten Motivation und der daraus abgeleiteten Zielsetzung lässt sich die vorliegende Arbeit in den Bereich der konzeptionellen Forschung zur Entwicklung praxisrelevanter Modelle und Konzepte einordnen. Diese thematisiert Probleme praktisch handelnder Menschen, für deren Lösung bisher kein ausreichendes Wissen zur Verfügung steht [Ulrich 1981, S. 5].

ULRICH als einer der Vorreiter der angewandten Wissenschaft gibt einen Forschungsprozess in sieben Phasen vor, welcher als Grundlage für den Aufbau dieser Arbeit dient (vgl. Abbildung 1-2). Er beginnt mit der Erfassung und Typisierung praxisrelevanter Probleme, fokussiert die Anwendungszusammenhänge und die Ableitung von Beurteilungskriterien, Gestaltungsregeln und -modellen und endet mit einer praxisrelevanten Validierung der Ergebnisse. [Ulrich 1984, S. 192ff.]

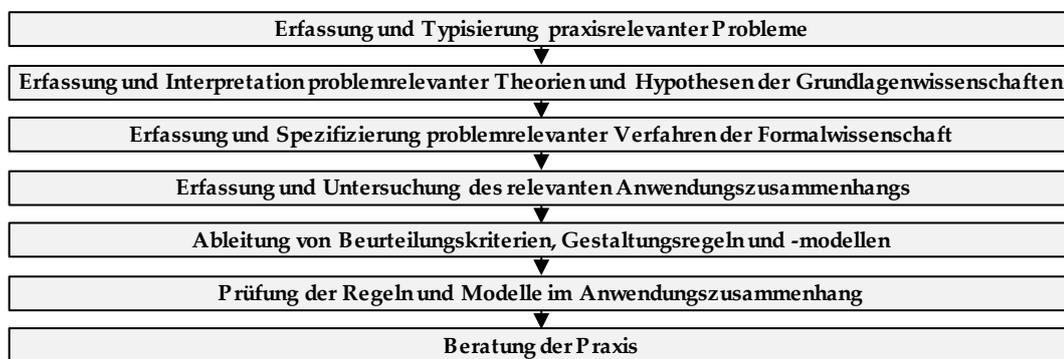


Abbildung 1-2: Forschungsprozess der angewandten Wissenschaften i. A. a. [Ulrich 1984, S. 193]

In der vorliegenden Arbeit wird daher im ersten Kapitel auf die Erfassung und Typisierung der praxisrelevanten Problematik eingegangen. Ebenfalls werden dort die Ergebnisse der Erfassung des aktuellen Standes der Wissenschaft zusammengefasst. Da die Arbeit auf den pilotartigen Ergebnissen des Forschungsprojekts Chem-Log.Net aufbaut, werden hier nur die Ergebnisse des aktuellen Stands wiedergeben. Der Vollständigkeit halber wird jedoch auf den Anhang A verwiesen, in welchem der aktuelle wissenschaftliche Stand diskutiert wird.

Der Schwerpunkt des zweiten Kapitels liegt in der Erfassung und Untersuchung der relevanten Anwendungszusammenhänge. Dementsprechend werden in diesem Kapitel die Grundlagen einer möglichen partnerschaftlichen Zusammenarbeit im Ersatzteilmanagement erarbeitet. Die aufgestellten Forschungsfragen werden hier behandelt.

Nach Vorstellung, Untersuchung und Eingrenzung des Betrachtungsobjekts Ersatzteilmanagement werden die Ausprägungsformen einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit hinsichtlich Eignung für eine Zusammenarbeit in diesem Bereich analysiert. Die Funktionsbereiche des Ersatzteilmanagements werden hier unter Berücksichtigung der Potenziale und Risiken im Rahmen einer Zusammenarbeit untersucht und der Kerngegenstand bestimmt. Zur Charakterisierung der Zusammenarbeit werden Gestaltungsparameter eingeführt und auf ein unternehmensübergreifendes Ersatzteilmanagement bezogen. Um neben einer sinnvollen Abgrenzung des betrachteten Systems auch den Anforderungen an die Anerkennung der Komplexität und Varietät gerecht zu werden [Ulrich 1981, S. 8], wird

abschließend die Systemtheorie als ausgewählter wissenschaftlicher Ordnungsrahmen vorgestellt.

Nach Erfassung und Betrachtung der wissenschaftlichen Grundlagen wird in Kapitel 3 ein Modell zur Gestaltung und Erklärung eines unternehmensübergreifenden Ersatzteilmanagements aufgestellt. Der Fokus liegt in diesem Kapitel auf der Einordnung und Abgrenzung des Modells innerhalb des Lebenszyklus von Kollaborationen sowie der Modellbeschreibung und dessen Anwendung. Die detaillierte Vorstellung der einzelnen Elemente des Gestaltungs- und Erklärungsmodells erfolgt anschließend in den darauffolgenden Kapiteln 4 bis 6.

