



**Beiträge zum 17. Interuniversitären
Doktorandenseminar Wirtschaftsinformatik
(IDS 2013)**

Prof. Dr. Johannes Ruhland, Lisa Wenige (Hrsg.)

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Prof. Dr. Johannes Ruhland
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Carl-Zeiss-Str. 3
07743 Jena

www.wiwi.uni-jena.de/wi

Jena, 2013

ISBN 978-3-00-043716-8

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Ideenskizze für ein Konzept zur ganzheitlichen, effektiven und effizienten IT-Strategieumsetzung für kleinere und mittelständische Unternehmen (KMUs)	1
ERP-Systeme selber konfigurieren: Automatisierte Konfigurationsunterstützung für KMU	13
Supply Chain Intelligence - Neue Ansätze der Entscheidungsunterstützung in End-to-End-Lieferketten	33
Ausgewählte Problemstellungen zur Bestimmung optimaler Lieferanten-Abnehmerbeziehungen in konkurrierenden Supply Chain Netzwerken	39
Monitoring von Prozessinstanzen in logistischen Netzwerken.....	49
Eine Methode zur automatisierten Analyse und Adaptation von Prozessmodellen am Beispiel der Katastrophenbewältigung	59
Gestaltung eines Architekturframeworks für ein analytisches Informationssystem zur Auswertung von Daten aus dem Smart Metering	71
Informationssysteme zur Unterstützung eines verbrauchsseitigen Energiemanagements und Förderung nachhaltigen Verhaltens	79
Metamodellierung mit Topic Maps.....	83
Clustering mit Entscheidungsbäumen - Problemstellungen zum aktuellen Forschungsstand	91

Vorwort

Dieser Band ist Dokumentation des 17. Interuniversitären Doktorandenseminars Wirtschaftsinformatik. Auch diesmal präsentieren Promovierende mitteldeutscher Universitäten ihre aktuellen Forschungsvorhaben einem Fachpublikum.

Das Interuniversitäre Doktorandenseminar Wirtschaftsinformatik kann inzwischen auf eine mehr als zehnjährige Geschichte zurückblicken. Begonnen hat diese Tradition bereits im Jahr 2000, als Wirtschaftsinformatiker der Universitäten Leipzig und Halle-Wittenberg eine Möglichkeit zum institutionsübergreifenden Austausch gesucht haben. Inzwischen nehmen auch Lehrstühle der Technischen Universitäten Chemnitz, Dresden, Freiberg und der Universität Jena teil. Nicht zuletzt aufgrund der überaus positiven Erfahrungen vergangener Veranstaltungen hat sich das Interuniversitäre Doktorandenseminar als ein fester Programmpunkt im akademischen Jahresablauf aller teilnehmenden Lehrstühle etabliert.

Die Doktoranden erhalten auch in diesem Jahr die Möglichkeit zur Präsentation ihrer Dissertationsprojekte. Die Arbeit an einer Promotion durchläuft von der Themenfindung, über die Konzeption bis zur endgültigen Ausgestaltung verschiedene Phasen. Der Austausch über das gewählte Forschungsthema ist demnach auch in einem noch frühen Stadium der Promotion wichtig. So werden auf dem 17. Interuniversitären Doktorandenseminar sowohl Forschungsprojekte präsentiert, die bereits sehr ausgereift sind als auch solche, die noch ganz am Beginn stehen.

Die thematische Vielfalt reicht von der IT-Unterstützung für KMUs über intelligente Verfahren im Supply Chain und Business Process Management bis hin zu Fragen der Konzeptionierung und Umsetzung Analytischer Informationssysteme. Diese Themen belegen eindrucksvoll die Forschungsorientierung in der Wirtschaftsinformatik, die auch die Forderung nach praktischer Relevanz nicht scheuen muss.

Ein herzlicher Dank gilt unseren Sponsoren, die die Ausrichtung der Veranstaltung auf den Dornburger Schlössern bei Jena ermöglichen. Ohne die großzügige Unterstützung der ansässigen Unternehmen dotSource und Orisa Software GmbH sowie der gemeinnützigen Ernst-Abbe-Stiftung wäre eine Ausrichtung der Veranstaltung in diesem Rahmen nicht realisierbar gewesen.

Wir freuen uns auf ein produktives Doktorandenseminar, aus dem die teilnehmenden Doktoranden hoffentlich wertvolle Anregungen für ihre weitere Arbeit gewinnen können.

Prof. Dr. Johannes Ruhland
Lisa Wenige

Jena, November 2013

Ideenskizze für ein Konzept zur ganzheitlichen, effektiven und effizienten IT-Strategieumsetzung für kleinere und mittelständische Unternehmen (KMUs)

Robert Walczak

Professur für ABWL, insbes. Informationswirtschaft/Wirtschaftsinformatik

TU Bergakademie Freiberg

Lessingstraße 45, 09599 Freiberg

rwalczak@gmx.de

Abstract: Für die ganzheitliche Gestaltung von IT-Strategien bestehen mit dem Einsatz von Referenzmodellen und Best Practice-Ansätzen wie Cobit beziehungsweise ITIL für Großunternehmen Lösungen. Für KMUs hingegen besteht das Dilemma einerseits ebenfalls auf die Informationstechnologie angewiesen zu sein und andererseits keine ausreichenden Ressourcen für deren strategische Ausrichtung mit Hilfe von Referenzmodellen vorhalten zu können. Für KMUs besteht somit die Lücke einer handhabbaren Methodik für die Formulierung und Umsetzung einer IT-Strategie. In diesem Beitrag werden drei Kernelemente und sieben Beschreibungsebenen zur Unterstützung von IT-Strategien aufgezeigt, die primär ohne Referenzmodell genutzt werden können. Der Ansatz besteht darin als grundlegende Elemente für die Gestaltung von Strategien Anforderungen, deren Beziehungen und auf Architekturen aufsetzende Beschreibungsebenen in Form einer Strategiekarte zusammenzufassen. Anhand des Praxisprojektes *Teststrategie* wird die Anwendung dieser Strategiekarte erläutert. Im Praxisprojekt bestand der Mehrwert in einer für das Management nachvollziehbaren Verbindung zwischen Unternehmensstrategie und Teststrategie, die mit weniger als fünf Prozent des personellen Gesamtprojektaufwandes geschaffen wurde. Diese Idee soll diskutiert werden und danach gegebenenfalls einer weiteren wissenschaftlichen Betrachtung und Validierung zugeführt werden. Im Praxisprojekt wurde darüber hinaus ein externes Audit genutzt um Abweichungen der Teststrategie mit regulatorischen Anforderungen festzustellen. Diese Feststellungen fließen im Praxisunternehmen als Anforderungen in die jährliche Überarbeitung der Teststrategie ein. Jahresabschlussprüfungen können den KMUs trotz des Einsatzes des hier beschriebenen leichtgewichtigen Ansatzes dazu dienen gleichzeitig regulatorische Anforderungen abzudecken, die in Referenzmodellen bereits berücksichtigt sind.

Keywords: Business-IT-Alignment, IT-Strategie, IT-Architektur, Referenzmodelle, Reifegradmodelle, Kultur, Vision, Mission, Strategie, Prozess, Service, System / Struktur, Effektivität, Effizienz, KMU

1 Einleitung

„[KMUs] verfügen oft nicht über das notwendige Fachwissen und eigene IT-Experten, um beurteilen zu können, ob sie beim Einsatz ihrer IT hinsichtlich Effektivität und Effizienz alles richtig machen.“ [1]. Da die Beurteilung von Effektivität und Effizienz Ausgangspunkt aller IT-strategischen Maßnahmen ist, aber die Adaption von in der Regel für Großunternehmen in Referenzmodellen entwickelten Konzepten nicht direkt möglich ist, besteht bei KMUs der Bedarf nach einfacher operationalisierbaren Methodik. Bei den Referenzmodellen besteht bereits „eine gewisse Hemmschwelle, die oft 1000 Seiten umfassende Literatur nur anzulesen“ [1]. Wagner bietet KMUs einen vereinfachten Selbsttest zur Reifegradermittlung an [2]. Das Ziel dieses Beitrages ist es aufzuzeigen, welche grundlegenden natürlich sprachlichen Beschreibungsebenen jenseits von Referenzmodellen Anwendung finden können, um IT-Strategien bei KMUs aufzusetzen.

Wagner stellt dar, warum KMUs Vereinfachungen benötigen, um sich überhaupt mit Referenzmodellen befassen zu können [1]. Dabei kommt er zu dem Schluss, dass Referenzmodelle nur eine notwendige Grundlage bilden, so dass IT-Verantwortliche in KMUs zusätzlichen Anforderungen begegnen müssen. Der vorliegende Artikel liefert nun einen Beitrag, grundlegende strategische Überlegungen mit erforderlichen Ebenen von

Architekturmodellen zu verknüpfen, wobei eine solche Verknüpfung durch natürlich sprachliche Konstrukte realisiert sein soll.

Zu diesem Zwecke wird im folgenden Kapitel 2 der Status Quo zum Thema IT-Strategien aufgezeigt. Basierend darauf und den im genannten Kontext existierenden Lücken erfolgt die Konzeption eines Theoriemodells. In Kapitel 3 wird auf Basis des Theoriemodells eine Lösung für die Strategieumsetzung von KMUs konstruiert. Anhand eines Praxisbeispiels erfolgt im vierten Kapitel die Anwendung dieser Lösung im Kontext des Theoriemodells. Eine Zusammenfassung der Inhalte, die Benennung der positiven Eigenschaften des Ansatzes als auch des weiteren Forschungspotenzials erfolgt abschließend in Kapitel 5.

2 Grundlagen und Rahmen

Ogleich die Wirtschaftsinformatikforschung IT-Strategieprozesse ausgiebig beschreibt, fehlt es am Konsens zum IT-Strategiebegriff selbst [3]. In Nachschlagewerken der Wirtschaftsinformatik definiert die IT-Strategie „die Zielrichtung für den Einsatz der Informationsinfrastruktur zur Unterstützung der Unternehmensziele“ [4], [5] und liegt der führungsorientierte Top-Down-Ansatz der 1970er Jahre zu Grunde bei der „die IS-Planung unmittelbar an Geschäftsprobleme und -aufgaben angebunden“ wurde [3]. Mit Blick auf die Entwicklung der IT-Strategieforschung (Abb. 1) ergibt sich ein differenzierteres Bild auf IT-Strategien. Seit den 1980er Jahren zielte die IT-Strategie auf die Realisierung von Wettbewerbspotenzialen. In den späten 1990er Jahren kam das Business-IT-Alignment hinzu, mit dem eine bidirektionale Planung die Interaktion und somit den planerischen Abgleich zwischen Geschäftsbetrieb und IT ermöglichte. Der Komplexität der Umwelt sowie regulatorische Anforderungen tragen in der heutigen Zeit verschiedene Referenzmodelle für IT-Governance Rechnung. Mit IT-Governance wird „die Umsetzung der IT-Strategie und deren Verankerung in der Geschäftsstrategie“ verbunden [van Grembergen 2007; Webb et al. 2006, Looso 2011]. Diese Referenzmodelle tragen der Komplexität der Umweltanforderungen Rechnung. Der Preis besteht jedoch in einem hohen Einarbeitungsaufwand, um ein Unternehmen in die Lage zu versetzen, mit Referenzmodellen unternehmensspezifische Herausforderungen bearbeiten zu können.

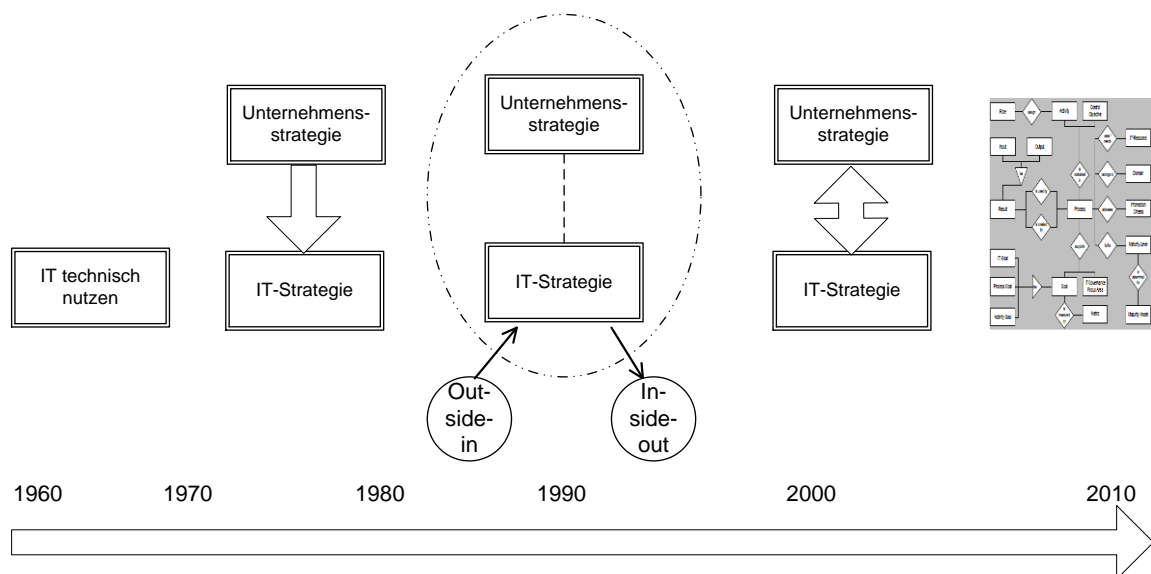


Abbildung 1: Entwicklung der IT-Strategieforschung in Anlehnung an [3], Referenzmodelle ergänzt

Referenzmodelle sollen in diesem Kontext einen Leitfaden bieten, um IT-Strategien zu entwerfen und umzusetzen. Vor dem Hintergrund des Umfangs heutiger Referenzmodelle [1] und des grundsätzlich geltenden dynamischen Marktumfeldes, sind KMUs heutzutage

weder in der Lage, die Ressourcen für die Etablierung von Referenzmodellen bereitzustellen, noch die dafür gebotenen umweltinduzierten Änderungsbedarfe einer abgeleiteten IT-Strategie zu bedienen. Großunternehmen können es sich hingegen eher leisten, einen Spezialisten für IT-Governance zu beschäftigen, der den Prozess zur Auswahl und Operationalisierung geeigneter Referenzmodelle unterstützt. Vor dem Hintergrund des dynamischen Marktumfeldes ist es für KMUs auch nicht ausreichend, entsprechende Aufwände für den Referenzmodelleinsatz in Projekte zu kapseln. IT-Strategien sind, trotz einer gewissen Stabilität, heutzutage fortwährend anzupassen und stellen kein einmaliges Vorhaben dar.

Rückläufige Forschungsbeiträge, geringe Praxisnähe und Relevanz der IT-Strategieforschung im Gegensatz zur großen Bedeutung von IT-Strategien in der Praxis [3] zeigen auf, dass bestehende Ansätze zu wenig die Anforderungen heutiger Unternehmen berücksichtigen. Ausgangspunkt strategischer Überlegungen muss das Unternehmen selbst sowie dessen Umwelt sein und nicht primär die Umsetzung eines IT-Referenzmodells. Die Umsetzung eines IT-Referenzmodells kann durchaus Ergebnis einer IT-Strategie sein, jedoch nicht der definierte Rahmen der IT-Strategie selbst. Das komplexe Umfeld heutiger Unternehmen bedingt, der Existenz unvollständiger und impliziter Informations- und Wissensbedarfe auch im Rahmen einer IT-Strategie zu begegnen. Diese Anforderung unterstreicht der Rahmen für IT-Strategien von Galliers [Galliers 2011, mit Bezug auf [3]. In diesem fließen Umwelt- und nicht-deterministische Faktoren in den Strategieprozess ein (siehe Abb. 2).



Abbildung 2: Strategierahmenwerk nach [6]¹

Der Ansatz dieses Beitrages zielt auf die Unterstützung der Verwertungsstrategie (Exploitation strategy), in dem strategische Anforderungen in die Gestaltung von Informationssystemen, Prozessen und Services einfließen. Da der Ansatz durch die Reduktion auf wenige Kernelemente leichtgewichtig ausgerichtet ist, kann die

¹ Übersetzung aus [3]

kontinuierliche Anpassung der IT-Strategie ressourcenschonend gestaltet werden. Die Umsetzung der IT-Strategie bezieht sich hier auf die Formulierung der jeweiligen IT-Sub-Strategien (hier am Beispiel einer Teststrategie). Die weitere Operationalisierung dieser Sub-Strategien kann aus pragmatischen Gründen im Rahmen dieses Beitrages nicht weiter betrachtet werden.

Im Folgenden wird ein auf folgende grundlegende Elemente reduzierter und natürlich sprachlicher Ansatz zur Strukturierung und Umsetzung von IT-Strategien für KMUs aufgezeigt:

- Anforderungsmanagement: Sowohl die Unternehmensanforderungen (Top-Down zur Sicherstellung von Effektivität) als auch die Fachbereichs- und Subkulturanforderungen (Berücksichtigung von Effizienz) werden beachtet.
- Für die Modellierung kommt das SysML-Anforderungsdiagramm zum Einsatz. Mit diesem lassen sich Anforderungen bündeln, so dass sowohl Top-Down als auch Bottom-Up Zielstrukturen entwickelbar sind.
- Vorschlag zur Nutzung grundlegender Beschreibungsebenen zur Anforderungsstrukturierung .

IT-Strategien müssen mindestens Unternehmensanforderungen erfüllen und in einer geeigneten Sprache ausgedrückt sein. Die zuvor beschriebenen grundlegenden Elemente liefern dafür einen Anforderungsrahmen, deren Strukturierung sowie Beschreibung mit natürlich sprachlichen und semi-formalen (SysML) Konstrukten. Insbesondere die Beschreibungsebenen befinden sich aktuell im Stadium eines heuristischen Ansatzes und sind in der weiteren Forschung zu validieren. Die inhaltliche Reduktion dieses Ansatzes auf die noch zu validierenden relevante Kernelemente ermöglicht es, frühzeitig Strategieanpassungen im jährlichen Zyklus vor dem Hintergrund eines dynamischen Umfelds mit angemessenem Aufwand durchzuführen. Dies folgt der Auffassung, dass IT-Strategien keine Festschreibung zukünftigen Handelns darstellen, sondern Konsensfindungsprozessen für zukünftige Anforderungen und Handlungsmöglichkeiten dienen [3].

3 Konzept zur IT-Strategieumsetzung

Um das gegebene Ziel zu erreichen, werden im Folgenden Grundprinzipien des Anforderungsmanagements mit elementaren Ebenen von Architekturmodellen über die Begriffe Effektivität und Effizienz miteinander verknüpft und dabei soweit wie möglich natürlich sprachliche Konstrukte eingesetzt.

Diese grundlegenden strategischen Überlegungen basieren auf „structure follows strategy“ [10]² mit den Erweiterungen von [11], [12] und [13]. Basierend darauf wurde zunächst in [14] Chandlers Verkettung mit Architekturebenen verknüpft und so die transitive Erweiterung „structure follows service follows process follows strategy follows mission follows vision follows culture“ um folgende Konstruktionsprinzipien ergänzt:

Aus Konstruktionsprinzip A (Hierarchie von Strategien) wird der Zusammenhang verschiedener Unternehmensstrategien hergestellt, um eine übergreifende Verknüpfung herzustellen.

² „The thesis deduced from these several propositions is then that structure follows strategy and that the most complex type of structure is the result of the concatenation of several basic strategies.“ [10, S. 14].

A. Die IT-Strategie gliedert sich in eine Hierarchie von Strategien ein.

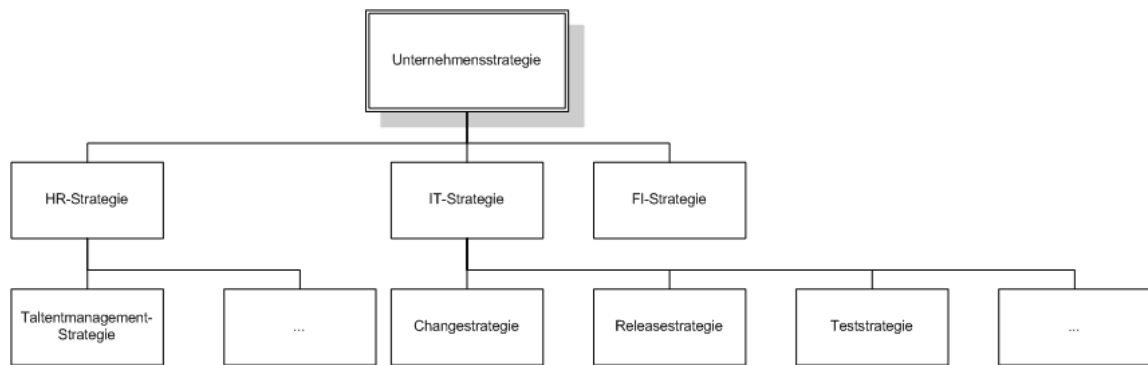


Abbildung 3: Hierarchie von Strategien

Mit dem Konstruktionsprinzip B (*Was?* versus *Wie?* des Anforderungsmanagements) wird die Beziehung zwischen den Beschreibungsebenen hergestellt.

B. Hierarchische Anordnung von Effektivität und Effizienz auf Basis SysML-Anforderungsdiagramm:

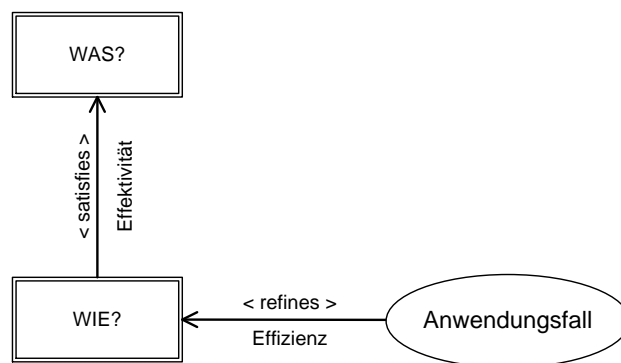


Abbildung 4: Was? versus Wie? in ergänzender grober Anlehnung an [15]

Mit Konstruktionsprinzip C wird ein heuristischer Ansatz für Beschreibungsebenen in Unternehmen beschrieben.

C. Heuristischer Ansatz von IT- und businessrelevanten Gestaltungsebenen

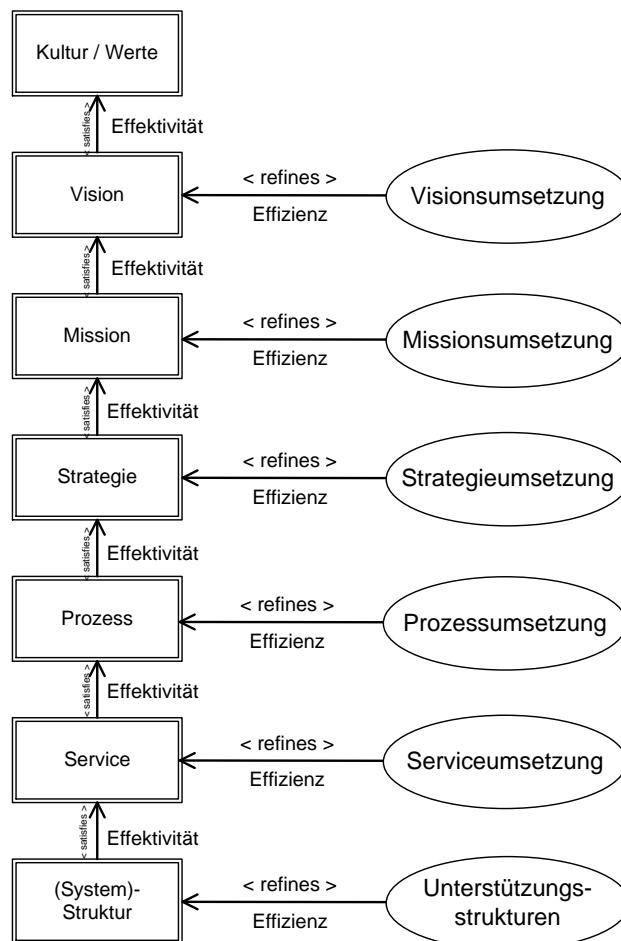


Abbildung 5 Gestaltungsebenen in Unternehmen

Aus dem Kombinations-Konstruktionsprinzip D resultiert eine Strategiekarte.

D. Kombination von A & B & C

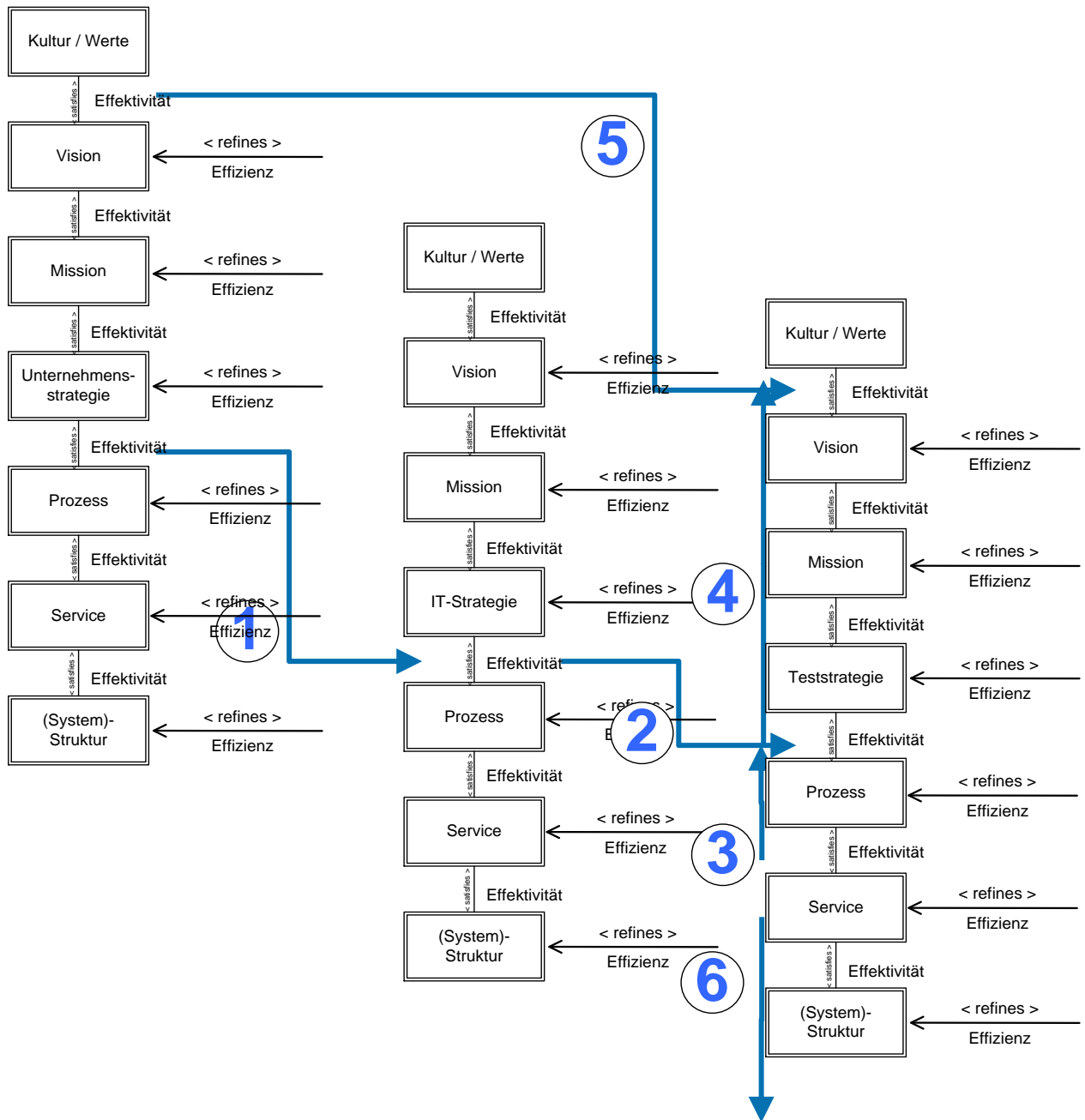


Abbildung 6: Gestaltungsebenen in Unternehmen; Fettgedruckter Pfeil und Zahlen: Gewählte Vorgehensweise im Pilotprojekt

Diese Strategiekarte dient zur Planung der Vorgehensweise bei der Umsetzung einer Strategie. Dabei lässt sich die Top-Down-Vorgehensweise auch mit Bottom-Up-Vorgehensweisen ergänzen.³ Für den jeweiligen Anwendungsfall muss der Startpunkt auf der Strategiekarte bestimmt werden. Im folgenden Kapitel wird die Strategiekarte anhand eines Praxisbeispiels erläutert.

4 Praxisbeispiel Teststrategie⁴ bei einem KMU

Das Praxisbeispiel bezieht sich auf das Projekt *Teststrategie* bei einem KMU. Um ein übergreifendes Verständnis für das Praxisbeispiel und das IT-Umfeld des Unternehmens herzustellen, werden nachfolgend auch Aspekte beschrieben, die außerhalb des oben beschriebenen Konzeptes liegen. Der Bezug zum Konzept bezieht sich im Wesentlichen auf die nachfolgend in Tabelle 1 für die Teststrategie natürlich sprachig ausformulierten Beschreibungsebenen sowie die in Abbildung 6 skizzierte Nutzung der Strategiekarte.

Ausgangspunkt für die Teststrategie war eine bestehende Unternehmensstrategie sowie davon abgeleitete Anforderungen an eine IT-Strategie. Die IT-Strategie selbst war noch nicht ausformuliert, trotzdem sollte eine Teststrategie auf Basis relevanter Anforderungen der Unternehmensstrategie mit Hilfe von Stakeholder-Analyse, Ist-Testablaufanalyse sowie der Berücksichtigung der verschiedenen Technologien erstellt werden. Bezugnehmend auf Abbildung 6 und dem dort skizzierten Pfad erfolgte entsprechend auf Basis einer Unternehmensstrategie der Entwurf einer Teststrategie. Der Begriff der Umsetzung bezieht sich auf die Extraktion IT-relevanter Vorgaben aus der Unternehmensstrategie sowie die Umsetzung dieser extrahierten Vorgaben in einer Teststrategie. Die Umsetzung der Teststrategie selbst ist bislang erst teilweise erfolgt: Der Testprozess ist definiert und die Workflows zur IT-gestützten Prozessumsetzung befinden sich aktuell in der Umsetzung. Die Bereitstellung von Services und Unterstützungsstrukturen für den Testprozess in Form von bereitgestellten Dienstleistungen und Hilfsmitteln (Leitfäden, Schulungen, Checklisten) hat begonnen und wird im Zeithorizont von ein bis zwei Jahren umgesetzt. Dabei beinhaltet das Gesamtprogramm *Testroadmap* folgende Meilensteine

1. Umsetzung Testmanagement,
2. Umsetzung Testdaten und
3. Umsetzung Testautomatisierung.

Ogleich die strategischen Aspekte auf Grund von Anonymisierungsanforderungen derzeit in diesem Beitrag nicht detailliert wiedergegeben werden können (Schritte 1 und 2), bestand das wesentliche Ergebnis der Teststrategie aus folgenden Elementen:

- Einführung risikobasiertes Testen (Time-to-market versus Risiko).
- Releasestrategie mit Regressionstests bei besonders kritischen Anwendungen.
- Drei so genannte Quality Gates im Testprozess (Anforderungs-, Test- und Produktionsreife).

Aufdeckung von Optimierungspotenzialen mit organisatorischen Veränderungsimplicationen.

Darüber hinaus wurden für die Teststrategie alle Beschreibungsebenen dieses Konzeptvorschlages wie folgt ausformuliert:

3 Beispielsweise können auf der Beschreibungsebene Service oder Struktur Aufgaben zu einem Themengebiet erhoben werden, dann zu Rollen verdichtet werden um die Modellierung eines adäquaten Prozesses zu unterstützen.

4 Mittelständisches Anwenderunternehmen mit atypischem Umsatz von 5 Milliarden Euro pro Jahr. In der Teststrategie wurden über 600 Anmerkungen zu über 300 Anforderungen an die Teststrategie verdichtet. Vor der Umsetzung wurde die Teststrategie von einer Wirtschaftsprüfungsgesellschaft auditiert.

Kultur/ Werte	Kooperation: Das Testmanagement schafft eine kooperative Basis für die Zusammenarbeit zwischen Business und IT beim Testen. Das Testmanagement überbrückt die „Business-IT-Kluft“ durch möglichst neutrale Moderation zw. Fachbereich und IT. Verantwortlichkeiten werden geklärt. Das Testmanagement soll Projekte nicht behindern, sondern ist am Projekterfolg ausgerichtet. Die Tester sind integer und stehen für Ihre Testergebnisse ein.
Vision	Das Testmanagement ist Garant dafür, dass fehlerarme Produkte und Services unter Abwägung von Kosten und Risiko zum richtigen Zeitpunkt auf dem Markt sind.
Mission	Das Testmanagement stellt sicher, dass Kunden- und Marktanforderungen an interne und externe Leistungserbringer sprachlich klar formuliert sind und deren Umsetzung angemessen qualitätsgesichert wird. Das Testmanagement stellt einen Ausgleich zwischen dem Zero-Error-Anspruch für das Transaction Processing und einer gleichzeitig agilen Reaktionsfähigkeit auf Time-To-Market-Anforderungen her.
Strategie	Das Testmanagement greift frühe Phasen von Vorhaben und Projekten auf und sorgt u.a. dafür, dass die richtigen Mitarbeiter Anforderungen und Testfälle formulieren sowie Tests durchführen. Das Testmanagement sorgt für eine effiziente Testdurchführung in dem risikobasiert angemessene Testverfahren angewendet werden.
Prozess	Das Testmanagement ist prozessorientiert konzipiert. Die Zuordnung von Rollen und Verantwortlichkeiten konzentriert sich auf die tatsächlichen Fähigkeiten der Mitarbeiter Verantwortung übernehmen zu können.
Service	Das Testmanagement stellt den internen Konsumenten auf einfache Weise seine Services transparent bereit.
System / Hilfsstrukturen	Das Testmanagement stellt die für den Testprozess und deren Services notwendigen Strukturen in Form von Methoden, Leitfäden, Schulungsprogramm und Organisationsstruktur bereit.

Tabelle 1: Beschreibungsebenen am Beispiel einer Teststrategie

Für die unternehmensübergreifende Teststrategie dienten die in Tabelle 1 konkretisierten sieben Beschreibungsebenen auf allen Unternehmensebenen (Geschäftsführung, Mittleres Management und Mitarbeiterebene) sowohl dazu eine Verbindung zu allen Ebenen der Unternehmensstrategie (Strategie, Mission und Vision vor dem jeweiligen kulturellen Wertehintergrund) als auch zur Aufbau- und Ablauforganisation (Prozesse, Services und zugehörigen Hilfsstrukturen) zu schaffen. Anstatt mit schwergewichtigen Referenzmodellen die Entwicklung einer Teststrategie zu gestalten, wurden die Ressourcen im Projekt Teststrategie somit stärker auf die in Interviews ermittelten internen Anforderungen sowie später mit dem Audit auf externe Ordnungsmäßigkeitsgrundsätze gerichtet. Innerhalb der Teststrategie dienten die sieben Beschreibungsebenen der Strukturierung des Dokuments „Teststrategie“. Als weiteres Strukturierungselement der Teststrategie diente der „Fundamentale Testprozess“⁵ als domänenspezifische Struktur.

Die Effektivität der Teststrategie im Sinne der Anforderungsabdeckung wurde im Rahmen eines externen Audits überprüft. Hierbei wurde geprüft, in wie weit und in welchem Umfang die internen und externen Anforderungen an die Teststrategie erfüllt sind. Diese Prüfung ergab einen Abdeckungsgrad von 93 %. Die Bewertung der Effizienz der Teststrategie ist lediglich durch definierte Leistungskennzahlen (KPI's) vorbereitet und kann erst mit der Erhebung der KPI's nach der Umsetzung der Teststrategie festgestellt werden. Eine Erweiterung des oben beschriebenen Konzepts bestünde darin, dass KMUs

⁵ „Analyse und Design“, „Realisierung und Durchführung“, „Auswertung und Bericht“ sowie „Abschluss“ im fortlaufenden Kreislauf von „Planung und Steuerung“ der Tests [Spillner 2012].

Jahresabschlussprüfungen regelmäßig nutzen, um die Abdeckung von regulatorischen Anforderungen in ihren Strategien mit prüfen zu lassen und so den Nutzen der Prüfung erweitern. Hierbei nutzt man auch das Wissen der Jahresabschlussprüfer über Referenzmodelle und kann über die Feststellungen und Empfehlungen des Abschlussberichtes die Strategie geeignet anpassen.

Das Praxisunternehmen und das skizzierte Projekt *Teststrategie* liefert einige Anknüpfungspunkte für die eingangs beschriebene Problematik und die Einsatzbarkeit des Ansatzes: Das Praxisunternehmen gehört zu den KMU's und hatte seit dem Jahre 2008 im größeren Umfang über zehn ITSM-Prozesse konzipiert und teilweise eingeführt sowie zusammen mit seinen Outsourcingpartnern ein Cobit-basiertes Control-Framework für die ausgelagerten IT-Services erstellt. In diesem Rahmen war eigens eine Stelle für IT-Governance geschaffen worden. Mit dem steigenden Kostendruck in den Folgejahren sowie der Infragestellung von Effektivität und Effizienz der modellierten und teilweise umgesetzten ITSM-Prozesse auf der fachlichen Seite, wurden sieben der zehn eingeführten ITSM-Prozesse und die Stelle für IT-Governance wieder abgeschafft. Der in 2012 formulierte Auftrag zu Erstellung einer Teststrategie konnte daher nicht auf IT-Governance-Strukturen aufsetzen, sondern sollte sich stärker an den unternehmensspezifischen Anforderungen ausrichten und sich einer Sprache bedienen, die sowohl auf fachlicher als auch auf IT-Seite verstanden werden kann. Gleichzeitig sollten mit der Teststrategie auch ohne umfängliche Umsetzung bereits strategiebezogene Verbesserungen in der Praxis des Testens aufzeigbar sein, da das Unternehmen schlechte Erfahrungen mit reinen Strategiepapieren gemacht hat. Die Erfahrungen bei dieser partiellen Teststrategieumsetzung sollten zeitnah in die Teststrategie zurückfließen. Zusätzlich soll mit der Teststrategie kontinuierlich ein Ist-Leitfaden geschaffen werden, der als Basis für die Jahresabschlussprüfungen dient. Im Kern wurden im Projekt zu Beginn Anforderungen formuliert, später verdichtet und über grundsätzliche Aussagen zur Teststrategie auf den verschiedenen Managementebenen kommuniziert. Die unterschiedlichen Beschreibungsebenen dienten der Kommunikation auf den verschiedenen Managementebenen. Sie erleichterten, den Einklang der Teststrategie zu den Unternehmenswerten, zur Unternehmensvision-/Mission bis zur Unternehmensstrategie herzustellen. Darüber hinaus wurden erste Ergebnisse der Teststrategie in einem testrelevanten Projekt erprobt.

Die Effizienz der Teststrategie selbst wird erst nach Ihrer Umsetzung in Form von Leistungskennzahlen gemessen. Diese Leistungskennzahlen können in die jährliche Anpassung der Teststrategie einfließen.

Der Mehrwert des hier beschriebenen Konzeptes ist, dass eine für das Management nachvollziehbare Verbindung zwischen Unternehmensstrategie und Teststrategie geschaffen wurde, um die notwendige Managementunterstützung zur Umsetzung der Teststrategie zu erhalten. Im Vergleich zum personellen Gesamtprojektaufwand beanspruchte der Anschluss an die Unternehmensstrategie unter fünf Prozent des Gesamtprojektaufwandes und konnte ohne spezielles Know-How⁶ geleistet werden.

6 Beispielsweise Fachwissen zu Referenzmodellen

5 Fazit

KMUs bietet das beschriebene Konzept eine ganzheitliche strategiebezogene Gestaltung der IT ohne primärem⁷ Referenzmodelleinsatz⁸. Der wesentliche Vorteil liegt in dessen Leichtgewichtigkeit und dem Einsatz natürlich sprachlicher Konstrukte. Die Leichtgewichtigkeit wurde durch die zu validierende Reduktion auf Kernelemente und relevante Beschreibungsebenen erreicht. Die Relevanz der Beschreibungsebenen ergibt sich daraus, dass man die oberen drei Ebenen kennt und die drei unteren Ebenen regelmäßig bei Unternehmensarchitekturen⁹ eingesetzt werden. Es erscheint relevant, das Konzept einer wissenschaftlichen Betrachtung und Validierung zuzuführen. Insbesondere sind hier Art und Anordnung der Beschreibungsebenen wissenschaftlich zu betrachten, in Beziehung zu den Architekturmodellen zu setzen und als natürlich sprachliches Konstrukt zu konkretisieren. Darüber hinaus besteht durch den Praxiseinsatz dieses Ansatzes die Möglichkeit, einen Beitrag für den Transfer zwischen Praxis und Forschung zum Thema IT-Strategie zu leisten.

Literaturverzeichnis

- [1] Wagner, Klaus-Peter; Selbstbewertung des Reifegrads des IT-Einsatzes in KMU; WIRTSCHAFTSINFORMATIK & MANAGEMENT Ausgabe Nr.: 2012-05
- [2] Wagner, Klaus-Peter; IT-Einsatz in KMU: Wie gut sind wir?; <http://www.springerprofessional.de/it-einsatz-in-kmu/4150206.html> zuletzt geprüft am 09.10.2013.
- [3] Teubner, Rolf Alexander; Informationssystem-Strategie, WIRTSCHAFTSINFORMATIK Ausgabe Nr.: 2013-04
- [4] Lassmann, Wolfgang; Schwarzer, Jens; Rogge, Rolf, Wirtschaftsinformatik, Nachschlagewerk für Studium und Praxis, 1. Aufl., Wiesbaden, Gabler 2006.
- [5] Heinrich, Lutz J.; Heinzl, Armin; Roithmayr, Friedrich, Wirtschaftsinformatik-Lexikon, 7. vollst. überarb. und erw. Aufl., München, Oldenbourg 2004.
- [6] Galliers, Robert D., The Oxford Handbook of Management Information Systems, Oxford University Press, 2011
- [7] Introduction to the Minitrack IT Governance and Its Mechanisms. In: HICSS 2007 - Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society .
- [8] Attempting to Define IT Governance: Wisdom or Folly? In: HICSS 2006 - Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, S. 194-204.
- [9] Looso, Stefanie, Best-Practice-Referenzmodelle der IT-Governance, Struktur, Anwendung und Methoden, Dissertation 2011, Frankfurt School of Finance & Management
- [10] Chandler, Alfred D, Strategy and structure, Chapters in the history of the industrial enterprise, 20. Nachdruck von 1998 der MIT Taschenbuch-Ausgabe vom Oktober 1969, Cambridge, Mass., MIT Press 1962.
- [11] Scholz, Rainer, Geschäftsprozessoptimierung, Crossfunktionale Rationalisierung oder strukturelle Reorganisation, Bergisch Gladbach, Eul 1994.
- [12] Skribo, Mischa; Georg, Brander, Service follows Strategy, Online verfügbar unter http://integratedconsulting.at/fileadmin/user_upload/pdf-Dateien/Presse-Artikel/3-2007-gesamt.pdf zuletzt geprüft am 10.08.2013.
- [13] Thom, Norbert; Ritz, Adrian, Public Management, Innovative Konzepte zur Führung im öffentlichen Sektor, 4., aktual. Aufl., Wiesbaden, Gabler 2008.

⁷ Tatsächlich kann die Strategie ergeben, dass man sich zur Umsetzung einer Teilstrategie eines Bestandteils von Referenzmodellen bedient. Am Beispiel der Teststrategie könnte dies der Einsatz eines Change oder Release Management Prozesses auf Basis von ITIL sein. Dieser Ansatz ist auch hilfreich dafür zu vermeiden, dass der Referenzmodelleinsatz zum Selbstzweck wird und entspricht somit einem bestimmungsgemäßen Gebrauch von Referenzmodellen.

⁸ Wobei dieser Ansatz durchaus auch Ausgangspunkt für ein neues Referenzmodell sein könnte oder auch eine höhere Abstraktionsebene vor Auswahl / Einsatz bestehender Modelle.

⁹ Vgl. in [17] Strategieebene, Organisationsebene (u.a. Prozesse), Integrationsebene (u.a. Services) und Software-/Infrastrukturebene (u.a. Datenstrukturen) sowie in [18] die Architekturebenen Process, Service und Structure.

- [14] Walczak, Robert; Einsatz von Modellierungsmethoden in IT-Infrastrukturprojekten, Europäischer Hochschulverlag. Bremen 2010.
- [15] Pohl, Klaus, Requirements Engineering, dpunkt.verlag, Heidelberg 2008
- [16] Spillner, Andreas; Linz, Thilo; Basiswissen Softwaretest, dpunkt.verlag, Heidelberg 2012.
- [17] Winter, Robert; Aier, Stephan; Riege, Christian 2009, Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. In: Wirtschaftsinformatik, Jg. 50, H. 4, S. 292–304.
- [18] Walczak, Robert, Felden, Carsten, Modellierungsmethoden für Unternehmensarchitekturen, In: ERP Management, Jg. 6 (2010) H. 1.

ERP-Systeme selber konfigurieren: Automatisierte Konfigurationsunterstützung für KMU

Klaus Wölfel
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
insb. Informationssysteme in Industrie und Handel
Technische Universität Dresden
01069 Dresden
klaus_dietrich.woelfel@mailbox.tu-dresden.de

Abstract: Alternative Geschäftsmodelle wie Software as a Service (SaaS) und Open-Source-Software (OSS) steigern die Attraktivität von Enterprise Resource Planning (ERP) Systemen für Kleine und Mittelständische Unternehmen (KMU). Jedoch stellen die Beratungsleistungen, die für die Konfiguration eines ERP-Systems zur Anpassung an die spezifischen Bedürfnisse eines Unternehmens notwendig sind, eine hohe Einführungshürde dar. Mit Hilfe einer automatisierten Konfigurationsunterstützung können KMU ihr ERP-System selber konfigurieren. Im Promotionsvorhaben werden am Beispiel einer Basiskonfiguration des OSS ERP-Systems ERP5 Automatisierungsansätze zur Konfigurationsunterstützung basierend auf maschinellem Lernen und knowledge engineering entwickelt. Die Konfigurationsunterstützung kann durch einen standardisierten Beratungsprozess und die Vermittlung des für eine konkrete ERP-Einführung notwendigen Wissens mittels Massenindividualisierung ergänzt werden. Dieser Ansatz wurde mit und für ERP5 umgesetzt und lässt sich auch auf andere Open-Source-Projekte übertragen.

Keywords: Automatisierung, Enterprise Resource Planning (ERP), Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU), Konfiguration, Maschinelles Lernen

1 Einführung

ERP-Systeme unterstützen Unternehmen in einer effizienten und effektiven Ressourcenverwaltung, indem sie eine umfassende und integrierte Lösung für ihren Bedarf an Informationsverarbeitung bieten [1]. Aufgrund technischer und ökonomischer Restriktionen zielten ERP-Systeme traditionell auf größere Organisationen. Jedoch kann in den letzten Jahren eine Neuausrichtung des Marktes hin zu KMU beobachtet werden [2]. Adam und O'Doherty [3] zeigen, dass KMU wahrscheinlich ebenso stark an ERP-Systemen interessiert sind wie multinationale Organisationen. ERP-Systeme werden von KMU als wesentlicher Faktor zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen gesehen und empirische Untersuchungen bestätigen diese Erwartung [4].

Jedoch identifizieren Morabito et al. [5] einen Mangel an personellen und finanziellen Ressourcen sowie lock-in Risiken als schwerwiegende Probleme für KMU bei der ERP Einführung. Es fehlt oft an einem speziell für die ERP Implementierung und Softwarewartung verantwortlichen Team. KMU können in der Regel nur in geringerem Umfang finanzielle Mittel für Informationstechnologie (IT) bereitstellen als große Unternehmen. In der Folge wirkt auch das Risiko von lock-in Effekten, also die Bindung an ein einmal eingeführtes System beziehungsweise an einen Hersteller für KMU schwerer.

Geschäftsmodelle, bei denen KMU auf ERP Funktionalitäten über das Internet zugreifen statt ein ERP-System zu kaufen, können diese Probleme verringern [3]. Derzeit wird der im Rahmen des Cloud Computing verwendete Begriff Software as a Service (SaaS) mit solchen Geschäftsmodellen verbunden [6]. Durch den Zugriff auf Anwendungen direkt über das Internet werden dem SaaS Kunden Aufwendungen zur Softwareinstallation, -Wartung und -Aktualisierung erspart. IT Ausgaben können zusätzlich durch eine Nutzungsbezogene Preisstruktur gesenkt werden [7].

Auch die Geschäftsmodelle von OSS Herstellern brechen mit dem klassischen ERP Markt [6]. OSS ERP-Systemen könnten eine Alternative für KMU sein, nicht nur weil keine

Lizenzkosten anfallen, sondern auch weil lock-in Effekte verringert werden. Denn die freie Verfügbarkeit des Quellcodes senkt die Barrieren für Drittanbieter, Anpassungen und Erweiterungen umzusetzen [8].

Trotz dieser vielversprechenden Perspektiven stellen die für eine ERP Einführung notwendigen Beratungsleistungen weiterhin eine finanzielle Hürde dar [9]. Auch wenn ERP-Systeme für KMU kostengünstiger und schneller implementiert werden können als für große Organisationen [5], ist es für KMU eine Herausforderung, die Mittel für umfangreiche Beratungsleistungen aufzubringen, um ein ERP-System zu konfigurieren und es an die spezifischen Bedürfnisse des Unternehmens anzupassen [10],[11]. Die Kosten für die ERP Implementierung sind oft höher als die Lizenzkosten für das zu implementierende ERP-System, so dass bei der Implementierung die größten Einsparpotentiale erreicht werden können [12].

Bei Standard ERP-Systemen erfolgt die Implementierung hauptsächlich durch Konfiguration, im SAP Jargon Customizing genannt [13]. Wenn KMU bei der Konfiguration ihres ERP-Systems automatisiert unterstützt werden, können Beratungsleistungen eingespart beziehungsweise fokussierter eingesetzt werden. Aufwand und Kosten der ERP Einführung können verringert und damit Einstiegshürden für den Einsatz von ERP-Systemen in KMU abgebaut werden.

Die Vision ist eine automatisierte Konfigurationsunterstützung, mit Hilfe derer KMU ein ERP-System selber konfigurieren können. Ein erstes Beispiel für eine solche Konfigurationsunterstützung ist „ERP5 Configurator“, das mit verschiedenen Konfigurationswizards die Konfiguration des OSS ERP-Systems „ERP5“ unterstützt.

Jedoch ist die derzeitige Technologie noch sehr einfach. Um der oben genannten Vision näher zu kommen, werden im Promotionsvorhaben automatisierte Ansätze für ein Vorschlagsystem zur Konfigurationsunterstützung basierend auf maschinellem Lernen und knowledge engineering konzipiert, implementiert und evaluiert. Mit einem standardisierten Fragebogen werden zunächst diejenigen Informationen abgefragt, die Berater typischerweise bei einer ERP5-Einführung von der Unternehmensführung einholen. Auf Basis dieser Informationen schlägt die Konfigurationsunterstützung für unterschiedliche Konfigurationsbereiche möglichst passende Werte vor, die der Anwender auswählen und ergänzen kann.

Durch die Integration der Konfigurationsunterstützung in ERP5 Configurator kann die Unternehmensführung eines KMU eine Basiskonfiguration für ERP5 selber erstellen. Aufbauend darauf kann in einem standardisierten Beratungsprozess mittels Massenindividualisierung das für weitergehende Anpassungen des ERP-Systems notwendige Wissen vermittelt werden. Dieser Ansatz eignet sich wegen dem Fehlen lizenzrechtlicher Hürden bei der Umsetzung von Anpassungen besonders für OSS ERP-Systeme. Der Ansatz wird unter der Bezeichnung „ERP5 Starter“ im Rahmen des Promotionsvorhabens mit und für ERP5 umgesetzt und lässt sich auch auf andere Open-Source Projekte übertragen.

2 Forschungsdesign und Stand der Forschung

Das Ziel des Promotionsvorhabens ist die Erforschung von automatisierten Ansätzen zur Unterstützung der Anpassung eines ERP-Systems an die spezifischen Bedürfnisse eines KMU. Die Forschung wird am Beispiel des OSS ERP-Systems ERP5 durchgeführt. Brehm et al. [13] nennen diese Anpassung „tailoring“ und identifizieren verschiedene Arten des tailoring mit unterschiedlich ausgeprägten Auswirkungen auf das ERP-System und den Einführungsprozess. Zur Erreichung des Forschungsziels müssen daher die folgenden übergeordneten Fragen beantwortet werden:

1. Welche tailoring Optionen eignen sich am besten für eine Konfigurationsunterstützung allgemein und im speziellen Fall von ERP5?
2. Wie können KMU bei der Konfiguration dieser ERP5 tailoring Optionen automatisiert unterstützt werden?
3. Führt eine automatisierte Konfigurationsunterstützung zu einer effizienteren und effektiveren Konfiguration?

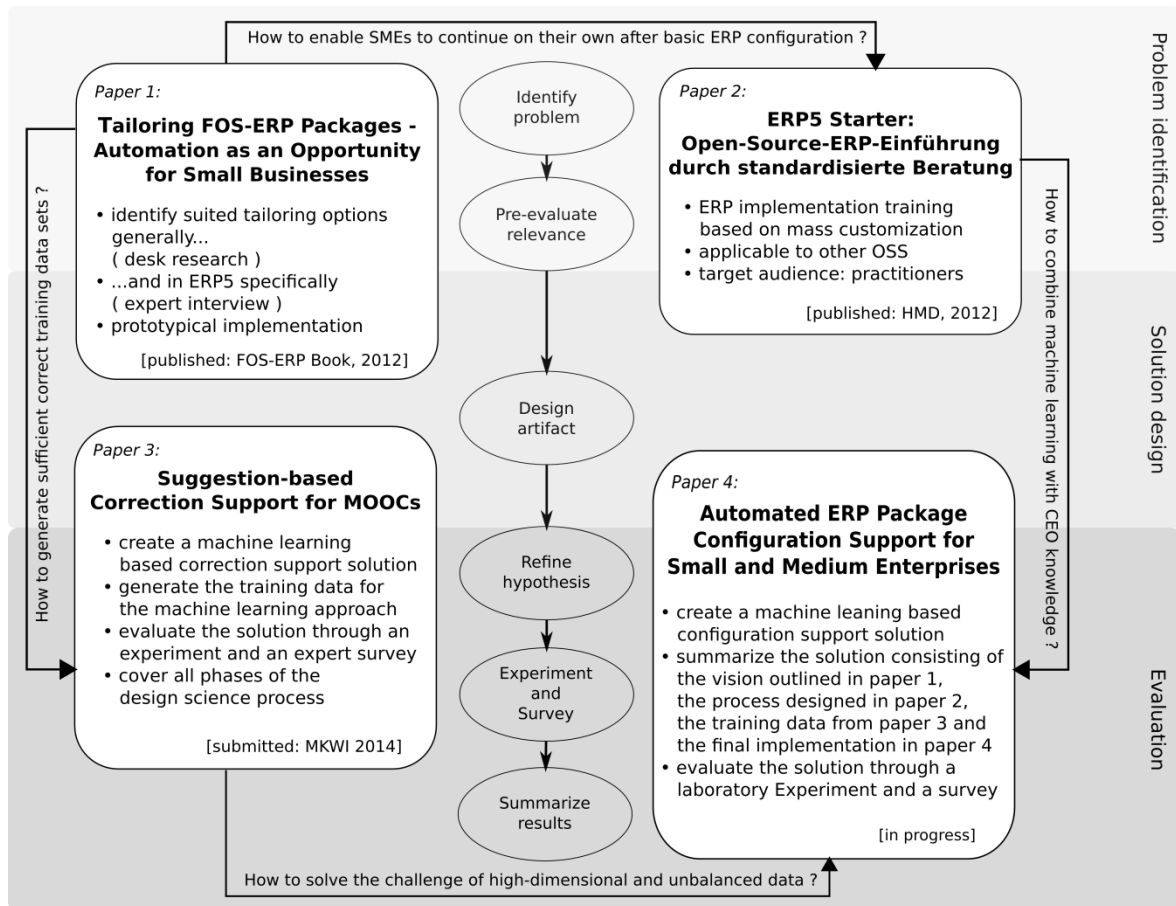


Abbildung 1: Forschungsdesign und Einordnung der Paper in die Phasen des design science Prozesses [15]

Das Vorgehen zur Beantwortung dieser Fragen basiert auf dem design science Paradigma. Um Probleme von Menschen und Organisationen besser zu verstehen und zu lösen werden bei diesem Forschungsansatz innovative Artefakte geschaffen und angewendet [14]. Die im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Artefakte bilden zusammen eine automatisierte Konfigurationsunterstützung zur Erstellung einer Basiskonfiguration von ERP5 für KMU.

Die zur Generierung der Artefakte notwendigen Informationen wurden durch Experteninterviews, Literaturrecherche und exemplarische Konfigurationsdaten erhoben. Wichtige Informationsquellen waren die technische ERP5 Dokumentation, der ERP5 Quellcode sowie Konfigurationsdaten aus vergangenen und aktuellen ERP5 Einführungsprojekten. Das Vorgehen zur Generierung und Evaluation der Artefakte basiert auf dem design as a search Prozess [14]. Dabei werden im Promotionsvorhaben alle Phasen des design science Prozesses [15] durchlaufen. Abbildung 1 zeigt das Forschungsdesign des Promotionsvorhabens und die Einordnung der Paper in die Phasen des design science Prozesses.

2.1 Problemstellung, Problemrelevanz und erste Designprototypen

Paper 1 arbeitet die Problemstellung aus und beantwortet die Forschungsfrage 1. Die Vision ist eine automatisierte Konfiguration von ERP5. Das Forschungsvorhaben wird zu

anderen Forschungsansätzen abgegrenzt. Durch Experteninterviews und Literaturrecherche werden diejenigen tailoring Optionen identifiziert, die sich besonders für eine Automatisierung eignen – allgemein und im speziellen Fall von ERP5. In einem ersten Iterationsschritt werden jeweils ein auf maschinellem Lernen und ein auf knowledge engineering basierender Ansatz prototypisch implementiert und auf eine Beispielkonfiguration angewendet.