Im Sinne des Forschungsprozesses wird in Kapitel 7 das entwickelte Gestaltungs- und Erklärungsmodell anhand eines Anwendungsbeispiels aus der chemischen Prozessindustrie validiert. Hierfür wird auf die Ergebnisse des Projekts Chem-Log.Net in anonymisierter Form zurückgegriffen. Dadurch werden die definierten Regeln und entwickelten Modelle im Anwendungszusammenhang geprüft und die praktische Anwendbarkeit nachgewiesen.

Im abschließenden Kapitel 8 werden die Ergebnisse im Kontext zur Zielsetzung betrachtet. Ebenfalls wird auf die Ableitung des weiteren Forschungsbedarfes eingegangen.

Die nachfolgende Abbildung 1-3 veranschaulicht nochmals den systematischen Aufbau der Arbeit:

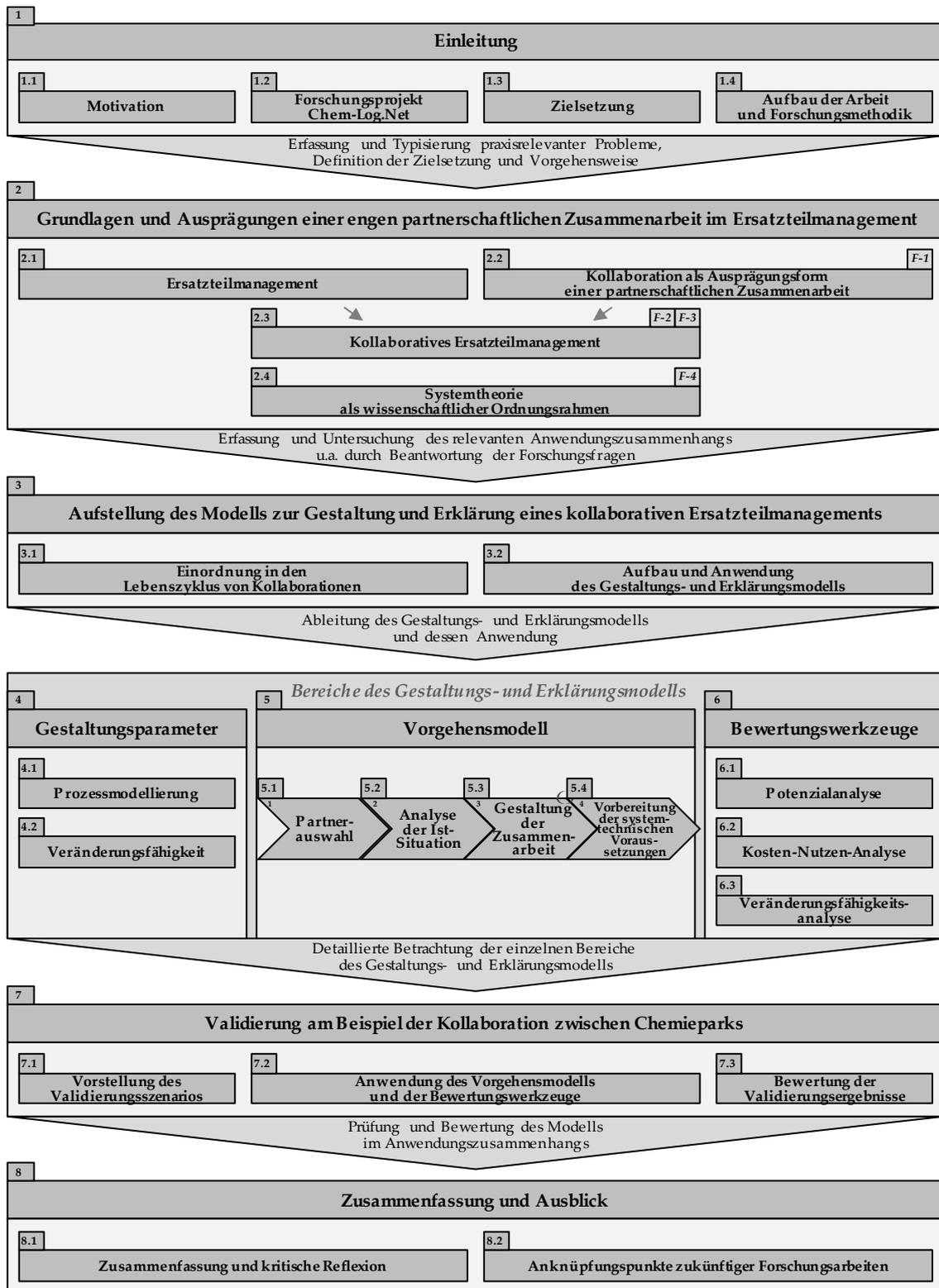


Abbildung 1-3: Aufbau der Arbeit