Die Fokussierung der zu erforschenden Ansätze auf besonders geeignete tailoring Optionen führt zu der Frage, wie die Einführungshürden für KMU auch für tiefer greifende Anpassungen gesenkt werden können. Zur Beantwortung dieser Frage wird in *Paper 2* ein Ansatz entwickelt, bei dem das für eine ERP Einführung notwendige Wissen mittels Massenindividualisierung und standardisierter Beratung an KMU vermittelt wird. Damit wird die Problemstellung in einen alternativen Kommerzialisierungsansatz für OSS ERP-Systeme eingebettet, der sich auch auf andere Open-Source-Software anwenden lässt. Die Erfahrung aus der tatsächliche Umsetzung dieses Ansatzes als „ERP5 Starter“ mit ersten Kunden mit noch manueller Konfiguration bestätigen die Relevanz der Problemstellung.



2.2 Design von Lösungsalternativen und Evaluation



Paper 3 ist durch die Erkenntnis aus *Paper 2* motiviert, dass sich zur Automatisierung bestimmter Konfigurationsoptionen besonders diejenigen Ansätze eignen, die auf maschinellem Lernen basieren. Zur Umsetzung dieser Ansätze müssen Training Datensätze für ein überwachtes Lernen generiert werden. Jeder Trainingsdatensatz besteht aus einem ausgefüllten Fragebogen und einer ERP5 Basiskonfiguration. Die Zielgruppe für die Erhebung der Trainingsdaten ergibt sich aus der Zielgruppe einer automatisierten ERP Konfigurationsunterstützung: die Unternehmensleitung von KMU. Der Fragebogen erhebt in 90 Fragen diejenigen Informationen, die Berater typischerweise bei einer ERP5 Einführung abfragen: Erfolgreiche und zu optimierende Prozesse des Unternehmens, die Prioritäten für eine ERP Einführung sowie spezifische Informationen zu den ERP-relevanten Unternehmensaktivitäten.

Die Herausforderung bei der Generierung von Trainingsdatensätzen in der für ein überwachtes Lernen notwendigen Quantität und Qualität liegt in der für einen längeren Befragungsprozess schwer zu erreichenden Zielgruppe und der Notwendigkeit von Korrekturen und Rückfragen zu den Antworten. Die Strategie zur Generierung der Trainingsdaten besteht deshalb in der Verteilung der Datenerhebung auf möglichst viele Interviewer, die jeweils ihr persönliches Netzwerk nutzen. Dies wurde unter anderem mit dem in Zusammenarbeit mit Nexedi, Supinfo und TU Dresden durchgeführten Massive Open Online Course (MOOC) „ERP: Theory, Practice and Configuration“ [16] erreicht. 750 studentische Teams interviewten je ein KMU und erstellten dazu jeweils eine ERP5 Basiskonfiguration.

Zur Sicherstellung der Qualität der Trainingsdaten wird in *Paper 3* ein System zur Unterstützung einer mehrstufigen Korrektur der Trainingsdatensätze konzipiert, implementiert und evaluiert. Während des ERP5 MOOCs konnte damit der iterative Korrekturprozess mit einem Aufwand von circa zwei Korrekturstunden pro Datensatz auf

Question  
Please provide an example of management area or of business process which the organisation is handling in a way which it considers itself as being good or successful. Explain what reasons make his business process or business area successful.

Answer  
The sale process. Once a seller talks to the client, he can easily choose a product that fits his needs.

Suggested Corrections  

Suggested Corrections : 1 - 2 of 2 records			
Correction	Description	Add	Rank
Explain what makes the business process successful	Please describe what makes this business process successful. The "reason why the business process is successful" should express, how the process is good for the company. For example "The manufacturing process is successful, because it allows for a very low lead time through..." or "The manufacturing process is successful, because the ... increases the quality of the end product".	<input type="checkbox"/>	0.5
describe concrete successful business process	Please describe a concrete well defined successful business process: An example, how the description of a successful business process could look like is the process of a mexican night bar: The clients of the bar usually drink a lot of alcohol, so they easily forget to pay. Therefore the bar has to make sure that everybody pays before leaving the bar. At the entrance of the bar is a doorman who gives every client a green ticket. As soon as the client orders something he has to give the ticket to the barman. As soon as the client pays his bills, the barman will give him the green ticket again. When the client leaves, he has to pass again by the doorman who will ask: "Give me your green ticket". This is a very simple but well defined business process which makes sure, that every client pays before he can leave.	<input type="checkbox"/>	0.5

Abbildung 2: Das Vorschlagssystem zur Korrekturunterstützung

ein Team von 28 Korrektoren verteilt werden. Zur Steigerung der Korrektoreffizienz beschreibt Paper 3 den iterativen design Prozess eines auf maschinellem Lernen basierenden Vorschlagssystems zur Korrekturunterstützung. Dieses wurde im Rahmen des Promotionsvorhabens speziell zur Generierung der Trainingsdaten entwickelt, eignet sich aber auch zur Korrektur von Praxisprojekten in anderen MOOCs, besonders wenn eine hohe Ergebnisqualität wichtig ist. Die letzten Iterationen der generierten Designalternativen wurde im Rahmen des ERP5 MOOCs mit einem Experiment und einer Umfrage evaluiert. Paper 3 ist einerseits ein unabdingbarer Baustein im Gesamtforschungsvorhaben. Es stellt jedoch auch einen eigenen in sich abgeschlossenen design science Prozess im Forschungsbereich e-learning dar.

Aufbauend auf den drei bereits abgeschlossenen Papern soll das derzeit entstehende *Paper 4* die Forschungsfragen 2 und 3 beantworten. Hierzu werden für die in Paper 1 als geeignet identifizierten ERP5 tailoring Optionen Lösungsalternativen konzipiert und implementiert. Sie basieren auf Ansätzen zum überwachten Lernen mit den in Paper 3 generierten Trainingsdaten.

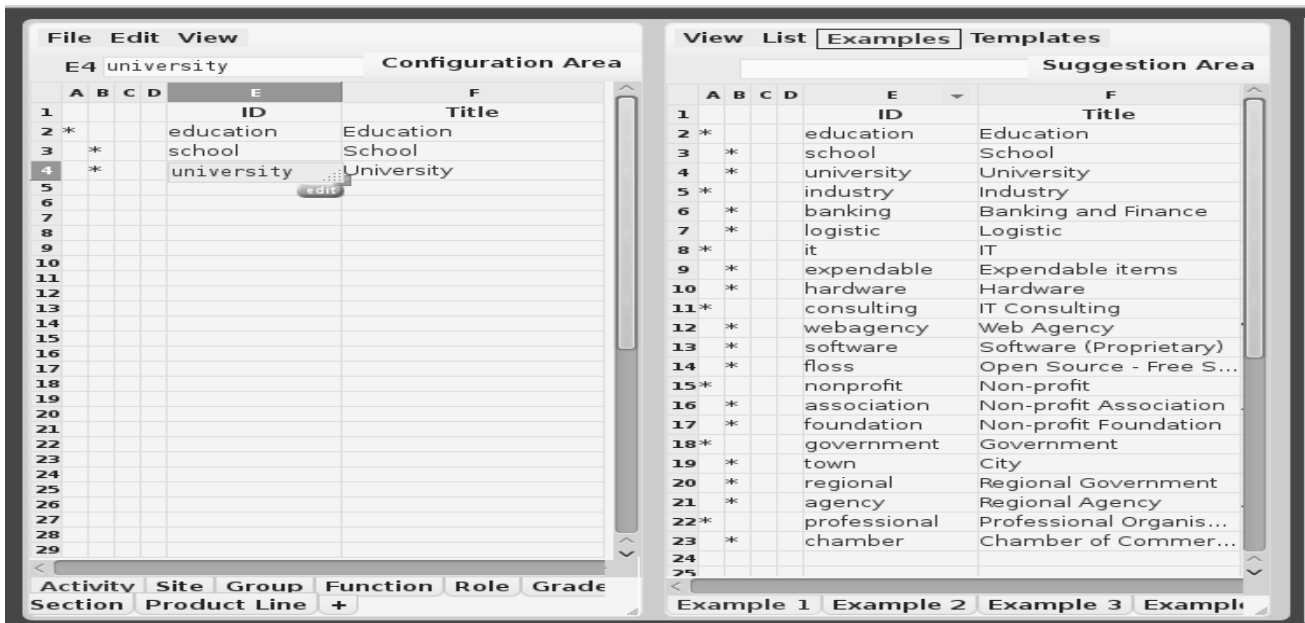


Abbildung 3: Das Vorschlagssystem zur Korrekturunterstützung

Eine Herausforderung sind die Charakteristika der Trainingsdaten. Diese sind durch eine große Anzahl möglicher Ausprägungen für die Zielvariable und eine starke Unausgeglichenheit in den Häufigkeiten der Ausprägungen charakterisiert. Dies ist auch der Grund, weshalb ein regelbasierter Ansatz für diese tailoring Optionen ungeeignet wäre. Paper 3 zeigt, dass bei derartigen Charakteristika der Trainingsdaten ein vorschlagsbasierter Lösungsansatz eine Alternative zu einem vollautomatischen System darstellt. Paper 2 zeigt einen Weg, wie KMU eine ERP Implementierung selbst durchführen können. Aus diesen Erkenntnissen leitet sich für Paper 4 als Lösungsansatz ein Vorschlagssystem zur Konfigurationsunterstützung ab, mit dessen Hilfe die Unternehmensführung selbst eine Basiskonfiguration von ERP5 erstellen kann. Drei verschiedene Lösungsansätze werden hierzu im Konfigurationsunterstützungssystem kombiniert. Dieses soll zusammen mit dem in Paper 3 entwickelten Vorschlagssystem zur Korrekturunterstützung, das dann zur Selbstkorrektur des Fragebogens dient, in ERP5 Configurator integriert werden. Dann können KMU die automatisierte Konfigurationsunterstützung für ERP5 als Cloud Service im Rahmen von ERP5 Starter anwenden.

3 Ausblick

Die von Hevner et al. [14] aufgestellten design science Forschungsrichtlinien empfehlen eine Evaluation der generierten Lösungsalternativen. Deshalb sollen die implementierten Konfigurationsunterstützungsansätze in Paper 4 über ein Laborexperiment mit ca. 100 Teilnehmern sowie eine begleitende Umfrage auf Effizienz (für die Konfiguration benötigte Zeit) und Effektivität (Qualität der Konfiguration beurteilt von ERP5 Experten) getestet werden.

Die Evaluation beruht auf der Annahme, dass sich die Messungen aus dem Laborexperiment auf KMU übertragen lassen. Zur Bestätigung dieser Annahme ist eine langfristige Evaluation mit derzeitigen und zukünftigen ERP5 Starter Kunden als Gegenstand zukünftiger Forschung wünschenswert. Als Gradmesser für die Effektivität könnte dann zum Beispiel die Anzahl der nach der Erstkonfiguration notwendigen Änderungen innerhalb des ersten Nutzungsjahres mit einfließen.

Literaturverzeichnis

- [1] F. F. H. Nah, J. L. S. Lau, and J. Kuang, "Critical factors for successful implementation of enterprise systems," *Business Process Management Journal*, vol. 7, no. 3, pp. 285–296, 2001.
- [2] A. Deep, P. Guttridge, S. Dani, and N. Burns, "Investigating factors affecting ERP selection in made-to-order SME sector," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 19, no. 4, pp. 430–446, 2008.
- [3] F. Adam and P. O'Doherty, "Lessons from enterprise resource planning implementations in Ireland - towards smaller and shorter ERP projects," *Journal of Information Technology*, vol. 15, pp. 305–316, 2000.
- [4] S. C. L. Koh and M. Simpson, "Could enterprise resource planning create a competitive advantage for small businesses?," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 59–76, 2007.
- [5] V. Morabito, S. Pace, and P. Previtali, "ERP marketing and Italian SMEs," *European Management Journal*, vol. 23, no. 5, pp. 590–598, 2005.
- [6] P. Hofmann, "ERP is Dead, Long Live ERP," *Internet Computing, IEEE*, vol. 12, no. 4, pp. 84–88, Aug. 2008.
- [7] L. Wang, J. Tao, M. Kunze, A. C. Castellanos, D. Kramer, and W. Karl, "Scientific cloud computing: early definition and experience," in *10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*, New York, N.Y., 2008, pp. 825–830.
- [8] R. de Campos, A. de Carvalho, and J. S. Rodrigues, "Enterprise Modeling for Development Processes of Open-Source ERP," in *18th Production and Operation Management Society Conference*, Dallas, 2007.
- [9] G. Janssens, R. J. Kusters, and F. Heemstra, "Clustering ERP Implementation Project Activities: A Foundation for Project Size Definition," in *Proceedings of the 1st International Joint Workshop on Technologies for Collaborative Business Processes and Management of Enterprise Information Systems, Funchal, Portugal, Portugal*, 2007, pp. 23–32.
- [10] B. Snider, G. Da Silveira, and J. Balakrishnan, "ERP implementation at SMEs: analysis of five Canadian cases," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 29, no. 1, pp. 4–29, 2009.
- [11] T. B. Kinni, "Process improvement, part 2.," *Industry Week/IW*, vol. 244, no. 4, p. p. 45, 1995.
- [12] G. Timbrell and G. Gable, "The SAP ecosystem: a knowledge perspective," in *Proceedings of the Information Resources Management Association International Conference*, Hershey, PA, 2002, pp. 1115–1118.
- [13] L. Brehm, A. Heinzl, and M. L. Markus, "Tailoring ERP Systems: A Spectrum Of Choices And Their Implications," in *Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, Hawaii*, New York, N.Y., 2001.
- [14] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design science in information systems research," *MIS quarterly*, vol. 28(1), no. 1, pp. 75–105, 2004.
- [15] P. Offermann, O. Levina, M. Schönherr, and U. Bub, "Outline of a design science research process," in *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, New York, NY, USA, 2009, vol. 7, pp. 1–11.
- [16] "SUPINFO International University and TU Dresden have launched today the first Massive Open Online Course (MOOC) to teach ERPs based on open source ERP5 | One Student One ERP." [Online]. Available: http://www.osoe-project.org/web_page_module/3301. [Accessed: 06-Sep-2013].

Customer-centric Service Management - Kundenzentrierte Servicekomposition

Stephan Sachse
Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität Leipzig
Grimmaische Str. 12
04109 Leipzig
stephan.sachse@uni-leipzig.de

Abstract: Der Dienstleistungssektor gewinnt zunehmend an Bedeutung. Hierbei zeigt der Bereich der Finanzdienstleistungen beispielhaft die gegenwärtigen Herausforderungen auf: Services erfordern einen wesentlich höheren Individualisierungsgrad als Güter, gleichzeitig besitzen Endkunden in dieser Domäne jedoch nur geringes Interesse und Expertise. Daher benötigen die meisten Kunden Unterstützung durch Intermediäre in der Erarbeitung individueller Lösungen, welche in der Regel aus heterogenen Services bestehen. Um die Beratung als komplexesten Interaktionstyp durch IT abbilden zu können und Self-Service-fähig zu machen, wird das Konzept der „kundenzentrierten Servicekonfiguration“ beschrieben. Dieser neuartige Ansatz transformiert die sichtbare Komplexität für den Kunden und ermöglicht damit Customization Tasks. Eine Validierung des Konzeptes anhand eines Design Science-Ansatz am Beispiel der Finanzindustrie wird angestrebt.

Keywords: Kundenzentrierung, Mass Customization, Servicekomposition, Komplexität

1 Notwendigkeit kundenzentrierter (Service-)Konfiguration

1.1 Einführung

Mass Customization (MC) hat sich in der Praxis als ein vielversprechendes Konzept bewährt, um geänderten Kundenanforderungen gerecht zu werden. Ursprünglich im Business-to-Business-Kontext (B2B) eingeführt, setzte sich MC in den letzten Jahren zunehmend auch im Business-to-Customer-Bereichen (B2C) durch. Vor dem Hintergrund des Social Web findet derzeit die dritte Phase der MC-Evolution statt - E-Commerce zwischen Endkunden (C2C) [1]. Ziel der MC ist es, Produkte durch Variation von nur wenigen, aber aus der Sicht des Kunden wichtigen Attributen, zu individualisieren. Typische Faktoren für die Individualisierung sind Designparameter wie Farbe oder Größe. Oft geschieht dies auf Basis modularisierter Produkte, zusammengesetzt aus verschiedenen Komponenten. Obwohl sich der Dienstleistungssektor mittlerweile zu dem wichtigsten Wirtschaftszweig entwickelt hat [2], beschränkt sich das Konzept der MC weiterhin weitestgehend auf die Güter- und die Fertigungsindustrie. Dem Dienstleistungssektor mangelt es an der Adaption bestehender MC-Ansätze – sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Eine aktuelle Studie von [3] belegt, dass sich Anwendungsbeispiele von MC in der Praxis fast ausschließlich auf physische Güter beschränken.

Im Gegensatz zu physischen Gütern zeichnen sich Services durch Immaterialität, Unteilbarkeit, Vergänglichkeit und Veränderlichkeit aus [4]. Die Beschreibung von Services ist wesentlich komplexer als für Güter. Weiterhin sind die Kunden unmittelbar in den Erstellungsprozess involviert. Diese hohe Kundenintegration ist im Gegenzug jedoch eine Hauptursache für die zögernde Adaption von MC im Dienstleistungsbereich. Die bestehenden Ansätze von MC zeichnen sich durch Produktzentrierung aus: Zum Beispiel bietet die Daimler AG seit Jahren Online-Konfiguratoren für ihre gesamte Modellpalette an PKW an. Dort können potenzielle Kunden ihr Fahrzeug entsprechend vorgegebener Parameter wie Farbe, Motor, Sonderausstattung individualisieren. Demgegenüber hat Daimler im Jahr 2012 den Mobilitätsservice „Moovel.com“ gestartet, welcher sich nicht auf die Individualisierung von Fahrzeugen fokussiert, sondern Kunden eine individuelle

Lösungen für die Problemstellung von A nach B zu gelangen, bietet. Dazu werden unterschiedlichste Mobilitätsdienstleistungen wie Taxis, Carsharing oder ÖPNV in die Entscheidungsfindung mit einbezogen und weiterhin spezifische Kundenbedürfnisse (schnell, günstig, umweltfreundlich, etc.) berücksichtigt. Dieses Angebot zeigt die Transformation von Daimler als einen Automobilhersteller zu einem Mobilitätsdienstleister und somit die Abkehr von der Produktzentrierung zur Kundenzentrierung. Ein weiteres Beispiel ist Lookcraft.com. Dieses Onlineangebot besteht ebenfalls seit 2012 und hilft Männern ihren eigenen Modestil zu finden und passende Kleidungsstücke zu entdecken. Diese Webseite repräsentiert einen digitalen „Fashion Guide“ und liefert dem Anwender eine umfassende Lösung – ein personalisiertes Outfit. Mittels eines Profiling-Frontends werden die Präferenzen des Kunden erhoben und anschließend individuelle Vorschläge kalkuliert. Die Anwender müssen die entsprechenden Kleidungsstücke hierzu nicht kennen oder benennen können. Anstelle der Konfiguration einzelner Stücke beschreiben die Anwender stattdessen sich selber. Lookcraft.com stellt damit einen neuartigen Ansatz in der Modebranche dar, in der MC über viele Jahre als Individualisierung einzelner Stücke angesehen wurde (bspw. „Curve Fit ID“ von Levis für maßgeschneiderte Jeans).

Obwohl der Begriff „Kundenzentrierung“ im Zusammenhang mit MC häufig verwendet wird, ist damit zumeist nur ein strategisches Versprechen gemeint [5]. Diese Arbeit konkretisiert den Begriff der Kundenzentrierung und überträgt ihn auf die Wirtschaftsinformatik. Im Bereich der Wirtschaftsinformatik wird MC bisher vor allem in der Unternehmensorganisation und im Supply Chain Management betrachtet [6]. Aus Kundensicht steht bei kundenzentrierter MC jedoch vor allem der Prozess der Selektion und Komposition von Services im Vordergrund. Damit ordnet sich dieses Forschungsthema in das Gebiet der „Service Composition“ ein und setzt an bestehenden Limitierungen an: Zum einen adressieren die bestehenden Ansätze zur Servicekomposition lediglich erfahrene und professionelle Anwender mit hoher Expertise. Zum anderen decken die bestehenden Ansätze nur isolierte Aspekte des Kompositionsprozesses ab und vernachlässigen einen integrierten Ansatz aus Endkundensicht. Außerdem, vernachlässigen die Kompositionsansätze die Bündelung heterogener Services. Schlussendlich fehlt auch die praktische Validierung und Evaluation von kundenzentrierten MC-Lösungen [7].

1.2 Mass Customization im Dienstleistungsbereich

Der Begriff „Mass Customization“ wurde von [8] geprägt und ist seitdem ein stetiges Forschungsthema. Die unterschiedlichen Definitionen von MC spiegeln die interdisziplinäre Natur wieder, welche jeweils verschieden Aspekte hervorheben:

- “[L]ow-cost, high volume, efficient production of individually customized offerings.” [9]
- “Mass customization is the capability, realized by a few companies, to offer individually tailored products or services on a large scale.” [10]
- “[T]he technologies and systems to deliver goods and services that meet individual customers’ needs with near mass production efficiency.” [11]

Entsprechend dieser Definitionen kann MC als ein Enabler für die individuelle Erstellung von Kundenlösungen verstanden werden, womit sowohl eine strategische als auch eine technologische Perspektive umfasst wird. Die mangelnde Verbreitung von MC im Dienstleistungssektor lässt sich durch die spezifischen Unterschiede zwischen physischen Gütern und Dienstleistungen (Services) erklären. Nach [4] unterscheiden sich diese beiden Produktgattungen in vier Eigenschaften:

- *Immaterialität*: Services sind immateriell und somit nicht fühlbar, sichtbar oder mit anderen Sinnen erlebbar. Daraus ergeben sich Implikationen auf das

Kundenverständnis und die Kundenexpertise. Etwa erhöht sich die Unsicherheit während der Informations- und Kaufphase aus Sicht des Kunden.

- *Unteilbarkeit*: Physische Güter können zu verschiedenen Zeiten produziert und aufgebraucht werden. Services hingegen werden gleichzeitig produziert und konsumiert. Da der Kunde das Resultat der Dienstleistung zum Zeitpunkt der Produktion unmittelbar erfährt, ist er verständlicherweise auch in hohem Maße in den Produktionsprozess involviert. Anbieter können dadurch (nicht-elektronische) Services kaum skalieren, da jeder Kunde individuell behandelt werden muss.
- *Veränderlichkeit*: Die Qualität eines Services wird durch das Was, Wo, Wann und Wer der Serviceerbringung bestimmt. Da sich die Kunden dessen durchaus bewusst sind, haben sie Strategien entwickelt um mit dieser Unsicherheit umzugehen, bspw. indem sie auf Empfehlungen von Freunden vertrauen oder Testberichte zu Rate ziehen.
- *Vergänglichkeit*: Services können nicht aufbewahrt werden. Unternehmen welche 24h Customer Support anbieten, müssen die notwendigen Ressourcen ebenfalls rund um die Uhr bereithalten.

Darüber hinaus sind Services empfindlicher auf Qualitäts- und Informationsfehler und besitzen eine zeitliche Dimension der Leistungserstellung [12]. Weiterhin ist die Erfüllung individueller Bedürfnissen bei Services von höherer Bedeutung als dies für Güter der Fall ist. Dadurch erfordern sie ein höheres Maß an Individualisierung [13]. Im Hinblick auf MC haben Services spezifische Charakteristika welche sie von Gütern abgrenzen (Tabelle 1).

MC Charakteristika	Physische Güter	Dienstleistungen (Services)	Referenzen
Individualisierung	Entlang des Produktlebenszyklus: <ul style="list-style-type: none"> • Design • Herstellung • Montage • Distribution Objekte: <ul style="list-style-type: none"> • Physische Güter • Prozesse 	Entlang des Servicelebenszyklus: <ul style="list-style-type: none"> • Konzeption • Entwicklung • Umsetzung • Betrieb Objekte: <ul style="list-style-type: none"> • Physische und elektronische Dienstleistungen 	[14], [15]
Co-Creation	Fokus auf funktionalen Merkmalen: <ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Attribute • Features → Individualisierung basierend auf Parametrisierung	Fokus auf nicht-funktionalen Merkmalen: <ul style="list-style-type: none"> • Qualitative Attribute • Kundenkontext → Individualisierung basierend auf Bedürfnissen	[16], [17]
Modularisierung	Module: <ul style="list-style-type: none"> • Material • Einzelteile • Komponenten • Physische Endprodukte → Individualisierung von einzelnen Produkten	Module: <ul style="list-style-type: none"> • Infrastrukturservices • Applikationsservices • Geschäftsservices • Service-Cluster → Individualisierung via Servicebündelung	[18], [19]
Wertschöpfungskette	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management von Gütern • Unternehmensübergreifende Standardisierung von Produkten und Komponenten 	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensübergreifende Service-Systeme • Anbieterübergreifende Interoperabilität von Services 	[20]
IT-Unterstützung	<ul style="list-style-type: none"> • Kundengeführte 	<ul style="list-style-type: none"> • Kundengeführte 	[21], [16], [1]

MC Charakteristika	Physische Güter	Dienstleistungen (Services)	Referenzen
	Anwendungen unterstützen einzelne Aufgaben des Kundenprozesses <ul style="list-style-type: none"> • Produktkonfiguratoren unterstützen primär Montage des Endproduktes • Anbieter-Anwendungen unterstützen primär Design und Montage der Einzelteile 	Anwendungen unterstützen den gesamten Kundenprozess sofern es sich um elektronische Services handelt <ul style="list-style-type: none"> • Service-Konfiguratoren unterstützen alle Phasen des Service-Lebenszyklus • Anbieter-Anwendungen liefern interoperable Anwendungskomponenten welche Modularisierung unterstützen 	

Tabelle 1: Charakteristika von Mass Customization von Gütern und Services

Die Gründe für die mangelnde Nutzung von MC im Dienstleistungsbereich sind bislang kaum untersucht [22]. Angesichts der genannten Charakteristika von MC und der Besonderheiten von Services sind hierfür Gründe in den folgenden drei Bereichen wahrscheinlich:

- *Komplexität*: Der Komplexitätsbegriff umfasst eine Vielzahl von Aspekten. Im Bereich von Dienstleistungen werden Service Systeme als komplex angesehen, wenn diese eine Vielzahl von Elementen, heterogene Elemente oder eine Fülle von möglichen Zuständen umfassen [23]. In diesem Fall stellt die Komplexität ein Haupthindernis für Kunden bei MC dar, da der Aufwand für Verwaltung und Zusammenstellung der Anbieter, Services und deren Beziehungen sehr hoch ist [24]. Komplexität umfasst außerdem die Menge an Information, welche notwendig ist um den Zustand eines Service Systems zu beschreiben. Dies verlangt Expertise über die betreffenden Services, welches Endkunden in vielen Domänen oftmals nicht haben [25]. Beispielsweise fällt es vielen Kunden schwer Finanzdienstleistungen korrekt zu benennen und zu differenzieren. Dazu fehlen ihnen Domänenwissen und Kenntnisse über relevante Parameter und Serviceabhängigkeiten. Daher verlassen sie sich oftmals auf Intermediäre (z.B. Finanzberater) welche Ihre Anforderungen in „natürlicher“ Sprache aufnehmen und verarbeiten [16]. Der hohe Einfluss von Komplexität auf die Adaption von MC wurde bereits nachgewiesen. So hat bspw. [26] festgestellt, dass im Fall von Konfiguratoren, zu viel Auswahl den Kunden überfordert und dadurch der Nutzen von MC verringert wird („Paradox of Choice“).
- *Unschärfe*: Unschärfe beschreibt ungefähre Annahmen anstatt fester und exakter Berechnungen. Im Gegensatz zu physikalischen und technischen Parametern lässt sich die Qualität von Services oft nur subjektiv und ungefähr beschreiben – ganz besonders in der Kundenwahrnehmung. Dadurch sind Anforderungen an Services i.d.R. vage und abstrakt [27]. In Folge dessen, werden qualitative Merkmale und Auswahlparameter oftmals relativ ausgedrückt („günstig“, „schnell“). Dies ist in der Konsumentenpsychologie begründet [28]. Diese Unschärfe ist eine Herausforderung für die Servicebeschreibung und für die IT-gestützte Verarbeitung, da hierfür Standards fehlen und Algorithmen diese Unschärfe abbilden müssen um Lösungsvorschläge zu generieren [29]. Eine Möglichkeit um Unschärfe zu reduzieren ist beispielsweise das Treffen von Annahmen. Eine weitere Herausforderung ist die Identifikation relevanter Beschreibungsattribute. Diese folgen oftmals ebenfalls keinen physischen Produktattributen, sondern sind

ebenfalls in der Konsumentenpsychologie begründet und somit hinsichtlich Abgrenzung und Gewichtung ebenfalls unscharf [30]. Der Verständnis der Kundenperspektive und der Transfer dieser Unschärfe in "exakte" Domänen wie die IT ist eine herausfordernde aber notwendige Aufgabe [31].

- *Bündelung*: Eine Voraussetzung für MC ist eine flexible Wertschöpfungskette, welche es erlaubt ein Produkt zu den jeweiligen Anforderungen zu erbringen [6]. Im Dienstleistungsbereich bestehen Lösungen i.d.R. aus verschiedenen (und oftmals heterogenen) Elementen. Hier existiert ein zusätzlicher Schritt, welcher der Produktion vorgelagert ist – die Bündelung. Services sind modulare Einheiten mit einer spezifischen Funktionalität, geschaffen um einzeln oder in Verbindung mit anderen Services, Lösungen für den Kunden darzustellen. Jeder Service kann wiederum aus feingranulareren Services bestehen und selbst Teil eines Servicebündels sein. Im Gegensatz zu Gütern findet die Individualisierung von Services nicht primär über deren Parametrisierung, sondern über die Komposition verschiedener Services statt. Dabei sind die einzelnen Services oftmals heterogen und adressieren verschiedenste Bedürfnisse [32]. Die Aufgabe der Bündelung übernimmt für gewöhnlich ein Intermediär für den Kunden. Sein Fachwissen ermöglicht es ihm geeignete Servicemodule zu selektieren und diese untereinander unter Einhaltung von Rahmenbedingungen zu bündeln. Vor dem Hintergrund der MC muss dieses Fachwissen externalisiert und von IT abgebildet werden. Trotz der technologischen Fortschritte, sind automatisierte Mechanismen welche eine maßgeschneiderte und kundengeführte Bereitstellung von Services ermöglicht, noch weit von der Realität entfernt [33].

Der Autor vertritt die Meinung, dass diese Hindernisse auf dem Weg zu MC im Dienstleistungsbereich durch das Konzept der kundenzentrierten Konfiguration gelöst werden können. Vor allem das zentrale Problem aus Kundensicht, die hohe Komplexität, lässt sich durch diesen Paradigmenwechsel lösen. Das Konzept der kundenzentrierten Konfiguration wird im Folgenden detaillierter vorgestellt.

2 Kundenzentrierte Mass Customization

Für MC finden sich verschiedenste Klassifikationen [34], [24]. Verbreitet ist die Unterscheidung zwischen parameterbasierter („parameter-based“) und bedürfnisbasierter („Need-based“) Konfiguration. Der wesentliche Unterschied hierbei ist das User-Interface des Konfigurator-Werkzeuges. Parameterbasierte Systeme erlauben dem Anwender die direkte Manipulation der Produktparameter, wohingegen die neueren bedürfnisbasierten Systeme die Produktparameter in eine weniger technische Sprache für den Anwender übersetzen. Durch diesen Ansatz ist es auch weniger fachkundigen Anwendern erlaubt selbstständig MC durchzuführen [16]. Daneben existieren weitere Klassifikationen z.B. hinsichtlich des Einbezugs des Anwenders oder der Grad der Individualisierung [14], [35]. Eine weitere Strukturierung betrachtet den Lösungsraum hinsichtlich des Freiheitsgrades. Entsprechend [36] kann dieser Prozess entweder strukturiert, semi-strukturiert oder unstrukturiert erfolgen. Eine strukturierte Konfiguration bewegt sich in einem stark eingegrenzten Lösungsraum und mögliche Auswahlmöglichkeiten und Alternativen sind vordefiniert. Ein Beispiel hierfür sind die eingangs genannten Automobil-Konfiguratoren. Dabei liegt der Fokus auf einem einzigen Produkt und entlang einer vordefinierten Parameterliste werden alle Attribute abgefragt. Ein semi-strukturierter Ansatz erlaubt einen heterogeneren Lösungsraum, welcher jedoch weiterhin stark eingegrenzt ist. Reiseportale sind ein Beispiel hierfür. Eine Reise besteht aus heterogenen Dienstleistungen (Flug, Unterkunft, Versicherung, etc.). Diese Lösung aus Sicht des Kunden ist jedoch weiterhin stark vorstrukturiert, da der Anbieter (und nicht der Kunde) die möglichen Module einer Reise im Vorfeld definiert und im System abbildet. Somit ist diese Konfiguration eine

Verknüpfung mehrerer strukturierter Konfigurationen. Im Fall der unstrukturierten Konfiguration ist der Lösungsraum wesentlich offener und umfasst heterogene Elemente. Die Anzahl der möglichen Module ist sehr hoch und kann im Vorfeld nicht bestimmt werden. Ein Beispiel hierfür ist eine individuelle Finanzlösung, bei welcher der Kunde verschiedenste Dienstleistungen zwischen verschiedenen Anbietern wählt – in Abhängigkeit von seinen persönlichen Bedürfnissen.

Die Entwicklung der MC erstreckt sich von parameterbasierter zu bedürfnisbasierter Konfiguration und von strukturierter zu semi-strukturierter Konfiguration. Diese Entwicklung setzt sich mit dem Schritt zur unstrukturierten Konfiguration fort (Abbildung 1). Dadurch werden kundenzentrierte Lösungen ermöglicht, welche aus heterogenen Elementen bestehen, die nicht im Vorfeld bestimmt (und somit auch nicht parametrisiert) werden können. Eine der wenigen Definitionen für Kundenzentrierung („customer-centricity“) liefert [37]: “[It is the] focus on customer preferences, rather than by use of a particular technology or product mix”.

		Degree of freedom		
		Structured (homogenous element)	Semi-structured (collection of homogenous elements)	Unstructured (heterogenous elements)
Interface	Need-based	Example: Dell (need-based laptop configuration)	Example: Nutmeg.com (Portfolio management)	Example: Lookcraft.com
	Parameter-based	Example: Car configurators	Example: Travel portals	Example: n/a

Abbildung 1: Klassifikation von Mass Customization-Ansätzen (eigene Darstellung)

Das Paradigma der kundenzentrierten Konfiguration entsprechend Abbildung 1 liefert die folgenden Ansätze um die vorher erwähnten Hürden für MC im Dienstleistungsbereich zu nehmen:

- *Komplexitätsreduktion durch Meta-Level Konfiguration:* Im produktzentrierten MC werden während des Konfigurationsprozesses keine alternativen Produkte mehr berücksichtigt [38]. Die Entscheidung für das spätere Produkt, welches konfiguriert wird, wurde im Vorfeld zur Konfiguration getroffen. In komplexeren Domänen, wie bspw. Finanzdienstleistungen, sind sich die Kunden oftmals nicht bewusst welches Produkt ihren Bedürfnissen am besten entspricht. Daher setzt die kundenzentrierte Konfiguration früher im Kundenprozess ein, nämlich bei der Selektion und der Bündelung von Servicemodulen, welche erst später parametrisiert werden. Während sich die produktzentrierte Konfiguration auf technische Attribute von Gütern und Services bezieht, baut die kundenzentrierte Konfiguration auf Meta-Beschreibungen auf [39]. Dieses Meta-level enthält Produktklassen anstelle spezifischer Produkte. Z.B. wenn ein Kunde ökologisch nachhaltig Geld anlagen möchte, empfiehlt der Konfigurator bspw. „Crowdfunding“ oder einen „Nachhaltigkeitsfonds“ als ein Element der späteren Lösung. Nachdem der Kunde sich für eine der Varianten entschieden hat (bzw. die geeignetste Vorgeschlagen wurde) setzt der Kunde den Prozess auf einem niedrigeren servicebezogenen Level fort, wobei er sich für einen konkreten

Anbieter entscheidet und den Service mit seinen persönlichen Daten parametrisiert. Aus Kundensicht trägt diese Meta-level Konfiguration erheblich zur Komplexitätsreduktion bei, da es die Lösungsvarianten mittels einer abstrakteren, nicht-technischen Sprache beschreibt.

- *Reduzierung der Unschärfe durch Kundenprofile:* Die produktzentrierte MC ist eine Erweiterung des klassischen Produktionsprozesses, indem der Kunde verstärkt mit einbezogen wird [14]. Der Konfigurator erhebt die Produktionsparameter vom Kunden und als Resultat entsteht eine Produktspezifikation. Im Gegensatz dazu ist der Output eines kundenzentrierten Konfigurators ein Kundenprofil, welches die relevanten Individualisierungsinformationen enthält. Ein Kundenprofil ist eine strukturierte Repräsentation der persönlichen Daten, Bedürfnisse und Präferenzen des Anwenders für die Individualisierung von Services [40]. Dieses Kundenprofil ist die Grundlage für die Auswahl und Kombination geeigneter Servicemodule entsprechend seiner Anforderungen. Im Gesundheitsbereich werden derartige Profile bereits eingesetzt um Behandlungspläne festzulegen [40].
- *Individualisierung durch Bündelung:* Wenn der MC-Prozess nicht auf ein spezifisches Produkt festgelegt ist, steht er alternativen Lösungsvarianten, welche die gleichen Bedürfnisse erfüllen, gegenüber offen. Ein Defizit bestehender Ansätze ist die Beschränkung auf wenig heterogene Produkte [24]. In vielen Fällen besteht eine umfassende Lösung aus heterogenen Elementen (bspw. bei Reisen). Produktzentrierte Konfiguratoren erlauben nur eine lineare Konfiguration eines (strukturierte Konfiguration) oder mehrere homogener (semi-strukturierte Konfiguration) Elemente. In einigen Anwendungsbereichen wie z.B. der Finanzindustrie ist der Lösungsraum zu heterogen und zu umfangreich, als das die bisherigen Konfigurationsansätze genutzt werden können. Der kundenzentrierte Ansatz zielt somit nicht auf die Parametrisierung eines einzelnen Produktes, sondern auf Individualisierung durch Bündelung verschiedener Module, was im Servicebereich wesentliche Voraussetzung ist.

Tabelle 2 stellt die kundenzentrierte Konfiguration der produktzentrierten Konfiguration gegenüber.

	Kundenzentrierte Konfiguration	Produktzentrierte Konfiguration	Referenzen
Fokus	Meta-Ebene (heterogene Produktklassen)	Produkt-Ebene (spezifisches Produkt)	[38]
Resultat	Individualisierte Lösung	Individualisiertes Produkt	[41]
Benötigte Informationen	Beschreibung der Kundenbedürfnisse	Beschreibung der Produktparameter	[16]
Grad der Heterogenität	Unstrukturiert	Strukturiert, Semi-strukturiert	[36]
Individualisierungsschritte	Selektion, Bündelung	Parametrisierung	[7]

Tabelle 2: Abgrenzung der kundenzentrierten von der produktzentrierten Konfiguration

3 Ansatz zur kundenzentrierten Mass Customization

3.1 Forschungsfrage und Beitrag

Die Finanzindustrie befindet sich momentan in einer Phase der Transformation. Kundenbedürfnisse haben sich grundlegend geändert und Technologie hat einen disruptiven Einfluss auf die gesamte Industrie. Elektronische Interaktionskanäle und Self-Services haben in den vergangenen Jahren massiv an Bedeutung gewonnen. Diese

Digitalisierung der Kunde-Bank-Interaktion beschränkt sich bislang jedoch auf einfache Interaktionen wie Transaktionen und einfacher Support. Die Beratung, der komplexeste Interaktionstyp, ist nach wie vor auf das persönliche Gespräch beschränkt. Das Forschungsprojekt, welches dieser Arbeit zu Grunde liegt, ist in der Finanzindustrie angesiedelt.

Vor diesem Hintergrund untersucht dieses Forschungsvorhaben die gegenwärtigen Grenzen von kundengeführter Servicekonfiguration und wie sich diese verschieben lassen, bzw. welchen Einfluss dies auf zukünftige Prozesse und Geschäftsmodelle haben wird. Die Finanzindustrie ist ein geeignetes Anwendungsbeispiel für kundenzentrierte Konfiguration, da Finanzdienstleistungen einen hohen Grad an Individualisierung erfordern, um Kundennutzen zu stiften. Die selbstständige Erstellung von Servicebündeln durch den Kunden ist eine herausfordernde Aufgabe, welche oftmals durch fehlende Expertise und geringes Interesse limitiert wird. Die Auswirkungen von Fehlentscheidungen sind hoch. Somit handelt es sich um „extensive Kaufentscheidungen“, welche aus Kundensicht einen Intermediär erforderlich machen [55]. Zusätzliche Relevanz erlangt diese Domäne durch die Vielzahl neuartiger Finanzdienstleistungen im Online-Umfeld. Diese „Banking Innovations“ stellen einen Lösungsraum dar, welcher sehr heterogene, jedoch untereinander kombinierbare Services umfasst, die sich überdies direkt an den Endkunden richten.

3.2 Konzept und Prototyp

Kundenzentrierung erfordert ein fundiertes Verständnis der Kundeperspektive. Somit muss ein Konfigurationsansatz nicht nur ein produktbasiertes Servicemodell und Konfigurationslogik umfassen, sondern auch ein kundenorientiertes Servicemodell welches die spezifischen Kundenanforderungen reflektiert. Die Elemente eines generischen Modells für kundenzentrierte MC basierend auf [42] zeigt Abbildung 2.

- *Customer model*: Kunden müssen die notwendigen Informationen für die Individualisierung in einem Konfigurator-Frontend erfassen. Diese Informationen werden im Kundenprofil strukturiert erfasst und ggf. ausgetauscht.
- *Service model*: Das Service-Modell ist eine strukturierte Beschreibung der Elemente des Lösungsraumes. Es ist das Gegenstück zum Kundenprofil und muss zu diesem semantisch kompatibel sein. Ausgangspunkt hierfür bilden bestehende Servicebeschreibungssprachen wie die “Universal Service Description Language” (USDL) oder die “Webservice Description Language” (WSDL).
- *Configuration logic*: Nachdem Kunden und Services in einem strukturierten Format beschrieben sind, müssen beide Seiten gematcht werden um einen individuellen Lösungsvorschlag (Service Bundle) zu kalkulieren.
- *Service bundle*: Das Servicebündel stellt den Lösungsvorschlag gegenüber dem Kunden dar.

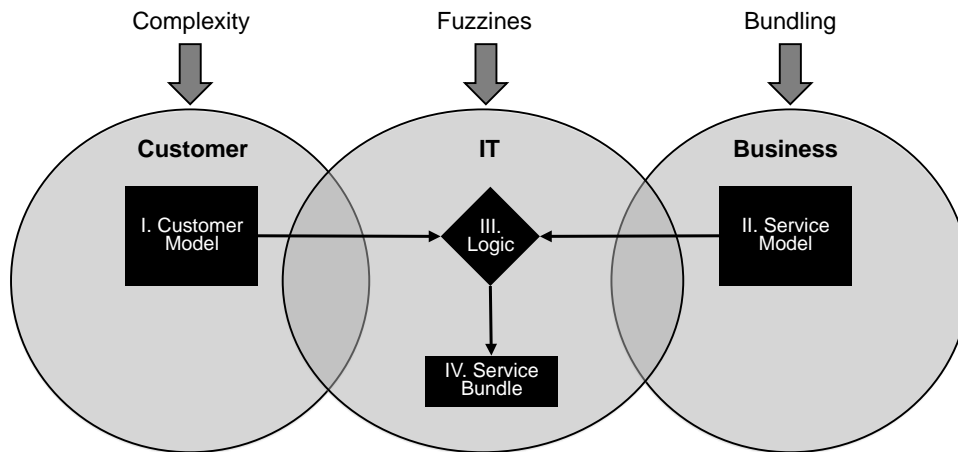


Abbildung 2: Konzeptionelles Modell der kundenzentrierten Servicekonfiguration (vgl. Schackmann & Link, 2001)

Im Bereich der Servicekonfiguration und –komposition sind die Elemente II-IV bereits stark im Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen. Oftmals jedoch mit einem stark begrenztem Umfang und fehlender Validierung in der Praxis. [43], [44]). Tabelle 3 fasst bestehende Forschungsgebiete zu den Elementen II-IV zusammen.

Element	Relevantes Forschungsgebiet	Referenzen
II. Service Model	Service description languages	[45]
	Service ontologies	[46], [47]
	Service repositories	[48]
III. Configuration Logic	Service composition	[7]
	Service value networks	[49]
	Service discovery	[50], [33]
	Service bundling	[19]
IV. Service Bundle	Customer acceptance	[51]
	Customer value	[52]
	Visualization	[51]

Tabelle 3: Elemente kundenzentrierter Servicekonfiguration und zugehörige Forschungsbereiche (nicht abschließend)

Der Paradigmenwechsel von der produktzentrierten zur kundenzentrierten Konfiguration erfordert ein neues Element: das Kundenprofil (Customer Modell). Es ist das Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zur Produktzentrierung und bildet die Kundenperspektive im Konfigurationsprozess ab. Hierfür gibt es jedoch keine allgemeingültigen Beschreibungsstandards. Für Services haben sich in der Vergangenheit verschiedene Beschreibungssprachen etabliert. Zunächst lag hierbei der Fokus auf technischen (z.B. WSDL), später auch auf fachlichen Aspekten (z.B. USDL).

Jedes dieser Elemente ist substantiell für das vorgestellte Konzept, jedoch liegt der Beitrag des Forschungsvorhabens primär in der Entwicklung des Customer Modells sowie in der Integration der Elemente. Hierfür wird ein Design Science-Ansatz gewählt und mittels eines Prototyps implementiert. Dieser Prototyp umfasst den Lösungsraum aus der Banking Innovation Database (banking-innovation.org) und ermöglicht darauf eine kundenzentrierte Servicekomposition. Das Anwendungsszenario des Prototyps lässt sich mit „Self-Advisory“ beschreiben. Der Prototyp dient sowohl als Proof-of-Concept, als auch als Experiment für die Komplexitätstransformation durch Kundenzentrierung.



Abbildung 3: Profiling Frontend des Prototyps für kundenzentrierte Konfiguration am Beispiel elektronische Finanzdienstleistungen

3.3 Komplexitätstransformation durch kundenzentrierte Konfiguration

Larry Tesler, Wissenschaftler auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion, formulierte in den 1980er Jahren das nach ihm benannte Gesetz der konstanten Komplexität („Law of conservation of complexity“) [53]. Demnach ist die Summe der Komplexität in einem System jederzeit konstant, lediglich für welche Rolle und in welchem Umfang die Komplexität sichtbar wird, ist variabel. D.h. für jeden Anwender existiert eine „Line of Visibility“, bis zu dieser die Systemkomplexität für ihn transparent ist. Diese Sichtbarkeitsschwelle wird bewusst oder unbewusst während des Designs des Systems festgelegt. Daraus resultierend lässt sich sagen, dass man Komplexität managen und transformieren kann.

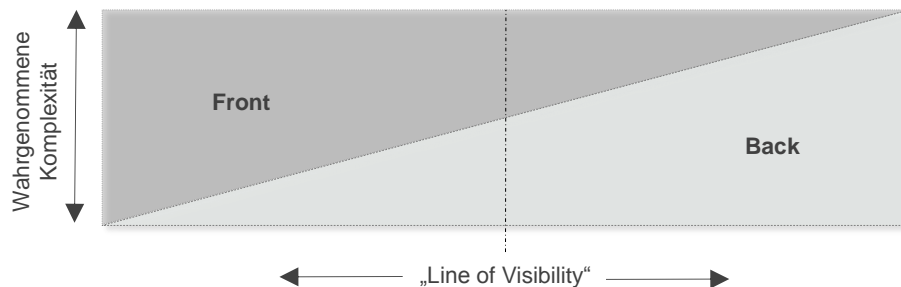


Abbildung 4: Gesetz der konstanten Komplexität (eigene Abbildung)

Scheitert MC im Servicebereich bislang an der hohen Komplexität für den Anwender, so kann eben diese Komplexität möglicherweise vor ihm verborgen werden und stattdessen im Backend angesiedelt sein. Dem vorgestellten Forschungsansatz liegt eben diese Idee zu Grunde. Es wird angenommen, dass der kundenzentrierte Konfigurator die Komplexität für den Endanwender so weit senkt, dass dadurch erstmals Anwendungsfälle wie Self-Advisory möglich werden. Darüber hinaus existiert hinsichtlich des Kundenprofils Spielraum wie breit und wie detailliert Kundeninformationen erhoben werden. Diese verschiedenen Profiling-Varianten stellen ebenfalls Komplexitätsstufen dar, welche Auskunft geben können und welche Aspekte für eine „optimale“ Konfiguration (hinsichtlich der Komplexität) von Bedeutung sind. Diese Fragestellung ist zentraler Gegenstand der empirischen Validierung des kundenzentrierten Servicekonfigurators.

Literaturverzeichnis

- [1] D. Walcher and F. T. Piller, "Special Series of Articles on Mass Customization," *InnovationManagement.se*, 2012. [Online]. Available: <http://www.innovationmanagement.se/2012/04/02/special-series-of-articles-on-mass-customization-from-frank-piller/>. [Accessed: 11-Feb-2013].
- [2] H. Katzan, *Service Science: Concepts, Technology, Management*. iUniverse, 2008, p. 232.
- [3] D. Walcher and F. T. Piller, "The Customization 500 - An International Benchmark Study on Mass Customization and Personalization in Consumer E-Commerce," 2012.
- [4] P. Kotler and K. Keller, *Marketing Management*, 14th ed. Prentice Hall, 2011, p. 816.
- [5] F. T. Piller, "Mass Customization: A Strategy for Customer - Centric Enterprises," *Customer-Driven Supply Chains*, no. 2009. Springer, pp. 1–27, 2010.
- [6] F. Salvador, P. M. De Holan, and F. Piller, "Cracking the Code of Mass Customization Cracking the Code of Mass Customization," *MIT Sloan Manag. Rev.*, vol. 50, no. 3, pp. 71–78, 2009.
- [7] I. S. Razo-Zapata, P. De Leenheer, and J. Gordijn, "Value-Based Service Bundling: A Customer-Supplier Approach," *2011 IEEE 15th Int. Enterp. Distrib. Object Comput. Conf. Work.*, pp. 237–246, Aug. 2011.
- [8] S. M. Davis, *Future perfect*. Perseus Books, 1987, p. 243.
- [9] B. J. Pine, "Mass customizing products and services," *Strateg. Leadersh.*, vol. 21, no. 4, pp. 6–55, 1993.
- [10] P. Zipkin, "The limits of mass customization," *MIT Sloan Manag. Rev.*, vol. 42, no. 3, pp. 81–88, 2001.
- [11] M. M. Tseng and J. Jiao, "Mass Customization," in in *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*, John Wiley & Sons, 2001, p. 2796.
- [12] G. Da Silveira, D. Borenstein, and F. Fogliatto, "Mass customization: Literature review and research directions," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 72, no. 49, pp. 1–13, 2001.
- [13] E. Anderson, C. Fornell, and R. Rust, "Customer satisfaction, productivity, and profitability: differences between goods and services," *Mark. Sci.*, 1997.
- [14] J. Lampel and H. Mintzberg, "Customizing customization," *Sloan Manage. Rev.*, pp. 21–31, 1996.
- [15] J. Chen and Y. Hao, "Mass customization in design of service delivery system: A review and prospects," *African J. Bus. Manag.*, vol. 4, no. June, pp. 842–848, 2010.
- [16] T. Randall, C. Terwiesch, and K. T. Ulrich, "User Design of Customized Products," *Mark. Sci.*, vol. 26, no. 2, pp. 268–280, Mar. 2007.
- [17] Z. Zhao, N. Lage, and N. Crespi, "User-centric service selection, integration and management through daily events," in *2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, 2011, pp. 1–7.
- [18] F. Kohlmann and R. Alt, "Business-Driven Service Modeling-A Methodological Approach from the Finance Industry," *MACIASZEK, LA ABRAMOWICZ, W.(Eds.) Bus. Process Serv. Comput. (BPSC'07). Leipzig, Ger.*, pp. 1–14, 2007.
- [19] T. Kohlborn, "Decision-Support for Service Bundling," in *Doctoral Consortium at the 22nd International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'10)*, 2010, no. June.
- [20] R. F. Lusch, S. L. Vargo, and M. Tanniru, "Service, value networks and learning," *J. Acad. Mark. Sci.*, vol. 38, no. 1, pp. 19–31, Jan. 2009
- [21] S. Pearson, "A trusted method for self-profiling in e-commerce," *Trust. Reputation, Secur. Theor. Pract.*, pp. 177–193, 2003.
- [22] A. Nambiar, "Mass Customization: Where do we go from here?," *Proc. World Congr. Eng.*, vol. I, 2009.
- [23] T. Blecker, G. Friedrich, B. Kaluza, N. Abdelkafi, and G. Kreutler, *Information and management systems for product customization*. Boston: Springer, 2005, p. 269.
- [24] B. Dellaert and S. Stremersch, "Marketing mass-customized products: striking a balance between utility and complexity," *J. Mark. Res.*, vol. XLII, no. May, 2005.
- [25] G. Frizelle and E. Woodcock, "Measuring complexity as an aid to developing operational strategy," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 15, no. 5, pp. 26–39, 1995.
- [26] F. Salvador and C. Forza, "Principles for efficient and effective sales configuration design," *Int. J. Mass Cust.*, vol. 2, p. 2007, 2007.
- [27] Z. Baida, J. Gordijn, and H. Sæle, "An Ontological Approach for Eliciting and Understanding Needs in e-Services," *Adv. Inf. ...*, 2005.
- [28] J. Druckman, "Evaluating framing effects," *J. Econ. Psychol.*, vol. 22, pp. 91–101, 2001.
- [29] W. Zhou, J. Wen, M. Gao, and J. Liu, "A QoS preference-based algorithm for service composition in service-oriented network," *Opt. - Int. J. Light Electron Opt.*, pp. 1–6, May 2013.
- [30] A. M. Degeratu, A. Rangaswamy, and J. Wu, "Consumer choice behavior in online and traditional supermarkets: The effects of brand name, price, and other search attributes," *Int. J. Res. Mark.*, vol.

- 17, no. 1, pp. 55–78, Mar. 2000.
- [31] K. T. Ulrich, D. J. Ellison, and H. Hall, “Holistic Customer and Requirements the Design-Select Decision,” vol. 45, no. 5, pp. 641–658, 1999.
- [32] Z. Baida, “Software-aided Service Bundling Intelligent Methods & Tools for Graphical Service Modeling,” Vrije Universiteit Amsterdam, 2006.
- [33] I. Razo-Zapata, P. De Leenheer, J. Gordijn, and H. Akkermans, “Fuzzy verification of service value networks,” in *Advanced Information Systems Engineering*, 2012, pp. 95–110.
- [34] K. H. Christensen, “Mass Customization: An analysis of planning and control issues and solutions in operations, when a market demands increasing flexibility,” 2012.
- [35] R. Duray, P. Ward, G. Milligan, and W. Berry, “Approaches to mass customization: configurations and empirical validation,” *J. Oper. Manag.*, no. 18, pp. 605–625, 2000.
- [36] S. Haak, “Mass Customization of Cloud Services,” Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), 2013.
- [37] F. S. Fogliatto, G. J. C. da Silveira, and D. Borenstein, “The mass customization decade: An updated review of the literature,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 138, no. 1, pp. 14–25, Jul. 2012.
- [38] M. Weinmann, M. Hibbeln, and S. Robra-Bissantz, “Customer-oriented configuration systems: one type fits all?,” 2011.
- [39] H. J. Long, L. Y. Wang, J. Shen, M. X. Wu, and Z. B. Jiang, “Product service system configuration based on support vector machine considering customer perception,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. ahead-of-p, no. August 2013, pp. 1–19, May 2013.
- [40] M. Z. Eslami and A. Zarghami, “Personalized Service Creation by Non-technical Users in the Homecare Domain,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 5, pp. 409–417, 2011.
- [41] A. M. Epp and L. L. Price, “Designing Solutions Around Customer Network Identity Goals,” *J. Mark.*, vol. 75, no. 2, pp. 36–54, 2011.
- [42] J. Schackmann and H. Link, “Mass Customization of Digital Products in Electronic Commerce,” in *Proceedings of the International NAISO Congress on ISI*, 2001, vol. 4801, pp. 144–150.
- [43] N. Y. Lee and O. Kwon, “A complementary ubiquitous service bundling method using service complementarity index,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 5, pp. 5727–5736, May 2011.
- [44] E. da Silva, L. Pires, and M. Van Sinderen, “Towards runtime discovery, selection and composition of semantic services,” *Comput. Commun.*, 2011.
- [45] A. Barros and D. Oberle, *Handbook of Service Description: USDL and Its Methods*. Springer, 2012, p. 538.
- [46] V. Sorathia, L. F. Pires, M. Sinderen, and F. Wijnhoven, “Service Semantics Classification: an Approach Towards Modular Service Ontology,” pp. 1–4, 2009.
- [47] M. Dong, D. Yang, and L. Su, “Ontology-based service product configuration system modeling and development,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 9, pp. 11770–11786, Sep. 2011.
- [48] J. Yu, Q. Z. Sheng, J. Han, Y. Wu, and C. Liu, “A semantically enhanced service repository for user-centric service discovery and management,” *Data Knowl. Eng.*, vol. 72, pp. 202–218, Feb. 2012.
- [49] J. Gordijn, I. Razo-Zapata, P. De Leenheer, and R. Wieringa, “Challenges in Service Value Network Composition,” in *The Practice of Enterprise Modeling*, Springer, 2012, pp. 91–100.
- [50] M. Klusch, “Service Discovery,” in *Encyclopedia of Social Networks and Mining (ESNAM)*, R. Alhajj and J. Rokne, Eds. Springer, 2014.
- [51] T. Rogoll and F. Piller, “Product configuration from the customer’s perspective: A comparison of configuration systems in the apparel industry,” 2004.
- [52] Z. Yang, M. Jun, and R. T. Peterson, “Measuring customer perceived online service quality: Scale development and managerial implications,” *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 24, no. 11, pp. 1149–1174, 2004.
- [53] D. Saffer, *Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices*. 2010.

Supply Chain Intelligence - Neue Ansätze der Entscheidungsunterstützung in End-to-End-Lieferketten

Andre Kaiser

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik II
Systementwicklung/Anwendungssysteme

Technische Universität Chemnitz

09107 Chemnitz

andre.kaiser@wirtschaft.tu-chemnitz.de

Abstract: Der vorliegende Aufsatz behandelt die grundlegenden Erkenntnisse der unternehmensübergreifenden Entscheidungsfindung und –unterstützung in Supply Chains. Zum Einstieg in die Thematik werden ausgehend von einem Supply Chain Ansatz zunächst die Entscheidungen systematisiert und abgrenzt. Als Modell, die Entscheidungsunterstützung in Supply Chains unternehmensübergreifend zu unterstützen, wird dann der Supply Chain Intelligence-Ansatz vorgestellt. Das Forschungsvorhaben befindet sich noch am Anfang, weshalb hier zunächst ein Überblick des Themas erarbeitet werden soll. Ziel des Betrags ist es, Problemstellungen für die weitere Untersuchung der unternehmensübergreifenden Entscheidungsunterstützung zu identifizieren.

Keywords: Supply Chain Intelligence, Entscheidungsunterstützung, SCM

1 Einführung

Wechselnde und wachsende Kundenanforderungen und sich verschärfende Wettbewerbsbedingungen haben Unternehmen immer mehr zu einer Konzentration auf Kernkompetenzen geführt. Die Auswahl eines spezifischen Geschäftssegments geht damit auch mit einer Vielzahl von Outsourcing-Entscheidungen einher, die schließlich zu einer Kooperationsbildung und damit zur Bildung umfangreicher Unternehmensnetzwerke führen. Als Konstrukt diese komplexen Gebilde zu beschreiben, hat sich das Supply Chain Management (SCM) etabliert. Die damit einhergehenden Finanz-, Wert- und Informationsströme werden in diesen End-to-End-Lieferketten nicht mehr nur zwischen einzelnen Unternehmenskooperationen betrachtet, was zu umfangreichen organisatorischen und technischen Herausforderungen führt.

Aus einer fokalen Unternehmensperspektive heraus betrachtet, dient die Vernetzung in Supply Chains (SC) der Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit. Darüber hinaus gilt es aber ebenso, die SC nachhaltig zu entwickeln und anzupassen. Eine Optimierung der eigenen Unternehmung ist daher nicht hinreichend. Unternehmerische Entscheidungen werden damit nicht nur begrenzt im eigenen Unternehmen wirksam, sondern betreffen ganze Wertschöpfungsketten beziehungsweise deren Teile. Der Prozess der Entscheidungsfindung wird damit auch auf die kollektive Ebene der SC übertragen, wo dieser Beitrag ansetzt.

2 Grundlagen von Supply Chains

2.1 Supply Chain Ansatz

Supply Chain Definitionen und Ansätze sind vielfältig und unterscheiden sich aufgrund der Beschreibung durch unterschiedliche Fachrichtungen, wie dem Wertschöpfungsmanagement, Logistikmanagement und Netzwerkmanagement. Einigkeit besteht in der Annahme, dass der SC eine Wertschöpfungskette sowie der Gedanke einer Integration von Unternehmensaktivitäten zugrunde liegen [1]. Die Wertschöpfungskette wird ganzheitlich mit dem Ziel betrachtet, die Güter- und Informationsflüsse aller an der SC beteiligten

Partner abzustimmen [2]. Die SC wörtlich als Versorgungskette zu bezeichnen, ist dabei nicht ausreichend, da eine solche Denkweise eine einseitige Orientierung hinsichtlich der Lieferanten impliziert [3]. Vielmehr sollte die SC als eine End-to-End-Lieferkette betrachtet werden, in der durch eine unternehmensübergreifende Koordination und Optimierung der Material-, Informations- und Wertflüsse der Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffgewinnung über die einzelnen Veredelungsstufen bis zum Endkunden betrachtet wird [4].

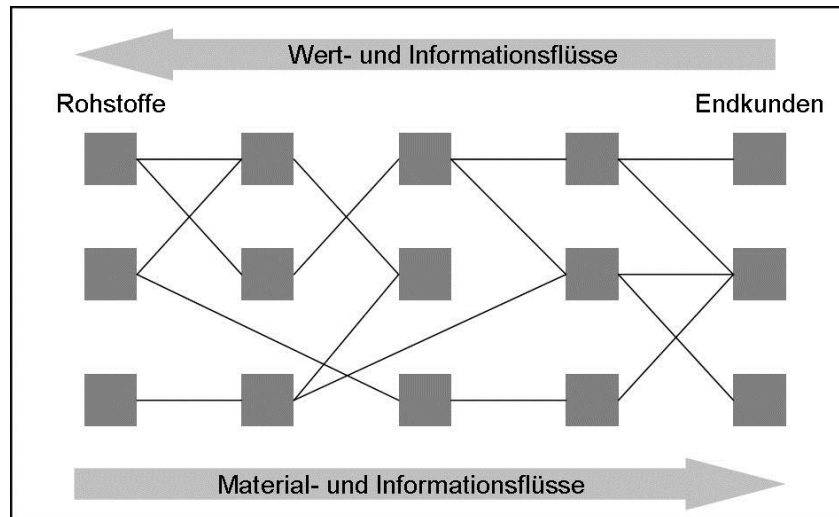


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung einer SC

Mit dieser Erkenntnis gehen gleichzeitig eine Reihe von Problemen einher, die mit der Heterogenität der an der Kooperation beteiligten Unternehmen zusammenhängen. Zwar wird eine SC oberflächlich als Unternehmensnetzwerk betrachtet, jedoch sind mannigfaltige kollektive und individuelle Akteure, wie Lieferanten, Hersteller, Händler, Distributoren, Dienstleister und Kunden daran beteiligt, die zum einen nach einer gewissen Autonomie streben und sich andererseits eine gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit durch die SC erhoffen [1].

2.2 Entscheidungen des SCM

Die Entscheidungen, die im Rahmen des SCM zu treffen sind, zeichnen sich aufgrund der sowohl innerbetrieblichen, wie auch interorganisationalen Tragweite durch Vielfalt und Komplexität aus. Daher ist es zunächst sinnvoll, eine Systematisierung der Entscheidungen im SCM vorzunehmen.

Das Ziel ist es, die Herausforderungen des SCM von der Initiierung einer Kooperation über den erfolgreichen Fortbestand hin zu einer gemeinsamen Strategiefindung zu unterstützen [5]. Die SC als ein komplexes Netzwerk ist dabei nicht als ein starres Kooperationsgebilde zu betrachten. So werden durch permanente interne und externe Entwicklungen stetig einzelne Kooperationen auf ihre Eignung für den eigenen Unternehmenserfolg und den Erfolg des SC-Verbundes überprüft und schließlich Modifikationen in prozessualer Hinsicht beziehungsweise hinsichtlich der Partner durchgeführt [6]. Dieses Vorgehen kann als ein zyklisches Modell dargestellt werden, wie es in Abbildung 2 dargestellt wurde.

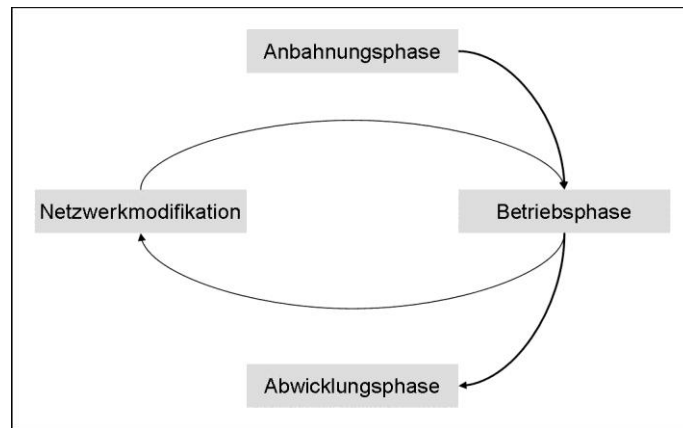


Abbildung 2: Supply Chain Zyklus [6]

Entscheidungen, die im Rahmen des SCM zu treffen sind, können demnach zunächst dadurch charakterisiert werden, in welchem Abschnitt der Kooperation sie anfallen. Darüber hinaus zeigt dieses Modell eine Voraussetzung funktionierender Supply Chains, nämlich die Rekonfiguration der SC zu ermöglichen um so flexibel auf Marktveränderungen und Kundenbedürfnisse reagieren zu können [7]. Im Kern geht es darum, wettbewerbsfähige Strukturen zu schaffen, welche unter der Beachtung einer logistischen Infrastruktur, wertschöpfungs- und netzwerkspezifisch zu gestalten sind [8].

Diese Bereiche zielen vor allem auf die strategischen Entscheidungen ab, die eine nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, wie auch die der SC sichern sollen. Cohen und Russel identifizieren als die wichtigsten strategischen Entscheidungsfelder

- die Produktions- und Fertigungsstrategie,
- die Outsourcing-Strategie,
- die Vertriebskanal-Strategie,
- die Kundenservice-Strategie und
- das Netzwerk der Produktionen und Standorte [9].

Die Outsourcing-Strategie zielt dabei auf die Konzentration auf Kernkompetenzen ab. Dabei wird im Rahmen der SC-Theorie angenommen, dass bestenfalls jedes Unternehmen in seiner Kernkompetenz aktiv ist und sich schließlich die SC als „Best-of-Everything-Netzwerk“ konstituiert [10].

Das SCM benötigt vielfältige Informationen zur Entscheidungsfindung, die sowohl internen als auch externen Ursprungs sind. An dieser Stelle weicht das SCM selbstverständlich nicht von rein unternehmensinternen Entscheidungssituationen ab, die bei der Betrachtung fokaler Unternehmen eine Rolle spielen würden. Vielmehr geht es darum, die Identifikation der vom SCM benötigten Informationen mit *allen* SC-Mitgliedern durchzuführen und dann dem Management zur Verfügung zu stellen [11]. An dieser Stelle wird die besondere Herausforderung für die Informationsversorgung deutlich, da in SC als End-to-End-Lieferkette die Akteure vom Rohstofflieferanten bis zum Endverbraucher von Interesse sind und damit sowohl Unternehmen als kollektive Akteure wie auch Konsumenten als Individuen.

Für eine weitere Verfeinerung der Informationsbedarfe im SCM empfiehlt sich eine weitere Unterteilung hinsichtlich einer zeitlichen Dimension, wobei hier klassisch in kurz-, mittel- und langfristigen Bereich unterschieden wird. Während im kurzfristigen Bereich vor allem die Ausführungsunterstützung der konkreten Auftragsbearbeitung von Belangen ist, geht es im mittel- und langfristigen Bereich um Entscheidungsunterstützung in Produktionsprogrammplanung und der Netzwerkplanung. Insbesondere bei der Netzwerkplanung geht es um die strategische Konfiguration der SC und zielt somit auf die

bereits erwähnten Outsourcing und Kooperationsentscheidungen ab. Die Ausführungsunterstützung hingegen betrachtet Routineaufgaben, die in der Regel auf einem turnusmäßigen Verkehr von Material- und Informationsflüssen mit direkten Wertschöpfungspartnern basieren [12].

Damit werden für die Untersuchung des Themas auch nur diejenigen Maßnahmen betrachtet, die einen mittel- oder langfristigen Wirkungsbereich haben. Diese Herangehensweise korrespondiert damit auch mit der Definition einer Entscheidung als die Auswahl einer Aktion aus einer Menge von verfügbaren Maßnahmen [13].

3 Supply Chain Intelligence

3.1 Entwicklung der unternehmensübergreifenden Entscheidungsfindung

Der Terminus der Supply Chain Intelligence (SCI) ist nicht neu und wird von Softwareunternehmen, wie SAS als Markenname für Produktlösungen im SCM-Bereich verwendet.¹ Dass unternehmerische Entscheidungen im Rahmen des SCM nicht isoliert innerhalb eines fokalen Unternehmens getroffen werden, ist ebenfalls ein Ansatz der bereits seit Anfang der 90er Jahre theoretisch untersucht wird. Im Modell von Werner zu den Entwicklungsstufen des SCM wird der Informationsaustausch zwischen Akteuren beginnend mit dem Jahr 1992 verortet. Das heißt nicht, dass eine Entscheidungsfindung auch unternehmensübergreifend stattfindet. Allerdings wird durch den Informationsaustausch bereits eine Grundlage für weitere Entwicklungen gelegt. Die nächste Stufe, das kollaborative Management komplexer Netzwerke, wird ab dem Jahr 1996 beschrieben [1]. Für das SCM hat sich für diese Entwicklung speziell das Collaborative Supply Chain Management (CSCM) herausgebildet. Dieses zielt darauf ab, dass Unternehmen ihre SC-gerichteten Aktivitäten nicht isoliert planen, sondern zwei oder mehrere unabhängige Unternehmen gemeinsame Planungsaktivitäten durchführen [14]. Die Idealvorstellung wäre hierbei eine Echtzeitkooperation und die Synchronisation von Planungsprozessen [15]. Dieser Ansatz hebt vor allem die interorganisationale Entscheidungsfindung hervor, in dem Netzwerke (also auch SC) kollaborativ also gemeinsam gemanagt werden.

3.2 Supply Chain Intelligence Ansatz

Als grundsätzliche Fragestellung ist zunächst zu betrachten, ob das SCI die unternehmensübergreifende Entscheidungsfindung an sich darstellt, oder eine entscheidungsunterstützende Funktion für das SCM einnimmt.

Die begriffliche Verwandtschaft von SCI und Business Intelligence (BI) ist nicht zufällig. Vielmehr wird versucht, den BI-Ansatz auf das SCM zu übertragen. Das SCI wird dabei als eine Weiterentwicklung des unternehmensinternen BI-Ansatzes verstanden. Ausgehend von der Grundvorstellung, dass die Techniken und Anwendungen des BI einen entscheidungsunterstützenden Charakter ausweisen [16], kann bei einer Übertragung des BI auf das SCM festgehalten werden, dass auch das SCI eine entscheidungsunterstützende Funktion einnimmt. Wohingegen das im Abschnitt 3.1 betrachtete CSCM die gemeinschaftliche Entscheidungsfindung an sich betrachtet, nimmt das SCI eine unterstützende Funktion ein, um die Ziele des CSCM zu verwirklichen.

Die innerbetriebliche Entscheidungsfindung soll durch das BI in Form eines integrierten und unternehmensspezifischen IT-Gesamtansatzes unterstützt werden [17]. Das SCI versucht dieses Konzept nun um eine unternehmensübergreifende Komponente zu erweitern. So wird dieses als integrierter, unternehmensübergreifender IT-Gesamtansatz zur Entscheidungsfindung in End-to-End-Lieferketten umschrieben [18].

¹ Siehe hierzu <http://www.sas.com/offices/europe/germany/industry/industrie/supply-chain-intelligence.html>.

Eine weitere Definition beschreibt das SCI als eine breite, multidimensionale Sicht auf die Supply Chain, in der Muster und Regeln, sowie bedeutsame Informationen entdeckt werden können [19]. Dieser Ansatz stellt deutlicher den strategischen Aspekt der SCI in den Vordergrund, da wie im vorherigen Kapitel erwähnt, vor allem die Netzwerkgestaltung und -planung wie auch die Konfiguration der SC den strategischen Bereich abdeckt.

Ausgehend von den im Abschnitt 2.2 skizzierten Entscheidungen des SCM sollte das SCI idealtypisch unter anderem in der Lage sein

- die Produktionsplanung, beziehungsweise Produktionsprogrammplanung,
- in Hinblick auf Marktveränderungen und Kundenbedürfnisse die Nachfrageplanung sowie
- die Rekonfiguration und die Netzwerkplanung des SCM

zu unterstützen. Die geschieht auf der Grundlage nicht isolierter Entscheidungen und unter Verwendung einer unternehmensübergreifenden IT-Ansatzes.

Bei der Übertragung von BI auf SCI muss jedoch beachtet werden, dass es zunächst kein einheitliches Verständnis von BI gibt. Als nächster Schritt wäre ausgehend von den mannigfaltigen BI-Definitionen eine Übertragung auf die SC-Problematik zu prüfen. Das heißt, es müssten die technischen, strukturellen und organisationalen Voraussetzungen für das BI auf die gesamte SC übertragen werden. Genau an dieser Stelle besteht die Gefahr, dass der Ansatz bei einem sehr weiten BI-Verständnis an sein Grenzen stößt, da die Unternehmen auch in SC oder im Rahmen des CSCM immer noch als selbstständige Unternehmen agieren. Zu prüfen ist auch, ob in diesem Zusammenhang ein SC-theoretischer Ansatz ausreichend ist oder ob weitere Ansätze, wie zum Beispiel der der virtuellen Unternehmen, bessere Anwendungsmöglichkeiten bieten.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Chancen, die mit einer stärkeren Integration von Geschäfts- und Wertschöpfungsaktivitäten einhergehen, sind im Rahmen des SCM bereits ausgiebig erforscht. Im der Informationstechnologie haben sich im Bereich des SCM bereits zahlreiche APS- und ERP-Lösungen etabliert. Allerdings decken diese eher den operativen Bereich des SCM ab und unterstützen damit in erste Linie die Ausführung von Geschäfts- und Wertschöpfungsprozessen.

Die strategisch-taktische Ebene ist im Rahmen des SCM auch deshalb von besonderem Interesse, da nicht nur die SC-Partner durch die Kooperation ihre eigene Kernkompetenz stärken können, sondern auch eine übergeordnete SC-Kernkompetenz entsteht, die sich im Endprodukt der SC niederschlägt. Da alle Unternehmen damit einen Teil zum Erfolg und zur Wettbewerbsfähigkeit der SC beitragen, die wiederum positive Auswirkungen auf den eigenen Absatz haben, müsste auch alle Unternehmen einen Willen zur langfristigen Sicherung von Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit haben. Schließlich stehen auch ganze SC in Konkurrenz zu anderen ähnlichen Netzen, die als Mitbewerber agieren. Dass Unternehmen dieses Ziel der gemeinschaftlichen Strategiefindung und Planung verfolgen, wird im Rahmen des CSCM erläutert. Das dafür auch die notwendigen Infrastrukturen zur Verfügung stehen, wurde bereits theoretisch beleuchtet. Allerdings befinden sich die beteiligten Unternehmen in einem stetigen Spannungsfeld zwischen eigener Wettbewerbsfähigkeit und einzelunternehmerischen Kalkül sowie den Chancen der Vernetzung. Die geistigen und technischen Barrieren in den Unternehmen können damit eine konsequente Ausrichtung der Entscheidungsunterstützung und -findung in SC verhindern.

Weitere Fragestellungen, die mit der Thematik in Verbindung stehen und Anlass zu weiteren Untersuchungen geben sind:

- Welche BI-Ansätze lassen sich auf die End-to-End-Lieferketten übertragen?
- Welchen technischen, organisatorischen und infrastrukturellen Herausforderungen und Barrieren sehen sich SC-Akteure ausgesetzt?
- Inwieweit stößt der Ansatz der End-to-End-Lieferketten, beziehungsweise der SC hinsichtlich der interorganisationalen Entscheidungsfindung und –unterstützung an seine Grenzen?

Literaturverzeichnis

- [1] H. Werner, Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling, 3.Aufl., Wiesbaden: Gabler, 2008.
- [2] H. Corsten und R. Gössinger, Einführung in das Supply Chain Management, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2001.
- [3] H. Arndt, Supply Chain Management, 4. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 2008.
- [4] A. Busch und W. Dangelmaier, „Integriertes Supply Chain Management - ein koordinationsorientierter Überblick,“ in A. Busch; W. Dangelmaier (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, 2. Aufl., Wiesbaden, Gabler Verlag, 2004, pp. 4-21.
- [5] J. Weber, Logistik- und Supply Chain Controlling, 5. Aufl., Ulm: Schäffer-Poeschel-Verlag, 2002.
- [6] M. Stevens und I. Pollmeier, „Aufgaben von Controllingssystemen zur Koordination von Supply Chains,“ in J. Becker; R. Knackstedt; D. Pfeiffer (Hrsg.): Wertschöpfungsnetzwerke - Konzepte für das Netzwerkmanagement und Potenziale aktueller Informationstechnologien, Heidelberg, Springer, 2008, pp. 49-64.
- [7] W. Stölzle und F. K. Heusler, „Implementierung von Supply Chain Management - Ressourcenorientierte Ableitung eines konzeptimmanenten Kompetenzprofils,“ in M. Eißig (Hrsg.): Perspektiven des Supply Chain Managements - Konzepte und Anwendung, Berlin und Heidelberg, Springer, 2005, pp. 199-233
- [8] T. Lenz, „Supply Chain Management und Supply Chain Controlling in internationalen Unternehmen,“ in J. W. Kramer; J. Neumann-Szyszka (Hrsg.): Wismarer Schriften zu Management und Recht, Bd. 16, Hamburg, CT Salzwasser, 2008.
- [9] S. Cohen und J. Roussel, Strategisches Supply Chain Management, Heidelberg: Springer, 2004.
- [10] R. Bechtel, „Humankapitalberechnung zwischen Markt- und Ressourcenorientierung. Eine axiomatische Integration,“ in C. Scholz (Hrsg): Strategie- und Informationsmanagement, Bd. 19, München und Mering, Rainer Hampp Verlag, 2006.
- [11] G. Fandel, A. Giese und H. Raubenheimer, Supply Chain Management, Berlin und Heidelberg: Springer, 2009.
- [12] M. Steven und R. Krüger, „Advanced Planing Systems - Grundlagen, Funktionalitäten, Anwendungen,“ in A. Busch; W. Dangelmaier. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, Wiesbaden, Gabler, 2004, pp. 171-188.
- [13] G. Sieben und T. Schildbach, Betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie, Düsseldorf: Werner Verlag, 1990.
- [14] T. M. Simatupang und R. Sridharan, „The Collaborative Supply Chain,“ International Journal of Logistics Management, Vol. 13, 2002, Nr. 1, pp 15-30.
- [15] T. Langemann, „Collaborative Supply Chain Management (CSCM),“ in A. Busch; Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management, 2. Aufl., Wiesbaden, Gabler, 2004, pp. 435-451.
- [16] P. Gluchowski, R. Gabriel und C. Dittmar, Management Support Systeme und Business Intelligence, 2. Aufl., Berlin und Heidelberg: Springer, 2008.
- [17] H.-G. Kemper, H. Baars und W. Mehanna, Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendung, 3. Aufl., Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2010.
- [18] J.-O. Vogt, „Supply Chain Intelligence,“ in W. Wenger; M. J. Geiger; A. Klein (Hrsg.): Business Excellence in Produktion und Logistik, Wiesbaden, Gabler, 2011, pp.265-281
- [19] N. Stefanovic, V. Majstorovic und D. Stefanovic, „Supply Chain Business Intelligence Model,“ in Proceedings of LCE 2006, pp. 613, 2006.

Ausgewählte Problemstellungen zur Bestimmung optimaler Lieferanten-Abnehmerbeziehungen in konkurrierenden Supply Chain Netzwerken

Mario Lindner
Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
Universität Leipzig
Grimmaische Straße 12
04109 Leipzig
mlindner@wifa.uni-leipzig.de

Abstract: Der Autor beschreibt die Lieferanten-Abnehmer-Beziehungen in konkurrierenden Netzwerken am Beispiel der Automobilindustrie in Deutschland und zeigt deren Entwicklung in den letzten Jahren auf. Danach werden die konkurrierenden Lieferketten (Supply Chains) herausgefiltert, welche in einigen Knoten auch miteinander verflochten sein können. Diesen real existierenden Lieferanten-Abnehmer-Beziehungen werden Fragestellungen zugeordnet, die nur in Abhängigkeit und unter Einbeziehung der Gesamtheit des Supply Chain Netzwerkes gelöst werden können. So zum Beispiel: wie lange die Lieferkette stabil bleiben kann, wenn Lieferanten oder Abnehmer ausfallen oder hinzukommen bzw. sich deren Liefer- bzw. Abnahmemengen verringern oder erhöhen? Die konkreten Antworten können erst nach Anwendung des Modelles erfolgen. Wohl wissend, dass an dieser Stelle inhaltlich die wissenschaftliche Recherche nach Lösungsmöglichkeiten zur Auswahl des passenden mathematischen Modells erfolgen muss, gibt der Autor in diesem Aufsatz die Lösungsmöglichkeit vor, um alle zuvor aufgeworfenen Fragen beantworten zu können. Er modifiziert das klassische Transportmodell soweit, dass die aufgezeigten Lieferketten abgebildet werden können und die Mehrstufigkeit und Variantenvielfalt in der Automobilbranche Beachtung finden. Die real existierenden Lieferanten-Abnehmer-Beziehungen werden als Ausgangslösungen eingesetzt, die Schritt für Schritt verbessert werden sollen. Die Diskrepanz zwischen der heute vorhandenen realen Zuordnung (zu viele oder zu wenige Lieferanten-Beziehungen) und einer zulässigen Ausgangslösung, die das mathematische Modell verlangt, wird ebenfalls erklärt und deren Lösungswege dargestellt. Am Ende des Aufsatzes geht der Autor auf die Bedeutung der Aufwandskoeffizienten ein, die die Lieferanten-Abnehmer-Beziehungen unterschiedlich prägen. Sie beeinflussen die Nebenbedingungen und Zielfunktionen und können damit zu abweichenden teils konträren Ergebnissen führen. So soll als eine weitere Betrachtungsnuance (anstatt Transportstrecke in km x transportierte Menge) die Ideen zu Green Supply Chains erörtert werden, um den Umwelt schonenden Anforderungen, den Kohlendioxidausstoß zu minimieren, gerecht zu werden.

Keywords: Lieferanten-Abnehmerbeziehung, Supply Chain Netzwerk, Mehrstufen-Mehrsorten-Transportmodell

1 Einleitung

Die Herausbildung stabiler Lieferanten-Abnehmerbeziehungen in Supply Chain Netzwerken wird für die beteiligten Unternehmen immer bedeutender, da sich in den letzten Jahren Krisen- und Aufschwungzeiten immer schneller abgewechselt haben und gleichzeitig deren Intensitäten immer mehr zugenommen haben.

Die Unternehmen aller Branchen müssen zunehmend in der Lage sein, immer schneller auf wechselnde, teilweise konträre Restriktionen reagieren zu können, welche unmittelbare Auswirkungen auf das eigene Betriebsergebnis und die getroffenen Gewinnerwartungen haben werden. Das heißt, dass die Anforderungen an stark schwankenden Umsatzmengen, die die gewachsenen Lieferanten- Abnehmerbeziehungen heute bewältigen müssen, nur durch höhere Flexibilität innerhalb der Lieferketten ausgeglichen werden können.

Die Auswirkungen der weltweiten Rezession sind immer noch spürbar, jedoch befinden sich verstärkt Unternehmen wieder in der Lage investieren zu können. Die meisten von ihnen beginnen in erster Linie damit, die eigenen Geschäftsprozesse zu verbessern ohne

die Abhängigkeiten der äußeren Verflechtungen und deren Einfluss auf das interne Betriebsergebnis zu betrachten. Bestes Beispiel dafür liefert der amerikanische Computer- und IT-Dienstleistungskonzern IBM,¹ welcher bereits ab Ende 2008 (mit Beginn der Krise) mit dem weltgrößten Transformationsprojekt in seiner 100-jährigen Geschichte begonnen hatte, alle Geschäftsprozesse weltweit verbessern zu wollen. Dabei wurde die Gesamtheit aller Geschäftsprozesse akribisch analysiert und jeder einzelne Geschäftsprozess untersucht, ob er vereinfacht, standardisiert oder integriert werden kann. In diesem Zusammenhang wurden auch neue Lieferantenbewertungssysteme untersucht und verglichen. Jedoch wurde erst relativ spät 2012/2013 damit begonnen, auch die Lieferanten und Abnehmer in das Projekt einzubeziehen. Über 90% der Hard- und Softwareprodukte der IBM werden nicht direkt an die Endkunden ausgeliefert, sondern indirekt über die Distributoren, T1²- und T2³- Partner. Der Größe des IBM Transformationsprojektes geschuldet, ist verständlich, dass es vorgezogen wurde, erst die internen Prozesse zu optimieren und im zweiten Schritt die Lieferketten zu betrachten.

Wenn ein betriebswirtschaftlich optimal ausgerichtetes Unternehmen mit den neuesten und innovativsten Produkten keine Abnehmer fände, würde es schnell vom Markt verschwunden sein. Analog könnte es seine Produkte nicht verkaufen, wenn es mit den schlechtesten Zulieferern zusammenarbeiten würde. Doch wie kann ein Unternehmen feststellen, ob gerade seine Lieferanten- Abnehmerbeziehungen gut oder schlecht sind und wie sie in Relation zu den Beziehungen der Konkurrenten eingeordnet werden [1].

2 Entwicklung der Automobilindustrie

Die Lösung soll am Beispiel der Automobilindustrie aufgezeigt und hergeleitet werden. In Deutschland gibt es die großen Automobilhersteller Mercedes-Daimler, BMW, VW, Opel, Ford, Audi und Porsche sowie die Hersteller für Lastkraftwagen und Busse M.A.N., Neoplan und Iveco. Zu Beginn der 90ziger Jahre kamen im Zusammenhang mit der deutschen Wiedervereinigung auch die ostdeutschen Produzenten (Wartburg Eisenach, Sachsenring Zwickau, Robur Zittau und Fahrzeugwerk Ludwigsfelde) hinzu, welche aber keine bedeutende Rolle in Bezug auf das Herausbilden autarker Player im Markt spielten, sondern entweder schnell von den bundesdeutschen Firmen übernommen wurden oder relativ zeitig in Konkurs gingen.

Allein aus der Tatsache heraus, dass plötzlich neue Zulieferfirmen, sogar neue Fahrzeugherstellerfirmen entstehen können, werden sofort Fragen zur bestehenden Optimalität der vorhandenen Lieferanten- Abnehmerbeziehungen aufgeworfen. Auch der umgekehrte Fall ist denkbar, dass plötzlich Zulieferer und Produktstätten, etwa durch unvorhersehbare Naturkatastrophen (z.B. 2011 durch den Tsunami in Japan) ausfallen können. Wenn beispielsweise der Hauptlieferant wegfällt, muss der potentielle Abnehmer (z.B. ein weiterer Zulieferer oder ein Fahrzeughersteller) sofort die Initiative ergreifen und ein Unternehmen finden, welches den für ihn passenden Ersatz liefern kann.

Ab Mitte der 90ziger Jahre haben sich die autarken Supply Chains (Lieferketten) zunehmend verflochten (vorher in untergeordnetem Umfang), wodurch heute ganze Supply Chain Netzwerke entstanden sind. Gleichzeitig nehmen die Ausnahmen (Zulieferer, die an mehrere konkurrierende Unternehmen liefern) immer mehr zu. In der heutigen Zeit ist es

1 International Business Machines Corporation; Sitz Armonk, USA; gegründet 1911; 434.000 Mitarbeiter; Umsatz 2012: 104,5 Mrd. US Dollar

2 Tier 1... Rang 1 Partner vertreten meistens nur einen Hersteller mit sehr hohem Umsatzvolumen in der Vergütung den Distributoren fast gleichgestellt

3 Tier 2... Rang 2 Partner vertreten meistens die Produkte mehrerer Hersteller mit kleinerem Umsatzvolumen in der Vergütung den Distributoren und Tier1-Partnern schlechter gestellt

fast Standard, dass große Zulieferer (z.B. Bosch⁴) fast alle potentiellen Fahrzeughersteller beliefern. Diese Tatsache steht der zunehmenden Vernetzung mit Schaffung konkurrierenden Netze nicht entgegen. Als weiteres Beispiel kann das Ende der 90ziger Jahre von Toyota errichtete Klimakompressorenwerk in Strassgräbchen bei Kamenz angeführt werden, welches gleichzeitig Zulieferer für VW+Audi, BMW, Daimler und Toyota ist.

3 Trends in der Automobilindustrie

Eine mögliche Einteilung der Trends ist die Unterscheidung in Mode- und Megatrends, wobei die Modetrends kurzfristiger ausgerichtet sind und das Mitmachen dieser Trends nicht über die Existenz eines Unternehmens entscheidet. Modetrends sind und waren z.B. die Einführung von CIM⁵, Kanban⁶ und Fertigungsleitständen [2].

Megatrends dagegen finden ganz langsam fast unbemerkt Einzug in die Wirtschaft. Deren Bedeutung sollte aber von keinem Unternehmen unterschätzt werden. Megatrends, die gegenwärtig die Weltwirtschaft beeinflussen, sind [3]:

- immer kürzere Produktlebenszyklen (time to market)
- steigende Produktvariantenvielfalt
- zunehmender Preisdruck
- Entstehen neuer Businessmodelle
- Konzentration auf Kernkompetenzen
- Globalisierung der Märkte und Unternehmen

und zeigen sich in der Automobilbranche mit folgenden Ausprägungen:

- Herstellungszeiten und Gesamtlebenszeit für ein Fahrzeug sinken kontinuierlich und damit einher geht die zunehmende Produktvielfalt. Immer schneller werden neue Produktlinien herausgebracht. Manchmal werden die Vorgänger- und aktuelle Serien auch zeitgleich produziert. Insgesamt werden Fahrzeuge heute immer schneller ersetzt.
- Zunehmender Preisdruck: erkennbar durch erhöhtes Marketing, aggressiverer Werbung und durch immer häufigere Rückrufaktionen
- Entstehen neuer Player im Markt: z.B. der 4 P Logistikprovider, die auf dem Gebiet des Supply Chain Managements neue übergreifende Aufgaben übernehmen [4]
- Konzentration auf Kernkompetenzen: Outsourcing aller Bereiche, die nicht zur direkten Produktion gehören (z.B. Forschung und Entwicklung, Konstruktions- oder Test-Abteilungen)
- Konsolidierung der Märkte und Globalisierung: Zusammenschlüsse und internationale Allianzen nehmen zu (VW- Skoda, VW- Saab, BMW- Rover, Daimler- Chrysler (Jeep), Toyota- Daihatsu etc.).

4 Robert Bosch GmbH; Sitz Gerlingen, gegründet 1886; 306.000 Mitarbeiter; Umsatz 2012: 52,3 Mrd. Euro

5 Computer Integrated Manufacturing

6 1947 von Toyota entwickelte Methode zur Produktionsprozessoptimierung

1 Ausgewählte Problemstellungen und Lösungsansätze

4.1 Schematische Darstellung der Automobilbranche

In Anlehnung an die Leistungsbeziehungen für allgemeine Wirtschaftsunternehmen sollen hier die Lieferanten- und Abnehmerbeziehungen in der Automobilbranche skizziert werden. In der nachfolgenden Darstellung versorgen fünf Zulieferbetriebe in zwei Stufen zwei Produzenten, welche über drei Händler an vier Abnehmer ausliefern [5].

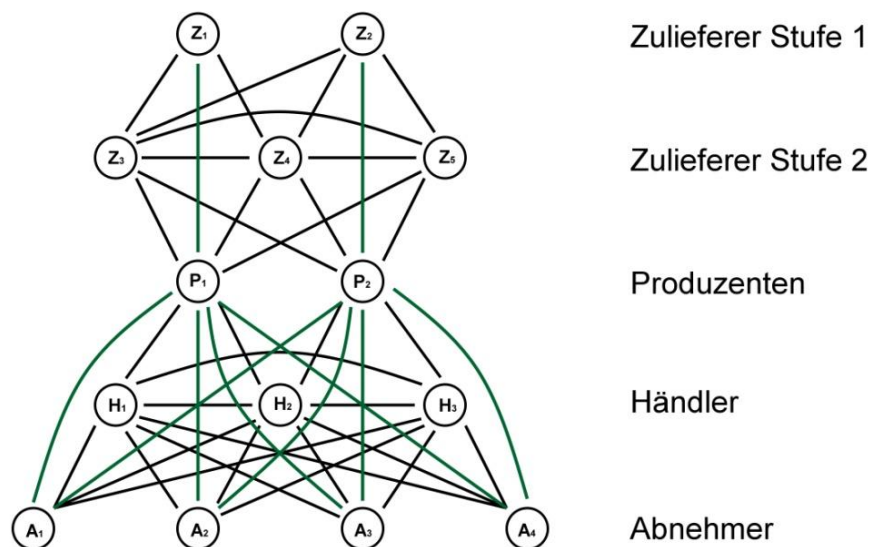


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Lieferanten-Abnehmerbeziehungen (vgl. Lorth [5], S.7)

Die Umsetzung in ein mathematisches Modell kann folgendermaßen realisiert werden. An dieser Stelle fällt zunächst eine große Lücke im logischen Zusammenhang des Artikels auf. Die Auswahl des konkreten mathematischen Modells, die Begründung der Entscheidung für das klassische Transportmodell und deren Modifikation zum Mehrstufen- Mehrsorten Transportmodell soll der Kurzhaltung des Artikels geschuldet, in dieser Arbeit ausgespart bleiben.

4.2 Umsetzung der Mehrstufenproblematik

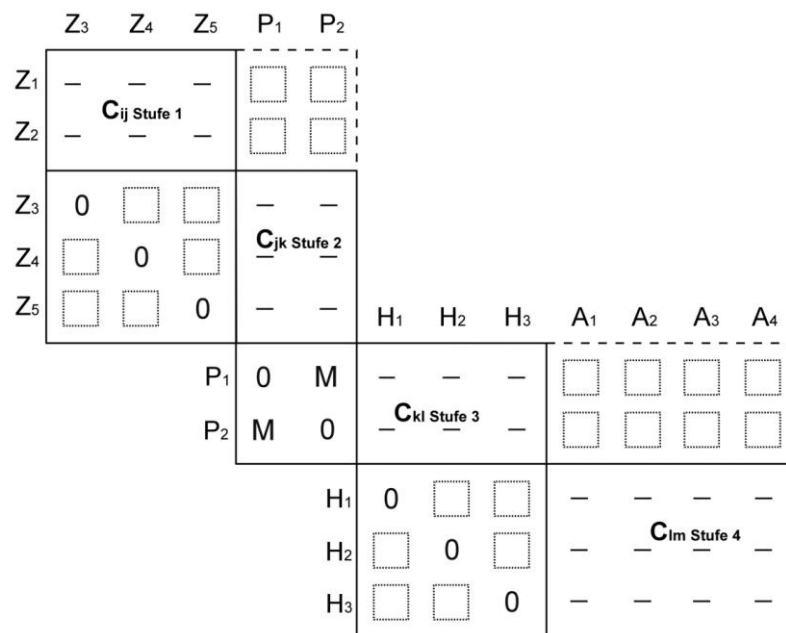


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Lieferanten-Abnehmerbeziehungen im Mehrstufenmodell

Gleich die erste Problematik ergibt sich daraus, einzuteilen, wie die verschiedenen Stufen klar voneinander abgegrenzt werden können. Welcher Zulieferer gehört in welche Stufe? Ein Zulieferbetrieb liefert möglicherweise Einzelteile an den nächsten Verarbeitungsbetrieb aus, die einzeln weiterverarbeitet, als Ersatzteil geliefert oder in anderer Stückzahl in Baugruppen verwendet werden können. Wenn die Ersatzteilproblematik im selben Modell Berücksichtigung finden soll, müssen stufenübergreifende Aufwandskoeffizienten „entsperrt“ (neu hinzugezogen) werden, die vorher im Modell keine Berücksichtigung fanden.

Analog (zweite Problematik) verhält es sich, wenn innerhalb einer Stufe, ein Austausch der Produkte zwischen den Knoten (z.B. Lägern) zugelassen werden soll bzw. es sinnvoll ist. Das wird immer dann benötigt, wenn zwei oder mehr Unternehmen in einer Stufe vorhanden sind und sich mit Halb- und Fertigprodukten gegenseitig (z.B. bei Umlagerungen) beliefern. Auch hier werden gesperrte Verbindungen neu bewertet und in das Modell aufgenommen. Zusätzlich müssen höchstmögliche Umverteilungsmengen definiert und im Modell berücksichtigt werden. Selbstverständlich sollten wirklich nur die Verbindungen der Unternehmen betrachtet werden, die sich bei Unter- oder Überdeckung gegeneinander aushelfen wollen. Die Verbindungen zwischen nicht kooperierenden Unternehmen sollen im Modell gesperrt (M) bleiben.

4.3 Umsetzung der Ersatzteilproblematik

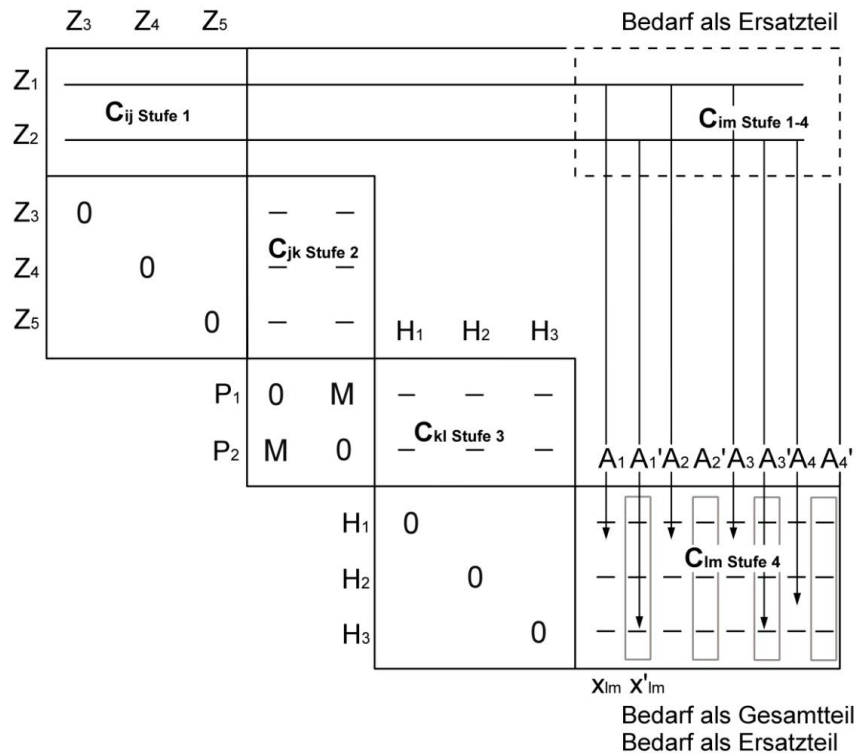


Abbildung 3: Umsetzung Ersatzteilproblematik im Mehrstufenmodell

In Abbildung 3 wird die Ersatzteilproblematik (dritte Problematik) näher dargestellt. Spätestens in der letzten Stufe (Auslieferung zum Endkunden) muss unterschieden werden, ob nun ein komplett montiertes Fahrzeug oder die entsprechenden Einzelteile als Bedarf angenommen werden. Der Endkunde als Einzelkonsument möchte sicher sein Fahrzeug zusammengebaut erhalten und bekundet gegebenenfalls Interesse an ausgewählten Ersatzteilen. Doch der davorliegende Händler kann bestrebt sein, einfache Komplettierungsarbeiten (z.B. Aufziehen der Räder) selbst zu übernehmen.

In der Computerbranche nimmt dieser Trend des Auslagerns ganzer Produktionsschritte immens zu [6]. Die Auslieferungen von z.B. IBM Unix Servern⁷ sind heute gar nicht mehr lauffähig ohne die Bestückung mit Hauptspeicherbänken, internen Festplatten und sonstigen I/O-Einheiten, welche z.T. von den Distributoren übernommen werden müssen. Das Einspielen der systemnahen Softwareprogramme (Betriebssystem) wiederum verlagern die Distributoren an die nachfolgenden Händler und Systemhäuser bis sogar an die Endkunden.

Im mathematischen Modell wird das Problem damit gelöst, dass ab den Stufen, in denen ein „verbautes“ Teil und ein Ersatzteil getrennt geführt werden sollen, parallele Scheinvektoren für die Aufwandskoeffizienten eingeführt werden. Die Mengen einer Sorte spalten sich quasi nach einer Anzahl von Stufen in zwei oder mehrere Quantitäten auf, die immer in Abhängigkeit zueinander stehen.

⁷ IBM AIX pSeries, System p Power Technologie ab POWER4

4.4 Umsetzung der Mehrsortenproblematik

In Zusammenhang mit mehreren Sorten ist eine vierte Problematik erkennbar. Eine maximal erreichbare obere Grenze zur Herstellung oder Komplettierung einer einzelnen Sorte ist relativ leicht bestimmbar. Etwas aufwendiger wird es schon, die maximale Aufkommenskapazität eines ganzen Betriebes zu bestimmen.

Mit der Formel:

$$\text{Gesamtkapazität eines Unternehmens} \leq \sum \text{Kapazitätsobergrenzen der Einzelsorten}$$

kann das mathematische Modell relativ gut umgehen; es bedingt aber, dass die Kapazitätsgrenzen jeder Sorte fixiert sein müssen.

Diese Formel spiegelt heute die Realität nicht mehr wieder, denn durch die zunehmende Automatisierung ganzer Taktstraßen steigt die Flexibilität (wie in Kap. 1 positiv gefordert) der Produktion rasant an. So ist es möglich, innerhalb kürzester Zeit Taktstraßen umzugestalten und ganz andere Produkte herzustellen. Demzufolge können keine eindeutigen Kapazitätsgrenzen mehr vorgegeben werden, welche nicht die Kapazitätsgrenzen der anderen Sorten beeinflussen.

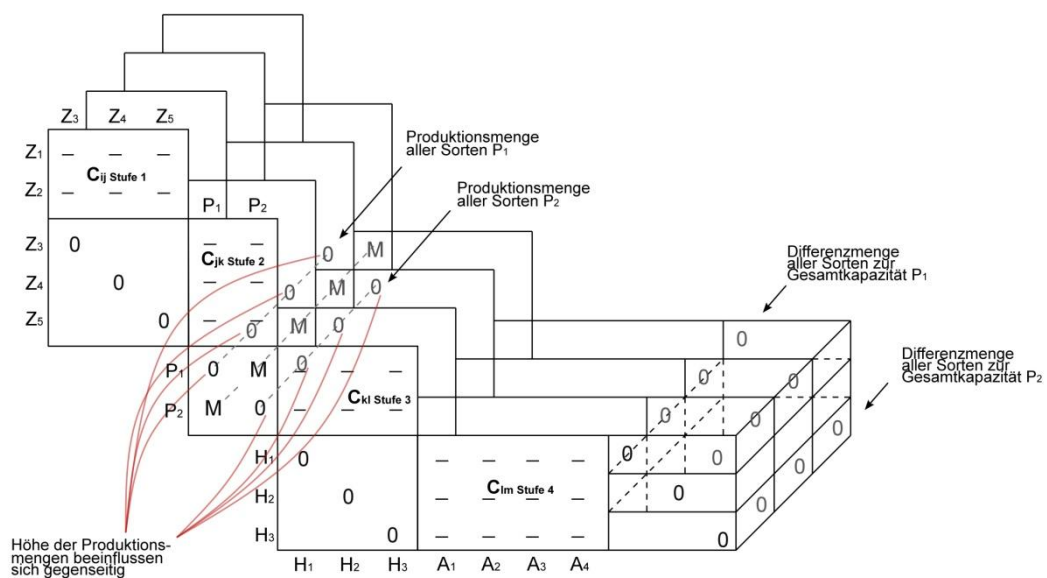


Abbildung 4: Mehrstufen-Mehrsorten-Transportmodell

Wenn die Obergrenze an Sorte 1 bisher 100 ME⁸ und an Sorte 2 bisher 150 ME betrug und der Betrieb insgesamt 220 ME produzieren konnte, ist es heute so, dass die Produktion von Sorte 1 auf 2 bzw. von Sorte 2 auf 1 variabel umgestellt werden kann. D.h. die Obergrenze von Sorte 1 könnte 200 ME und von Sorte 2 möglicherweise 250 ME betragen, vorausgesetzt die komplementäre Sorte wird vollständig ausgesetzt. Im Modell muss eine Funktion der Abhängigkeiten von Sorte 1 und Sorte 2 eingesetzt werden.

4.5 Zu viele oder zu wenige Lieferbeziehungen

Nachdem alle Problemstellungen im Modell abgebildet werden können, sollen nun die tatsächlichen Lieferanten-Abnehmerbeziehungen untersucht werden, um die anfangs gestellte Forschungsfrage (wie lange die Lieferanten- Abnehmerbeziehungen konstant

⁸ Mengeneinheiten

bleiben können oder was passiert, wenn plötzlich einzelne bzw. mehrere Knoten der Kette ausfallen) zu lösen. Zur endgültigen Klärung wird ein Algorithmus benötigt, welcher eine Lösung schafft, die ausgehend von der vorhandenen Lösung den Wegfall bzw. die Hinzunahme von einzelnen Knoten und ganzer Lieferketten ermöglicht. Diesen Algorithmus gibt es für die Lösung des klassischen Transportmodelles = modifizierte Distributionsmethode (Methode der Potenziale), welche jedoch eine eindeutig bestimmbare zulässige Ausgangslösung mit $m+n-1$ Basisvariablen erfordert.

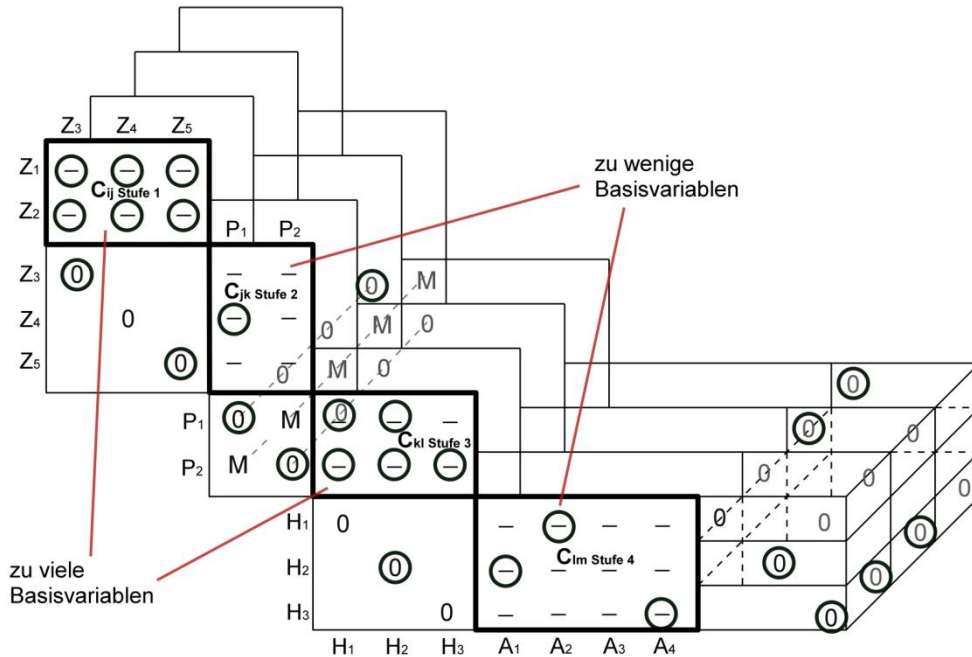


Abbildung 5: Mögliche Basisvariablen im Mehrstufen-Mehrsorten-Transportmodell

Die Abbildung zeigt Quadranten mit möglicherweise zu vielen Lieferanten-Abnehmerbeziehungen (zu viele Basisvariablen) und Quadranten mit möglicherweise zu wenigen Lieferanten-Abnehmerbeziehungen (zu wenige Basisvariablen). Falls sich in Summe zufälligerweise die richtige Anzahl Basisvariablen ergibt, bleiben doch Kurzzyklen und isolierte Geschäftsbeziehungen bestehen, die noch keine zulässige Ausgangslösung darstellen.

Je sorgfältiger die Recherchearbeit vorangetrieben wurde, je vollständiger in praxi die Aufwandsmatrix erstellt wurde und je mehr Daten von den kollaborierenden sowie Konkurrenzunternehmen in Erfahrung gebracht werden konnten, desto eher wird das erstellte Modell zu wenige Basisvariablen aufweisen.

Falls nur die eigenen Geschäftsbeziehungen bekannt sind, wird das erstellte Modell dazu neigen, zu viele Basisvariablen aufzuweisen.

Da die Anzahl der Basisvariablen für die optimale Lösung des Gesamtmodells eindeutig bestimmt werden kann, gibt es immer die Möglichkeit der Überprüfung. Bei zu wenigen Basisvariablen müssen die „Zyklen schließenden Basiselemente“ bestimmt werden und mit der Umverteilungsmenge von 0 ME versehen werden. Im günstigsten Fall ist die vorhandene Lösung optimal. Mathematisch würde sie als degeneriert bezeichnet, da sie wenigstens eine Basisvariable mit der Liefer/Abnahmemenge von 0 ME enthält. In der Realität sind derartige Lösungen recht interessant und wirtschaftlich bedeutsam, da sie zu

den bestehenden Lieferanten-Abnehmerbeziehungen optional sind und somit Alternativen für Verbesserungspotenzial aufzeigen.

Bei zu vielen Basisvariablen besteht die Möglichkeit, das Modell um Zeilen und Spalten zu erweitern, die für das Erzeugen der ersten zulässigen Basislösung notwendig sind. Mit jedem nachfolgendem Umverteilungszyklus können Schritt für Schritt die zusätzlichen Zeilen und Spalten wieder eliminiert werden. In der Praxis bedeutet dies, dass überflüssige Lieferanten- Abnehmerbeziehungen angezeigt werden und determiniert wird, wer die wegfallenden Liefer- bzw. Abnahmemengen zukünftig liefern sollte.

5 Bedeutung der Aufwandskoeffizienten

„Die Erfolge der Logistik und ihre Bedeutung für den Unternehmenswert müssen messbar und nachweisbar gemacht werden“ [7].

Das Wissen der Logistikdienstleister über Menge, Qualität, Transport-km ist das Know How dieser Firmen, weshalb sie die meisten Informationen für die Anwendung des Modelles besitzen und ihnen somit vorrangig die Ergebnisse der Optimierung zu gute kommen können [8]. Handelsunternehmen verfügen in der Regel über besondere Kenntnisse der zu erwartenden Nachfrage. Sie besitzen damit auch die erforderlichen Kompetenzen, um den Warenfluss vorgelagerter Unternehmen in der Supply Chain erwartungsgemäß zu steuern.

Für die Nutzung des Modells (z.B. für die Auswahl von Lieferanten) müssen verschiedene Kriterien für die Aufwandskoeffizienten herangezogen werden [9]:

1. Klassische Kriterien: Preis, Qualität, Lieferzeit, Lieferzuverlässigkeit und eingesetzte Technologie
2. Neue Kriterien: Innovationsfähigkeit, Kreativität, Flexibilität, Entwicklungsmöglichkeiten des Lieferanten, Bereitschaft zu strategischer, kooperativer Zusammenarbeit sowie deren Instrumente, Programme, Organisations- und Verhaltensstrukturen

Sollen die neuen Kriterien zur Entscheidungsfindung herangezogen werden, benötigt das mathematische Modell eine Matrix mit den gewichteten Werten für alle Lieferanten, Produzenten, Händler und Abnehmer in Bezug auf Innovation, Kreativität, Flexibilität etc. Die Schwierigkeit besteht darin, für die verschiedenen Player vergleichbare Wertungssysteme zu schaffen.

Die Verwendung der klassischen Kriterien ist meistens einfacher, da z.B. Preise, Lieferzeiten, Lieferzulässigkeiten (*Quotient ordnungsgemäße Lieferungen pro Gesamtanzahl aller Lieferungen*) direkt ins Modell aufgenommen werden können.

Für das Optimierungsergebnis ist es von Bedeutung, welche Kriterien in die Aufwandskoeffizienten einfließen. Je intelligenter die Gewichtungen der Kriterien vorgenommen und je spezifischer die Aufwandskoeffizienten bestimmt werden können, umso realistischer fallen die erreichten Ergebnisse aus.

Recht einfach ist z.B. die Festlegung der Aufwandskoeffizienten nach Transportkilometern. Hier liefern Navigationssysteme schon komplette und brauchbare Daten. Adäquat könnte für jede Verbindung der CO₂- Ausstoß angesetzt werden, welcher in bestimmten Intervallen proportional zu den Transportstrecken verläuft. Jedoch fällt er unterschiedlich aus, wenn die Verbindung mittels Flugzeugen, Schiffen, Eisenbahn oder Kraftfahrzeug realisiert wird. Da für jeden einzelnen Aufwandskoeffizienten keine Wertetabelle angesetzt werden kann, muss vorher entschieden sein, mit welchem Transportmittel (wegen dessen spezifischem CO₂-Ausstoß) die Verbindung realisiert

werden soll. Die Variabilität des Transportmittels an diese Stelle einzubringen, lässt Raum für weitere Forschungsprojekte.

Falls durch separate Berechnungen mit unterschiedlichen Aufwandskoeffizienten unterschiedliche Lösungen erhalten werden (meistens der Fall), können diese Teilergebnisse einfach mittels Linearkombination zusammengefasst werden und auswertbare Gesamtergebnisse hervorbringen.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Werner, Supply Chain Management, Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, 2010.
- [2] H. Kernler, Logistiknetze. Heidelberg: Hüthig Verlag, 2003.
- [3] J. Frischmuth, W. Karrlein, J. Knop, Strategien und Prozesse für neue Geschäftsmodelle, Berlin: Springer Verlag, 2000.
- [4] A. Schmitt, 4PL-ProvidingTM als strategische Option für Kontraktlogistikdienstleister, 1. Aufl., Vallendar: Deutscher Universitätsverlag, 2006.
- [5] M. Lorth, Optimale Risikoallokation in Zulieferer-Abnehmer-Systemen, 1. Aufl., Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 2000.
- [6] S. Weber, Information Technology in Supplier Networks, Bamberg: Physica, 2001.
- [7] C. Schneider, Controlling für Logistikdienstleister, Deutscher Verkehrs-Verlag, 2004.
- [8] M. Reindl, G. Oberniedermaier, eLogistics, Addison Wesley Verlag, 2002.
- [9] G. M. Wingert, Wettbewerbsvorteile durch Lieferantenintegration, Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1997.

Monitoring von Prozessinstanzen in logistischen Netzwerken

Martin Roth
Lehrstuhl für Informationsmanagement
Universität Leipzig
Grimmaische Straße 12
04109 Leipzig
roth@wifa.uni-leipzig.de

Abstract: Die Bedeutung der Logistik hat sich in den vergangenen Jahrzehnten stark verändert. Während die Logistik früher zu den Kernfunktionen der meisten Unternehmen zählte, ist die Logistik heutzutage häufig an Logistikdienstleister ausgelagert. Diese Verlagerung führt zu neuen Geschäftsmodellen wie bspw. zum Fourth Party Logistics Provider. Diese Form eines Logistikunternehmens gestaltet, plant und überwacht die Vernetzung einer Vielzahl von Logistikdienstleistern, welche gemeinsam eine logistische Dienstleistung erbringen. Neben diesem neuen Geschäftsmodell stellen Themen wie Synchronmodality oder Big Data Anforderungen an die unterstützende IT, welche durch klassische Ansätze nur bedingt erfüllbar sind. Gegenstand dieses Beitrags ist die Betrachtung der Überwachung von Prozessinstanzen bei komplexen Mehrwertlogistikdienstleistungen innerhalb logistischer Netzwerke unter Berücksichtigung der neuen Anforderungen. Neben der näheren Betrachtung des Modells und der Themen wird ein Lösungsansatz beleuchtet, welcher eine echtzeitnahe und proaktive Überwachung sowie Steuerung dieser Netzwerke im Sinne des Fourth Party Logistics Provider ermöglicht. Zusätzlich erlaubt der Lösungsansatz die Umsetzung innovativer Logistikkonzepte wie Synchronmodality und ermöglicht die Bewältigung der Big Data Herausforderung im logistischen Umfeld.

Keywords: Complex Event Processing, Fourth Party Logistics Provider, Logistiknetzwerk, Monitoring

1 Motivation

Die Logistik befindet sich seit den letzten 30 Jahren in einer rasanten Entwicklung und hat in gleicher Weise an Bedeutung gewonnen. Während die meisten Unternehmen früher noch eigene Logistikabteilungen unterhielten, sind diese heute komplett oder zumindest teilweise an externe Logistikdienstleister (LDL) ausgelagert [1]. Zudem werden die nachgefragten Logistikdienstleistungen immer komplexer, sodass diese nicht mehr nur von einem LDL, sondern von einem Netzwerk von LDL erbracht werden müssen. Dabei umfassen die Dienstleistungen sowohl grundlegende Logistikdienstleistungen wie Transport, Umschlag oder Lagerung, aber auch Mehrwertdienstleistungen wie Verpackung oder Einlagerung. Aus dieser Verlagerung entstanden neue Geschäftsmodelle, wie bspw. der Fourth Party Logistics Service Provider (4PL). Dieser plant, gestaltet und führt die logistischen Dienstleistungen für ein Unternehmen aus. Um die Logistik durchführen zu können, bedient sich der 4PL unterschiedlicher LDL. Der 4PL steuert den kompletten Prozess, optimiert diesen und tritt als Generalunternehmer gegenüber seiner Kunden auf. Dadurch ist er für den gesamten logistischen Ablauf verantwortlich und somit auch für die Qualität der Teilleistungen jedes teilnehmenden LDL. Um die Qualität feststellen zu können, muss der 4PL die Prozessdurchführung überwachen. Somit kann der 4PL als einen neutralen Intermediär angesehen werden, welcher die vorgelagerten (z.B. Zulieferer) und die nachgelagerten (z.B. Einzelhandel) Akteure einer logistischen Kette integriert, überwacht, steuert und koordiniert [2] [3].

Neben dieser Verlagerung entstehen weitere innovative Logistikkonzepte, welche es den Unternehmen erlauben, dem globalen Konkurrenzdruck und dem damit entstehenden Kostendruck entgegenzuwirken. Eines dieser Konzepte ist der synchronmodale Transport (Synchronmodality), welcher die Weiterentwicklung des multimodalen Transportes darstellt [4]. Unter multimodalem Transport wird die Nutzung verschiedener Transportmodi, bspw.

Straße und Schiene, innerhalb einer logistischen Kette verstanden. Der synchronmodale Transport forciert durch die Nutzung der vollen Bandbreite von Transportmitteln die Schaffung eines integrierten Transportsystems. Dabei wird zur Laufzeit entschieden, welches Transportmittel genutzt wird, um Zielerfordernungen, wie bspw. die Transportauslastung zu erhöhen oder nachhaltig zu operieren, zu erfüllen. Im Vergleich zum multimodalen Transport minimiert der synchronmodale Transport die Pufferzeiten, unterstützt die Bündelung von Waren und Gütern und ermöglicht die schnelle Anpassung der Transportmodi [4]. Dadurch wird die gesamte logistische Kette flexibler, wodurch Kosten gesenkt und die Qualität erhöht werden können.

Diese grundlegenden Veränderungen verursachen eine Komplexitätssteigerung sowohl in den Transaktionen, in der Logistikdurchführung sowie in den unterstützenden IT-Systemen. Dies sind jedoch nicht die einzigen Faktoren, welche zur Komplexitätssteigerung führen. Durch die zunehmende Nutzung von Techniken zur automatischen Identifikation und Datenerfassung (Auto-ID) wie bspw. RFID oder drahtlose Sensornetzwerke steigt zudem die Geschwindigkeit, die Menge und die Vielfalt der Daten an [5]. Diese Entwicklung ist unter „Big Data“ bekannt und beeinflusst auch das logistische Umfeld.

Der Fokus in diesem Beitrag liegt auf der Überwachung von Dienstleistungen in Logistiknetzwerken. Diese Überwachung ist aufgrund der kollaborativen, komplexen und dynamischen Natur von Netzwerken anspruchsvoll und muss zeitgleich technische als auch wirtschaftliche Aspekte betrachten und diese in Verbindung bringen. Weiterhin müssen die Aspekte von Big Data berücksichtigt werden, damit innovative Logistikkonzepte wie synchronmodale Transporte umgesetzt werden können.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut. In Kapitel 2 werden die Besonderheiten des 4PL Geschäftsmodells durch ein Szenario beschrieben und die daraus resultierenden Herausforderungen charakterisiert. Kapitel 3 stellt einen Lösungsansatz für die identifizierten Herausforderungen vor. Der Stand der Technik sowie verwandte Ansätze werden in Kapitel 4 beschrieben. In Kapitel 5 wird der wissenschaftliche Ansatz und das Vorgehen beleuchtet, bevor in Kapitel 6 eine Zusammenfassung und weitere Arbeitsschritte vorgestellt werden.

2 Szenario und Herausforderungen

Zunächst wird anhand eines Szenarios das Geschäftsmodell des 4PL genauer betrachtet. Anschließend werden die daraus entstehenden Herausforderungen näher beleuchtet, sowie die Anforderungen an den Lösungsansatz aufgeführt.

Der 4PL wird von einem Kunden beauftragt, Waren von Tianjin nach Dresden zu transportieren und entsprechende Mehrwertdienstleistungen durchzuführen (vgl. Abbildung 1). Diese ausgelagerte Dienstleistung wird zwischen dem Kunden und 4PL vertraglich abgesichert. Ein Gegenstand dieser Verträge sind Geschäftsprozessbedingungen, welche Anforderungen beschreiben, die von jedem Teilnehmer erfüllt werden müssen. Diese Anforderungen werden auch Service Level Objectives (SLOs) genannt und definieren Indikatoren wie bspw. Lieferqualität, Liefertreue oder Lieferflexibilität. Als Beispiel ist in Abbildung eine maximale Gesamtlieferzeit von 48 Stunden vereinbart. Basierend auf den kunden-, unternehmens- und branchenspezifischen Anforderungen und unter Beachtung der gesetzlichen Aspekte wählt der 4PL die passenden LDL aus, modelliert die Durchführung der logistischen Dienstleistung und simuliert diese. Verläuft die Simulation positiv, sichert der 4PL die Dienstleistungserbringung mit jedem teilnehmenden LDL unter Verwendung von SLOs vertraglich ab. Eine detaillierte Betrachtung der Planung innerhalb des 4PL Geschäftsmodells kann in [2] [6] [7] nachgelesen werden.

In diesem Beispiel werden drei LDL benötigt, um Waren von China nach Deutschland zu transportieren. Basierend auf den Fähigkeiten der LDL ergibt sich eine Aufteilung der Gesamtlieferzeit auf 12 Stunden (LDL 1), 24 Stunden (LDL 2) und 12 Stunden (LDL 3).

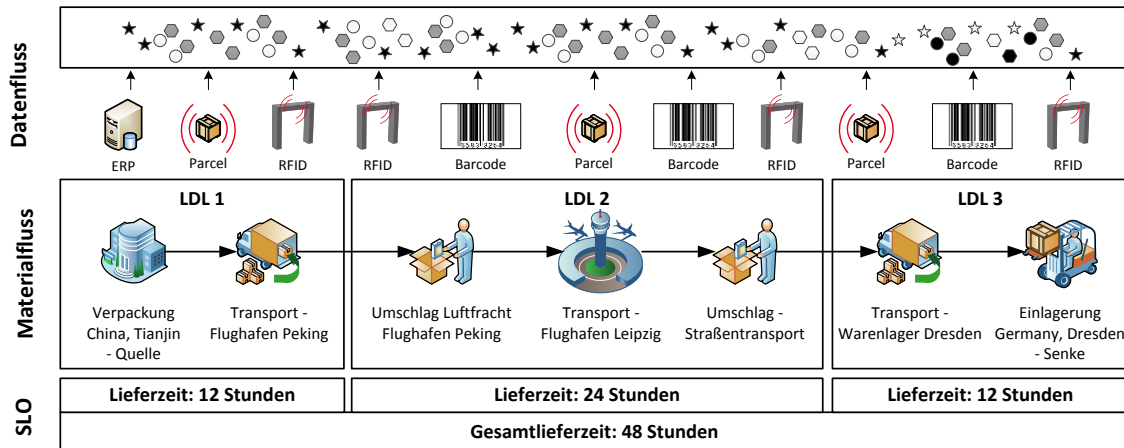


Abbildung 1: Szenario

Sollte eine Ware nicht wie vereinbart ankommen, bspw. verspätet, muss der 4PL die definierten monetären Strafen zahlen. Um die Robustheit und Nachhaltigkeit des Netzwerks sicherzustellen, muss der 4PL in der Lage sein, den schuldigen LDL zu identifizieren und die Vertragsstrafe entsprechend weiterzuleiten. Ist der 4PL nicht in der Lage, die Fehlerursache bzw. den Ort festzustellen, müsste die Strafe auf alle LDL aufgeteilt werden, wodurch das Geschäftsmodell zum Erliegen kommt.

Um die Wettbewerbsfähigkeit des Logistiknetzwerks weiter zu stärken, wäre ein proaktiver bzw. antizipatorischer Ansatz, Vertragsbrüche zu verhindern, wünschenswert. Verzögert sich die Auslieferung der Ware von LDL 2, bspw. aufgrund schlechten Wetters, um 4 Stunden, ist die gesamte Dienstleistung gefährdet. Somit ist eine Methode hilfreicher, welche diese Umstände antizipatorisch erkennt und, wenn möglich, kompensierende Maßnahmen vorschlägt.

Der Transport von verderblichen oder medizinischen Gütern bedingt den Einsatz von Sensorik. Dadurch wird sichergestellt, dass bspw. die Kühlkette eingehalten wurde. Gerade im medizinischen Bereich ist es nicht zufriedenstellend, wenn am Ende der Lieferkette festgestellt wird, dass die Lieferbedingungen nicht eingehalten wurden. So kann einerseits die Ware nicht weiter genutzt bzw. eingesetzt werden. Andererseits muss, im Sinne der Ökologieorientierten Logistik und der Kostenminimierung, die verfügbare Ladefläche möglichst effizient genutzt werden. Somit ist Überwachungssystem notwendig, welches die Lieferbedingungen während der Prozessdurchführung überwacht und in der Lage ist die gewonnenen Daten adäquat zu analysieren.

Um innovative Logistikkonzepte wie synchronmodale Transporte umsetzen zu können, ist es notwendig, dass Entscheidungen nicht nur zur Planung, sondern auch zur Laufzeit umsetzbar sind. Dies bedingt, dass die erhobenen Daten so schnell wie möglich den Entscheidern bzw. Systemen zugänglich gemacht werden. Durch dieses Vorgehen kann bspw. das nächste zu nutzende Transportmittel innerhalb eines Netzwerks so spät wie möglich und somit dynamisch ausgewählt werden. Dies führt zu einer sehr dynamischen Bindung der LDL. Um dies umsetzen zu können, muss der Ansatz zur Überwachung von Logistiknetzwerken echtzeitfähig sein.

Neben Synchronmodality beeinflussen die dynamischen Veränderungen der länderspezifischen Regularien eine langfristige Planung. Existierende Logistiksysteme sind nicht flexibel und adaptiv genug gestaltet, um neue oder veränderte Prozesse und Systeme

zu integrieren. Ferner ist inner- und außerhalb des Unternehmens eine Vielzahl von Datenquellen verfügbar, welche weitere Informationen zu Prozesszuständen liefern können. Deshalb muss das Überwachungssystem so gestaltet sein, dass neue Systeme sowie externe Services in kürzester Zeit integriert werden können.

Neben diesen Herausforderungen sehen sich die Unternehmen einer immer größer werdenden Datenflut ausgesetzt. Dieser Herausforderung muss entsprechend begegnet werden, da die Datenbasis noch nie größer war und somit als Chance gesehen werden muss. Jedoch ist die Identifikation und Auswahl der Daten in der richtigen Qualität, Quantität und Granularität für Unternehmen ein schwieriger Aufgabenbereich geworden. Besonders im Umfeld des 4PL und Synchronmodality ist es notwendig, die Datenqualität im Allgemeinen zu erhöhen. Im Speziellen muss die Datentransparenz erhöht werden, damit dynamische Entscheidungen getroffen werden können und so die dynamische Bindung der LDL sowie der Transportmittel zu unterstützen. Weiterhin muss die Datenverfügbarkeit verbessert werden, damit die partizipierenden IT-Systeme, bspw. Simulation, auf der gleichen Datenbasis arbeiten und somit der Integrationsaufwand, bspw. zwischen den genutzten Systemen für die Planung von Logistiknetzwerken, minimiert werden kann. In den meisten Betrachtungen von Big Data wird nicht berücksichtigt, dass sich Unternehmen in erster Linie für die Daten mit der höchsten Aussagekraft interessieren. Der Ansatz muss es deshalb ermöglichen, Daten mit Kontextinformationen zu versehen und so den Informationswert zu steigern. Somit müssen die sechs Oberziele der Logistik [8] auch für die unterstützende IT gelten: Die richtigen Daten müssen zur richtigen Zeit, am richtigen Ort, in der richtigen Menge, zu den richtigen Kosten und in der richtigen Qualität vorliegen.

3 Lösungsansatz

Nachdem im vergangenen Kapitel das Geschäftsmodell des 4PL, dessen Herausforderungen sowie die Anforderungen an einen Lösungsansatz beleuchtet wurden, stellt dieses Kapitel einen adäquaten Lösungsansatz vor.

Aus Sicht des 4PL können logistische Netzwerke als ein weit verteiltes System aufgefasst werden. Ein typisches und etabliertes Paradigma für die Gestaltung solcher Systeme stellt die Serviceorientierte Architektur (SOA) dar. Vorteile liegen u.a. in der Aufteilung von Geschäftsfunktionen in Services, wobei jeder Service eine bestimmte Aufgabe erfüllt. Dadurch steigen die Wiederverwendbarkeit sowie die Wartbarkeit des Programmcodes enorm an, wodurch auch die Entwicklungszeit neuer Funktionen gesenkt wird [9]. Die Stärken besitzt die Serviceorientierung bei synchronen Aufrufen, sequentiellen Workflows oder wenn Transaktionen genutzt werden [10]. Die Serviceorientierung eignet sich jedoch aufgrund des dynamischen Charakters der Logistiknetzwerke und der benötigten Echtzeitfähigkeit nicht für den Einsatz bei einem 4PL oder bei synchronmodalen Transporten. Daher muss die Serviceorientierte Architektur um die Ereignisgesteuerte Architektur (EDA) erweitert werden [10]. Eine EDA stellt die Kommunikation zwischen lose gekoppelten Komponenten durch Ereignisse (Events) her. Im Bereich der EDA wird zwischen den Arten Simple Event Processing, Event Stream Processing und Complex Event Processing unterschieden [11].

Simple Event Processing behandelt Ereignisse, welche einen direkten Bezug auf eine spezifische, messbare Zustandsveränderung besitzen. Die sensorische Erkennung eines Druckabfalls oder eine Temperaturänderung ist ein solches Ereignis. Event Stream Processing wird typischerweise in Middlewares eingesetzt. So werden Events auf deren Relevanz überprüft, bspw. RFID-Lesungen, und bei Bedarf an die Informationsabonnenten übertragen. Bei Complex Event Processing (CEP) werden Muster aus einfachen Events genutzt, um abzuleiten, dass es sich durch deren Korrelation um ein komplexes Event

handelt. Dabei werden Ereignisse identifiziert, welche in einem zeitlichen, räumlichen oder ursächlichen Zusammenhang stehen. Dadurch ist es möglich, auftretende Ereignisse, wie bspw. Anomalien, Gefahren oder Alternativen, in Geschäftsprozessen ausgehend von technischen Ereignissen automatisch zu erkennen [11].

CEP umfasst Methoden und Techniken, welche die Analyse, Aggregation und Verarbeitung von Ereignissen (Events) in Echtzeit unterstützen [12]. Unter einem Event wird alles was passiert oder als passiert angesehen wird [12] verstanden, wie bspw. die Erkennung eines Pakets durch ein RFID-Reader. Einzeln betrachtet haben diese Events nur einen geringen Informationswert. Ziel ist es, aus meist technischen Events mit wenig Aussagekraft durch deren Kombination wertvolles Wissen zu generieren. Wenn ein Event eine Reihe von anderen Events zusammenfasst, repräsentiert oder durch diese gekennzeichnet ist, ist dieses Event ein sogenanntes Complex Event, wie bspw. „ein Paket hat das Warenlager verlassen“ [12]. Durch die Verwendung von CEP ist es möglich, Events in Echtzeit zu analysieren und entsprechend darauf zu reagieren. Nachfolgend wird die Anwendung von CEP am Szenario aus Abschnitt 2 illustriert.

Die ausgelagerten Dienstleistungen, sowohl zwischen 4PL und Kunde als auch zwischen den beteiligten LDL und dem 4PL, werden vertraglich durch SLOs abgesichert. Der Vertrag muss formalisiert vorhanden sein, um eine automatische Bearbeitung durch IT-Tools zu erlauben. Basis hierfür ist die Unified Service Description Language (USDL). Dabei stellt der Vertrag den Soll-Zustand jeder logistischen Dienstleistung dar. Sobald die Dienstleistung durchgeführt wird, werden Daten über die Ausführung erhoben. Typische Technologien im logistischen Umfeld sind u.a. RFID, Barcode, ERP-Systeme und Sensorik. Die aus diesen Systemen gewonnenen Daten beschreiben den Ist-Zustand der Dienstleistungsdurchführung und werden zum Soll/Ist-Vergleich zur CEP-Engine hingeleitet. Dadurch ist es möglich, die Vertragsverletzungen dienstleisterspezifisch zu identifizieren. Gerade durch den Einsatz von RFID nimmt die Datenflut innerhalb Unternehmen stetig zu. Diese Entwicklung steht dem Wunsch der Unternehmer, nur die Informationen mit dem maximalen Wert zu nutzen, entgegen. Daraus lässt sich ableiten, dass Nachrichten wie „Paket1 wurde an Reader123 um 10:00 Uhr gelesen“ keinen hohen Informationsgehalt haben und somit für Unternehmen unbrauchbar sind. Diese Nachrichten werden solange generiert, bis der RFID Transponder aus dem Feld des RFID-Lesegerätes ist. Um diese Unmengen an Nachrichten zu minimieren, bietet CEP Filtermechanismen an, sodass alle redundanten Nachrichten ausgesondert werden und somit die Datenmenge reduziert wird. Um den Informationsgehalt der Ereignisse zu erhöhen, bietet CEP Aggregationsmechanismen an, um technische zu geschäftsrelevanten Ereignissen zu transformieren. Durch die Kombination der technischen Events mit weiteren Datenquellen lässt sich die Nachricht zu „Paket1 für Herr Schmidt verließ das Warenlager um 10:00 Uhr. Die Lieferverzögerung beträgt 30 Minuten“. Durch diese Mechanismen wird eine nutzerabhängige Granularität der Datendarstellung ermöglicht. Durch die Verwendung des fire-and-forget Prinzips und durch die lose Kopplung wird ein Höchstmaß an Unabhängigkeit zwischen den Komponenten realisiert. Dadurch ist es möglich, externe Systeme und Dienste in kürzester Zeit zu integrieren. Der Vorteil hierbei liegt, dass das Situationsbewusstsein (Situation Awareness) durch die Integration von externen und internen Datenquellen erhöht wird. So können Clouddienste wie bspw. Echtzeitverkehrsinformationssysteme oder Abflugpläne eingebunden werden, wodurch proaktiv festgestellt werden kann, ob bei gegebenen Ereignissen der Vertrag noch erfüllt werden kann. So wird bspw. schon bei Beginn der Dienstleistungserbringung von LDL 2 überprüft, ob der Flug nach Deutschland verspätet ist oder nicht. Dadurch wird der 4PL rechtzeitig über diese Umstände informiert, wodurch genug Zeit für kompensierende Maßnahmen bleibt. So kann nach alternativen LDLs von Leipzig nach Dresden gesucht werden und so die Gesamtlieferzeit eingehalten werden. Die nachfolgende Abbildung stellt

die Beziehung zwischen CEP mit Ereignisregeln und dem Szenario her. Aus Gründen der Einfachheit ist die Darstellung und Erklärung abstrakt und produktunabhängig.

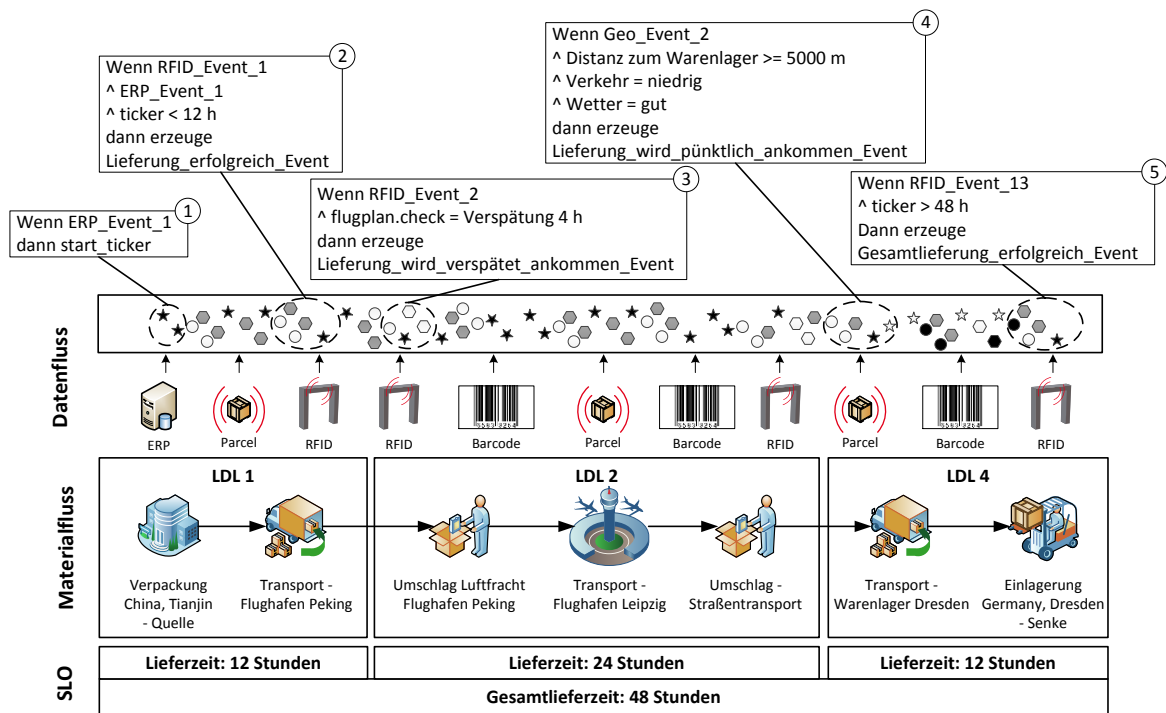


Abbildung 2: Nutzung von CEP in logistischen Netzwerken

Wird das ERP_Event_1 von der CEP-Engine empfangen und somit der Prozess gestartet, wird intern die Zeitnahme gestartet (1). Liegt das ERP_Event_1 vor, das RFID_Event_1 trifft ein und die Zeit zwischen diesen Events liegt unter 12 Stunden, ist die Durchführung von LDL1 erfolgreich und der Vertrag erfüllt (2). Sobald das RFID_Event_2 empfangen wird, liegt die Verantwortung der Dienstleistungserbringung bei LDL 2. Trifft dieses Event ein, wird der Flugplan überprüft. Aufgrund einer Verzögerung von 4 Stunden, wird die Lieferung verspätet ankommen (3). Der 4PL hat nun Zeit kompensierende Maßnahmen zu ergreifen, damit der Vertrag zwischen ihm und dem Kunden noch erfüllt werden kann. Trifft das Geo_Event_2 ein und die Distanz zum Warenlager liegt über 5000 m, der Verkehr ist niedrig und das Wetter gut, dann wird die Lieferung pünktlich ankommen (4). Am Prozessende wird das RFID_Event_13 empfangen. Liegt zwischen ERP_Event_1 und RFID_Event_13 weniger als 48 Stunden (ticker > 48 Stunden), ist die Gesamtlieferung erfolgreich.

Durch den Einsatz von CEP ist es möglich, Prognosen und Trends basierend auf der Analyse der historischen Datenbestände zu erkennen. Dadurch können die Echtzeitdaten einer Prozessdurchführung durch die Korrelation mit historischen Daten mit wertvollen Wissen angereicht werden, wodurch Prognosen geschärft und Trends erkennbar werden.

4 Verwandte Ansätze

CEP ist ein relativ junges Forschungsgebiet, wobei grundlegende Konzepte und Werkzeuge bereits existieren. Technische Fragestellungen wie bspw. Skalierbarkeit sind weitestgehend gelöst, jedoch sind fachliche Fragestellungen noch unzureichend beleuchtet worden [10]. Roth und Donath [2] diskutieren in ihrem Beitrag die Nutzung von CEP innerhalb des 4PL Geschäftsmodells und führen die Vorteile dieser Technologie bei der Überwachung von Logistikdienstleistungen auf. Buchmann et al. untersuchen die Eignung von Event Processing in der Produktion, Logistik und dem Transport [13]. Es wird

aufgezeigt, wie das serviceorientierte und das eventgetriebene Paradigma vorteilhaft kombiniert werden kann. Dieser Beitrag ist jedoch abstrakt beschrieben, wodurch eine Adaption der Vorgehensweise nicht zielführend ist. Um die Lücke zwischen physikalischer und virtueller Welt zu schließen, nutzen Wang et al. CEP und RFID [14]. In diesem Beitrag wurde jedoch nur RFID als Datenquelle betrachtet, wodurch das vorgestellte Framework nur einen kleinen Teil innerhalb des 4PL Geschäftsmodells abdeckt. In der Arbeit von Zang und Fan [15] wird diskutiert, wie die ereignisgesteuerte Architektur in die Systemarchitektur von Unternehmen passt. Sie argumentieren, dass die Kombination von ereignisgesteuerten und serviceorientierten Architekturen, besonders durch die Nutzung von Auto-ID, einen großen Nutzen birgt und die Gestaltung von Systemen von Grund auf neu definiert. Die vorgestellte Architektur ist aufgrund ihres Einsatzbereiches nicht auf die Logistik übertragbar. Weiterhin sind die Regeln bezüglich der Ereignisverarbeitung zu abstrakt, um Anwendung in der Logistik zu finden. Werner und Schill behandeln in ihrem Beitrag das Monitoring von logistischen Prozessen basierend auf RFID. Der Fokus liegt dabei in der Integration von verteilten RFID Daten in das EPCGlobal Netzwerk. Weiterhin werden Ansätze vorgestellt, die Anomalitäten in verteilten Systemen erkennen oder das Monitoring von Qualitätsindikatoren beschreiben. Diese basieren größtenteils auf statischen Beschreibungen und eignen sich so nicht für das beschriebene Forschungsvorhaben [16].

Neben wissenschaftlichen Arbeiten existieren Forschungsprojekte, welche einen ähnlichen Problemraum behandeln. Im Projekt ADiWA (Allianz Digitaler Warenfluss) wird untersucht wie RFID-Daten zur Prozessgestaltung, -überwachung und -steuerung genutzt werden können. Im Fokus steht der stationäre Einsatz von RFID innerhalb eines Fabrikgeländes. Das Projekt eSONIA ist ein im Rahmen des Artemis Joint Undertaking gefördertes, EU-weites Projekt. Ziel von eSONIA ist die Überwachung, Fehlersuche, Vorhersage und Kontrolle im Kontext der Nutzung von Anlagen in Fabriken durch Verwendung von Embedded Devices zu ermöglichen. eSONIA setzt jedoch nicht auf typische Technologien im logistischen Umfeld, wie bspw. RFID oder Sensorik, sondern nutzt Daten aus den Steuerungseinheiten der einzelnen Anlagen. Ähnlich zu den Fallstudien von ADiWa zielt eSONIA zudem lediglich auf die stationäre Überwachung innerhalb einer Fabrikanlage ab. Das Traser Project war ein im Rahmen des EU Framework Programme gefördertes Projekt, das im Mai 2009 ausgelaufen ist. Das Projektkonsortium untersuchte dabei den Einsatz von Open Source Technologien zum Tracking und Tracing von Paketen. Zudem basiert die im Traser Project erarbeitete Lösung nur auf Barcodes. Jedes der genannten Projekte untersucht Teilgebiete des hier vorgestellten Beitrags, wobei die Besonderheiten des 4PL nicht ausreichend berücksichtigt werden. Weiterhin behandeln die Projekte nicht die proaktive Steuerung von Logistiknetzwerken.

5 Wissenschaftlicher Ansatz und Vorgehen

Das Forschungsvorgehen orientiert sich an den Richtlinien der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik, wie sie in [17] dargestellt sind. Dabei verläuft der idealtypische Erkenntnisprozess iterativ ab und umfasst die Phasen Analyse, Entwurf, Evaluation und Diffusion.

Die Analysephase wird zweigeteilt. Der erste Teil der Analysephase beinhaltet die Beschreibung der Problem- und Zielstellung, sowie die darauf aufbauende Definition der Forschungsmethodik. In [18] wird darüber hinaus gefordert, dass sich der Forscher in dieser Phase auf allen Ebenen des Erkenntnisgewinns positioniert. Zur Überprüfung des Erkenntnisgewinns wird die Kohärenztheorie verfolgt. Diese besagt, dass alle Erkenntnisse als wahr angesehen werden, soweit sie sich widerspruchsfrei in bestehendes Wissen einordnen lässt. Im zweiten Teil der Analysephase wird das Forschungsziel genauer

untersucht. In diesem Zug werden konkrete Anforderungen aufgestellt, die sich durch eine umfangreiche Literaturrecherche, Experteninterviews und weiteren Untersuchungen ergeben. Diese Phase wird mehrmals iterativ durchlaufen, um die Anforderungen auf eine richtige Detaillierungsebene zu bekommen.

Innerhalb des Entwurfes wird u.a. die Transformation von SLOs in ein CEP-konformes Format sowie die Erstellung und Gestaltung von Ereignismodelle, -regeln und -muster vorgenommen. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Modellierung dieser Transformation, sodass weitere Anwendungsbereiche von dieser profitieren können. Weiterhin gilt es ein Ereignismodell zu erarbeiten sowie die Regeln als auch Architektur zu modellieren.

In der anschließenden Phase der Evaluation werden die im Entwurf erarbeiteten Artefakte anhand von Laborexperimenten überprüft. Die jeweiligen Funktionsmuster werden Ergebnisse erzielen die mit den Anforderungen abzugleichen sind. Dabei dienen Anwendungsfälle aus der Praxis als Basis der Validierung. Weiterhin ist es geplant, die zu erarbeitende Software im praktischen Umfeld zu testen.

In der letzten Phase Diffusion werden die Erkenntnisse veröffentlicht. Dies dient in erster Linie zur Überprüfung der Ergebnisse durch ein breites und qualifiziertes Publikum. Diesbezüglich werden die Erkenntnisse als wissenschaftliche Beiträge bei Konferenzen eingereicht und vorgestellt. Weiterhin wird das Verfassen von Artikeln für Fachzeitschriften angestrebt. Schlussendlich werden die Erkenntnisse in der Dissertation zusammengefasst.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurde auf das Geschäftsmodell des 4PL sowie auf synchronmodale Transporte eingegangen. Beide Logistiktrends stellen an die unterstützenden IT-Systeme neue Anforderungen, welche auch durch Trends innerhalb der IT entscheidend beeinflusst werden. Basierend auf den beschriebenen Herausforderungen und den sich daraus ergebenden Anforderungen wurde ein Lösungsansatz vorgestellt, welcher sich für die Überwachung von Prozessinstanzen in logistischen Netzwerken eignet. Dabei werden Methoden, Techniken und Werkzeuge der Ereignisverarbeitung (CEP) eingesetzt, um den Anforderungen einer höheren Datentransparenz und -verfügbarkeit sowie der steigenden Datenflut gerecht zu werden. Das Geschäftsmodell des 4PL sowie synchronmodale Transporte werden so durch die IT unterstützt. Dadurch ist es möglich, das Tracking und Tracing von Gütern nicht nur an den Schnittstellen (bspw. Warenlager), sondern kontinuierlich in Echtzeit durchzuführen. Nachfolgend wurden verwandte Ansätze in Form von wissenschaftlichen Beiträgen und Forschungsprojekten vorgestellt. Es konnte festgestellt werden, dass keine Arbeit den Anforderungen des 4PL oder synchronmodalen Transport genügt. Jedoch stützen die Ausführungen der Arbeiten die Gedanken des Autors. Abschließend wurde der wissenschaftliche Ansatz und das Vorgehen zur Lösungsfindung vorgestellt. Das Forschungsvorhaben wird nach den Regeln der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik durchgeführt.

Weitere Arbeiten in diesem Forschungsvorhaben umfassen die genaue Spezifikation der formalen Gestaltung der Verträge. Weiterhin sind Untersuchungen geplant, wie BPMN erweitert werden muss, damit die Prozessbeschreibung automatisiert durch die CEP-Engine verarbeitet werden kann. Um Prognosen bezüglich des zu erwarteten Systemverhaltens zu schärfen, müssen Algorithmen zur Trenderkennung untersucht werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Gudehus, T.: Logistik: Grundlagen - Strategien - Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2010)
- [2] Roth, M., Donath, S.: Applying Complex Event Processing towards Monitoring of Multi-party Contracts and Services for Logistics – A Discussion. In: Daniel, F., Barkaoui, K., Dustdar, S. (eds.) Business Process Management Workshops, vol. 99, pp. 458-463. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2012)
- [3] Kutlu, S.: Fourth Party Logistics: Is It the Future of Supply Chain Outsourcing? Best Global Publishing Ltd, Brentwood (2007)
- [4] Eveline van Stijn, D.H., Yao-Hua Tan, Bram Klievink, Sietse Overbeek, Frank Heijmann, Markus Pikart, Tom Butterly: THE DATA PIPELINE Global Trade Facilitation Conference 2011, Genf (2011)
- [5] Beyer, M.: Gartner says solving ‘big data’ challenge involves more than just managing volumes of data. Gartner
<http://web.archive.org/web/20110710043533/http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1731916>
(2011)
- [6] Mutke, S., Roth, M., Ludwig, A., Franczyk, B.: Towards Real-time Data Acquisition for Simulation of Logistics Service Systems. International Conference on Computational Logistics, Kopenhagen (2013)
- [7] Klinkmüller, C., Kunkel, R., Ludwig, A., Franczyk, B.: The Logistics Service Engineering & Management Platform: Operations, Architecture, Implementation. Proceedings of the 14th International Conference on Business Information Systems, Poznan (2011)
- [8] Gudehus, T., Kotzab, H.: Comprehensive Logistics. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2009)
- [9] Josuttis, N.: SOA in der Praxis: System-Design für verteilte Geschäftsprozesse. dpunkt-Verlag (2008)
- [10] Bruns, R., Dunkel, J.: Event-driven Architecture: Softwarearchitektur für ereignisgesteuerte Geschäftsprozesse. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2010)
- [11] Michelson, B.M.: Event-driven architecture overview. vol. 2, pp. 1 - 9.
<http://www.omg.org/soa/Uploaded%20Docs/EDA/bda2-2-06cc.pdf>, Abgerufen am 17.09.2013
(2006)
- [12] Luckham, D., Schulte, R.: EPTS Event Processing Glossary v2.0. Event Processing Technical Society (2011)
- [13] Buchmann, A., Pfohl, H., Appel, S., Freudenreich, T., Frischbier, S., Petrov, I., Zuber, C.: Event Driven Services: Integrating Production, Logistics and Transportation. In: Maximilien, E., Rossi, G., Yuan, S.-T., Ludwig, H., Fantinato, M. (eds.) Service-Oriented Computing, vol. 6568, pp. 237-241. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2011)
- [14] Wang, F., Liu, S., Liu, P., Bai, Y.: Bridging physical and virtual worlds: complex event processing for RFID data streams. Advances in Database Technology 588-607 (2006)
- [15] Zang, C., Fan, Y.: Complex event processing in enterprise information systems based on RFID. Enterprise Information Systems 1, 3-23 (2007)
- [16] Werner, K., Schill, A.: Automatic monitoring of logistics processes using distributed rfid based event data. In: 3rd International Workshop on RFID Technology, Milan, pp. 101-108. (2009)
- [17] Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D., Krcmar, H., Loos, P., Mertens, P., Oberweis, A., Sinz, E.J.: Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (eds.) Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, pp. 1-6. infowerk ag, Germany (2010)
- [18] Becker, J.: Prozess der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Österle, H., Winter, R., Brenner, W. (eds.) Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, pp. 12-17. infowerk ag, Germany (2010)

Eine Methode zur automatisierten Analyse und Adaptation von Prozessmodellen am Beispiel der Katastrophenbewältigung

Marlen Hofmann

Lehrstuhl für betriebliches Informationsmanagement

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Universitätsring 3

06108 Halle an der Saale

marlen.hofmann@wiwi.uni-halle.de

Abstract: Die Durchführung effizienter und effektiver Prozesse zur Katastrophenbewältigung (engl. disaster response process (DRP)) ist für die Sicherheit von Menschen, Systemen und/ oder Assets von höchster Bedeutung. Um diese Prozesse besser koordinieren und steuern zu können, wird in der Literatur der Einsatz von Methoden und Werkzeugen des Geschäftsprozessmanagement diskutiert. Da der Katastrophenort vorab jedoch nicht feststeht, lassen sich DRP zur Designzeit auch nicht an ihren Ausführungsort anpassen. Stattdessen müssen sie zur Laufzeit auf ortsspezifische Restriktionen hin analysiert und ggf. adaptiert werden, um ihre Ausführbarkeit gewährleisten zu können. Abhängig von der Anzahl parallel ablaufender DRP ist diese Aufgabe nicht mehr manuell zu handhaben. Im Rahmen des Dissertationsprojektes daher die Entwicklung einer Methode angestrebt, die automatisch Ortsrestriktionen in gegebenen DRP-Modellen analysiert, undurchführbare Aktivitäten und Prozesse identifiziert und notwendige Prozessadaptionen ermittelt.

Keywords: Business Process Management, BPM, Workflow Management Systems, WFMS, Disaster Response Management, Disaster Response Processes

1 Thematischer Fokus und Problemstellung des Dissertationsprojektes

Unmittelbar nach Auftreten einer Natur- oder durch Menschen verursachten Katastrophe müssen auf operativer Ebene effektive und effiziente Prozesse zur Katastrophenbewältigung (engl. disaster response process (DRP)) eingeleitet werden, um die Sicherheit von Systemen, Menschen und/ oder Assets schnellst möglich wiederherzustellen [20], [24], [34]. Eine der zentralen Herausforderungen des Managements der Katastrophenbewältigung (engl. disaster response management (DRM)) besteht darin, unter Zeitdruck und zahlreichen unsicheren, resp. imperfekten oder sogar widersprüchlichen Informationen die Ausführbarkeit der Vielzahl (parallel) ablaufender und um Ressourcen konkurrierender DRP zu überwachen und sicherzustellen [4], [17], [33].

Um die damit verbundenen Tätigkeiten methodisch und IT-seitig zu unterstützen, werden in der Literatur zahlreiche Ansätze verschiedener Wissenschaftsdisziplinen diskutiert, unter denen auch das Geschäftsprozessmanagement (GPM) zu finden ist (z. B. in [8], [11], [36]. Insbesondere wird der Einsatz von sogenannten Disaster Response Workflowmanagementsystemen (DRWfMS) angeregt, welche Funktionalitäten für Kommunikation, Delegation als auch Ressourcenmanagement zur Verfügung stellen und die Transparenz über die laufenden DRP-Instanzen verbessern sollen [12], [15], [30], [37].

Dennoch finden derartige DRWfMS bislang keinen Einsatz in der Praxis [29]. Ein wesentlicher Grund hierfür liegt darin, dass die DRP, im Unterschied zu klassischen Geschäftsprozessen, nicht vorab unter Berücksichtigung ihres Ausführungsortes ausgeplant werden können. Vielmehr offenbaren sich ortsspezifische Restriktionen (z. B. die Ressourcenverfügbarkeit) erst während eines Katastrophenereignisses und können daher auch erst zur Laufzeit der DRP berücksichtigt werden. Dies erfordert zumeist eine Anpassung, resp. Adaption der laufenden DRP, um deren Ausführbarkeit wiederherzustellen [28].

Während moderne, adaptive DRWfMS aus technischer Sicht solche ad hoc-Adaptionen der instanziierten DRP bereits erlauben (Vgl. z. B. [15], [16], [25], [31]), besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf in Bezug auf geeignete Methoden, die bei der Analyse und Adaption der Prozesse aus fachlicher Sicht unterstützen. In diesem Zusammenhang diskutieren [12], dass insbesondere bei komplexen Katastrophenereignissen, innerhalb derer unzählige, parallele und um Ressourcen konkurrierende DRP initiiert werden, eine manuelle Analyse und Adaption der laufenden Prozessinstanzen nahezu unmöglich ist.

Die geplante Dissertation adressiert diese Forschungslücke und verfolgt das Ziel, eine Methode zu entwickeln, die automatisiert (1) gegebene DRP-Modelle in Bezug auf ortsspezifische Restriktionen analysiert, (2) undurchführbare Aktivitäten identifiziert und (3) geeignete Prozessadaptionen vornimmt, um die Ausführbarkeit des zugrundeliegenden DRP-Modells wieder herzustellen.

Im folgenden Kapitel werden bestehende Ansätze zur Übertragung von GPM-Methoden und -Werkzeugen auf die DRM-Domäne skizziert und die im Rahmen der Dissertation zu bearbeitende Forschungslücke herausgearbeitet. Anschließend wird der eigene Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt entlang der bisherigen Arbeiten aufgezeigt. Eine Diskussion der offenen Punkte sowie der Forschungsausblick finden sich in Kapitel vier.

2 Forschungsstand: Disaster Response Management und Business Process Management

Das DRM umfasst strategische, taktische und operative Aufgaben und Prozesse um den Auswirkungen einer Katastrophe direkt nach ihrem Auftreten zu begegnen. Damit gliedert sich das DRM als mittlere von drei Phasen in das Katastrophenmanagement ein, zu dem auch noch die Katastrophenvorsorge sowie die Wiederherstellungsphase im Nachgang gehören. Im Katastrophenfall werden i.d.R. vorbereitete Notfallpläne aus der Vorsorgephase genutzt, um ausführbare DRP zu spezifizieren, welche auf operativer Ebene ausgeführt und durch taktisch-strategische Einheiten des DRM koordiniert werden. Bei Abklingen des Ereignisses werden Maßnahmen zur Wiederherstellung des ursprünglichen bzw. eines akzeptablen Systemzustandes ergriffen [4], [12], [24], [34].

Die Anwendung von Methoden und Werkzeugen des GPM im DRM-Kontext wird aufgrund verschiedener Ähnlichkeiten beider Domänen diskutiert. Zum einen ähneln sich DRP und Geschäftsprozesse (GP) strukturell, d.h. sie bestehen im Kern aus Aktivitäten und Ressourcen (z. B. Material, Akteure, Informationen, etc.), die zu deren Ausführung erforderlich sind. Darüber hinaus werden beide Prozessarten durch auftretende Ereignisse angestoßen und in ihrem konkreten Ablauf beeinflusst. Außerdem verfolgen DRM und GPM das gleiche Hauptziel: die Sicherstellung einer effizienten und effektiven Prozessausführung (z. B. [12]).

Dennoch unterscheiden sich DRP und GP maßgeblich in Bezug auf ihre Planbarkeit und Dynamik, sodass sich klassische Methoden und Werkzeuge des GPM nicht ohne Anpassung im DRM-Kontext anwenden lassen. So ist zum Beispiel die Planung und Modellierung von DRP im Vorfeld einer Katastrophe nur bedingt umsetzbar, da sich deren konkrete Ausprägungen nur schwer vorhersagen und damit die notwendigen Gegenmaßnahmen schlecht planen lassen [9], [33].

Darüber hinaus werden viele Response-Maßnahmen parallel und von einer Vielzahl unterschiedlicher (Hilfs-) Organisationen ausgeführt, sodass sich innerhalb der DRM-Domäne z.T. sehr unübersichtliche Prozesse ergeben, deren Zweckdienlichkeit und Aussagekraft häufig in Frage gestellt werden (z. B. [9], [22]). Die Ergebnisse von Forschungsarbeiten, welche die Anwendbarkeit vorhandener Modellierungssprachen sowie notwendige Anpassungen und Vereinfachungen untersuchen (z. B. [8], [19], [22], [27],

[37]), stellen damit eine wesentliche Voraussetzung für ein prozessorientiertes DRM unter Verwendung von GPM-Methoden und -Werkzeugen dar.

Außerdem ist das DRM mit unsicheren und imperfekten Informationen sowie einer volatilen Katastrophenrealität konfrontiert, die eine permanente Anpassung der laufenden DRP an einen sich verändernden Kontext erfordert. Somit müssen insbesondere GPM-Werkzeuge, die zukünftig die Ausführung der DRP unterstützen sollen, einen hohen Grad an Flexibilität aufweisen, um die kontinuierliche Prozessadaption zur Laufzeit der Prozesse zu ermöglichen [29]. Den Grundstein hierfür legen zahlreiche gestaltungsorientierte Forschungsarbeiten in der GPM-Domäne, welche sich der Entwicklung sogenannter flexibler, process-aware Information Systems widmen (z. B. [7], [16], [23], [25], [26], [36]). Um derartige GPM-Werkzeuge auch für das DRM nutzbar zu machen (z. B. in Form von DRWfMS), sind jedoch zahlreiche domänenspezifische Anpassungen und technische Weiterentwicklungen notwendig, wie sie z. B. in [8], [10], [11], [12], [13], [15], [3], [30], [31], [37] diskutiert werden.

Zu den technischen Herausforderungen, die mit der Entwicklung flexibler DRWfMS verbunden sind, kommen jedoch noch weitere Anforderungen, die eine methodische Unterstützung bei der Prozessadaption aus fachlicher Sicht betreffen. Dieser Bedarf resultiert aus unzähligen Interdependenzen und Restriktionen zwischen den parallel ablaufenden DRP, welche bei der Adaption der Prozesse berücksichtigt werden müssen [1], [3], [4]. Erste Ansätze zum Management von zeitlichen und ressourcenbedingten Interdependenzen finden sich z. B. in [6], [9], [18] und [32]. Gänzlich unbeachtet blieben bislang jedoch ortsspezifische Restriktionen, deren Relevanz die Domänen DRM und GPM maßgeblich unterscheidet. Während klassische GP innerhalb vorab spezifizierter Infrastrukturen ablaufen und damit bereits zur Designzeit an das gegebene Umfeld angepasst werden können (z. B. in Bezug auf Maschinen- oder Produktionsstandorte), ist dies für DRP nahezu unmöglich. Vielmehr ergeben sich die Ausführungsorte der DRP als auch Stand- oder Lagerorte der zur Ausführung erforderlichen Ressourcen erst nach Auftreten der Katastrophe und können die Ausführbarkeit der Prozesse beeinträchtigen. Entsprechend müssen die vorab geplanten DRP im Katastrophenfall unter Berücksichtigung der ortsspezifischen Restriktionen neu analysiert und ggf. angepasst werden. Je nach Ausmaß der Katastrophe und Anzahl der parallel ablaufenden DRP kann dies zu einer hoch-komplexen Herausforderung erwachsen, die manuell nicht mehr zu bewältigen ist [29]. Um aktuelle DRWfMS für die Praxis nutzbar zu machen, ist es daher zwingend erforderlich, Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, die (1) eine automatisierte Analyse der laufenden DRP in Bezug auf ortsspezifische Restriktionen erlauben (2) undurchführbare Aktivitäten und Prozesse identifizieren und (3) geeignete Prozessadaptionen berechnen und (semi-) automatisiert vornehmen.

3 Eigener Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt

3.1 Formalisierung des "Ortes" im Disaster Response Management

Um der domänenspezifischen Relevanz des Ortes Rechnung zu tragen und um eine (automatisierte) Analyse der DRP-Modelle zu ermöglichen, ist es zunächst notwendig, den „Ort“ zu formalisieren und eine strukturierte Repräsentationsform innerhalb der Prozessmodelle sicherzustellen. Da aktuelle Geschäftsprozess-Modellierungssprachen wie z. B. eEPK, BPMN oder UML hierfür bislang keine Sprachelemente vorsehen, wird im Rahmen des Dissertationsprojektes deren Erweiterung um ortsspezifische Eigenschaften vorgeschlagen [29]. Dabei wird zwischen mobilen (mobile) und ortsgebundenen (stationary) Aktivitäten und Ressourcen unterschieden, die jeweils um konkrete Ortsangaben in Form von z. B. Längen- und Breitengrad angereichert werden (siehe Tabelle 1).



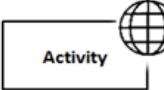

Type	Stationary resource	Mobile resource	Stationary activity	Mobile activity
Description	stationary resources that can only be used at their site	mobile resources to be used independent from site	stationary activities that can only be executed at a certain place	mobile activities that can be executed at different places
Example	water hydrant	fire engine	extinguish fire	cordon area
Model representation	 Longitude/Latitude	 Longitude/Latitude	 Longitude/Latitude	 Longitude/Latitude

Tabelle 1: Sprachelemente zur Repräsentation von ortsspezifischen Eigenschaften in DRP (vgl. [29])

Während die formale Integration der neuen Sprachelemente in bestehende Modellierungssprachen Gegenstand zukünftiger Forschungsarbeiten ist, diskutieren die Autoren ortsspezifische Restriktionen zwischen diesen Elementen und leiten mögliche Konfliktsituationen ab. Zunächst werden dazu die folgenden elementaren Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten und Ressourcen kategorisiert: (1) Activity-to-Activity, (2) Resource-to-Resource und (3) Activity-to-Resource. Durch Kombination der Elemente mit den jeweiligen ortsspezifischen Eigenschaften (mobil und ortsgelassen) ergeben sich 12 ortsspezifische Interdependenzkategorien, die zu Konfliktsituationen führen können, sobald die betrachteten Elemente unterschiedliche Orte aufweisen.

Da die potentiellen Konfliktsituationen unterschiedliche Lösungsstrategien erfordern, wird in [29] vorgeschlagen, fallspezifische Analyse- und Adaptionsmethoden zur Behebung der Konflikte zu entwickeln. In einem ersten Schritt fokussieren sich [2] und [28] daher auf die Entwicklung einer Analyse- und Adaptionsmethode zur Entdeckung von Verfügbarkeitskonflikten zwischen Aktivitäten und den zur Ausführung benötigten Ressourcen. Ist beispielsweise die ortsgelassene Aktivität „Feuerlöschen“ auf die Verfügbarkeit der ortsgelassenen Ressource „Hydrant“ angewiesen, müssen der Ausführungsort der Aktivität als auch der Standort der physischen Ressource identisch sein, da deren Benutzung sonst ausgeschlossen ist. Um die Durchführbarkeit eines DRP sicherzustellen, sind entsprechend die Ausführungsorte der Aktivitäten mit den vorgesehenen, resp. aktuellen Stand- bzw. Lagerorten der erforderlichen Ressourcen zu vergleichen und ggf. durch Prozessadaptions zu vereinheitlichen (z. B. durch Austauschen der Aktivitäten oder Ressourcen oder durch Einplanung von zusätzlichen Transportaktivitäten, die die Ressourcen zum „richtigen“ Ausführungsort zu befördern).

Die von [2] entwickelte Analyse- und Adaptionsmethode PRIMA II (Place-related Information in Workflow Models Analysis) erlaubt es, die beschriebene Analyse für gegebene DRP-Modelle voll-automatisiert durchzuführen und ortsbedingte Konflikte aufzuzeigen.

3.2 Identifikation von ortbedingten Konflikten in DRP-Modellen

PRIMA II arbeitet auf einem gerichteten Graph $DRP = (A, E, R)$, welcher den zu analysierenden DRP formal repräsentiert. Die Menge $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ enthält die relevanten DRP-Aktivitäten, E umfasst geordnete Paare $e = (a_i, a_n)$ als Kanten von a_i nach a_n und $R = \{\emptyset, r_n, \dots, r_m\}$ stellt die Menge der im DRP erforderlichen Ressourcen dar.

Die Autoren nehmen zunächst an, dass gegebene DRP-Modelle ausschließlich mobile Ressourcen, ortsgelassene Response-Aktivitäten und mobile Transport-Aktivitäten enthalten. Jede Aktivität a_i wird entsprechend durch ein Typ-Attribut (*transport* oder *response*) sowie ortsspezifische Eigenschaften (*mobile* oder *stationary*), einen

Ausführungs-, resp. Ursprungsort *origin* und einen Zielort *delivery* (nur für Transport-Aktivitäten) näher spezifiziert. Außerdem werden die für die Ausführung der Aktivität erforderlichen Ressourcen als Menge *resources* $\in \mathbb{R}$ hinterlegt.

Ein vereinfachter (abstrakter) Beispiel-DRP ist in Abbildung 1 dargestellt und wird durch folgende Aktivitäten und Ressourcen mit ihren jeweiligen Attributen näher charakterisiert: $r1.origin = crisis\ center$, $a2.origin = crisis\ center$, $a5.origin = disaster\ location$, $a7.origin = first\ aid\ station$, $a8.origin = crisis\ center$, $a10.origin = crisis\ center$. Die Aktivität $a3$ ist die einzig verfügbare Transportaktivität und durch $a3.origin = crisis\ center$, $a3.delivery = disaster\ location$ näher spezifiziert. Die übrigen Aktivitäten erfordern keine Ressourcen und werden daher nicht weiter beschrieben.

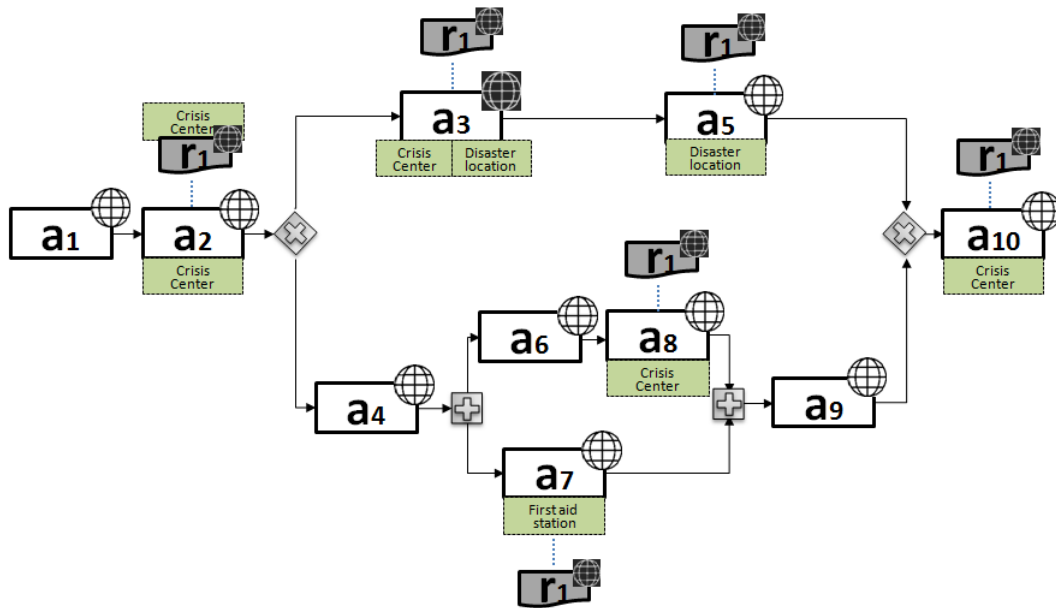


Abbildung 1: Beispielhafter DRP

Um das DRP-Modell auf potentielle ortsbedingte Konflikte zu untersuchen, analysiert der PRIMA II Algorithmus jede Aktivität im Modell, die zur Ausführung auf die Verfügbarkeit einer Ressource angewiesen ist. Grundsätzlich wird hierbei der Ausführungsort der Aktivität mit dem ursprünglichen Standort der Ressource verglichen und das Vergleichsergebnis bewertet. Sollten sich beide Orte unterscheiden, wird eine Nicht-Verfügbarkeit unterstellt und die analysierte Aktivität als inoperabel bewertet. Stimmen die Orte hingegen überein, wird davon ausgegangen, dass die Aktivität ausführbar ist.

Da sich der Ressourcenstandort jedoch durch Transportaktivitäten zur Laufzeit des Prozesses verändern kann, konstruiert der Algorithmus auf Modellebene Ressourcenpfade, um den zuletzt bekannten, resp. vorgesehenen Nutzungsort der Ressource zu ermitteln. Ausgehend von der zu analysierenden Aktivität werden mithilfe einer Rückwärtssuche alle direkten ressourcenbezogenen Vorgängeraktivitäten ermittelt und deren Ausführungsorte (resp. Zielorte bei Transportaktivitäten) zum Vergleichen genutzt. Diese Vorgehensweise basiert auf der zentralen Annahme, dass die Ressourcenpfade eindeutig ermittelt werden können, sodass konsumierbare sowie teilbare Ressourcen bislang nicht berücksichtigt werden.

In Bezug auf den in Abbildung 1 dargestellten Beispielprozess ermittelt der Algorithmus die in Tabelle 2 dargestellten Vergleichsergebnisse.

Examined activity	Resource related direct predecessors	Comparing places between	Validation results
a ₂	none	a ₂ .origin = r ₁ .origin	crisis center = crisis center
a ₃	a ₂	a ₃ .origin = a ₂ .origin	crisis center = crisis center
a ₅	a ₃	a ₅ .origin = a ₃ .delivery	disaster location = disaster location
a ₇	a ₂	a ₇ .origin = a ₂ .origin	first aid station != crisis center
	a ₈	a ₇ .origin = a ₈ .origin	first aid station != crisis center
a ₈	a ₂	a ₈ .origin = a ₂ .origin	crisis center = crisis center
	a ₇	a ₈ .origin = a ₇ .origin	crisis center != first aid station

Tabelle 2. Vergleichsergebnisse für den Beispiel-DRP [2]

Die Liste der identifizierten Konflikte wird in [14] weiterverwendet, um geeignete Prozessadaptionen zur Auflösung der Verfügbarkeitskonflikte zu bestimmen. Dazu sollen die erforderlichen Ressourcen an den „richtigen“ Ausführungsort zu befördern.

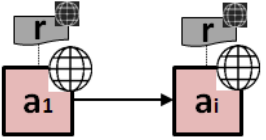
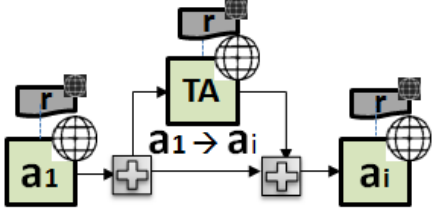
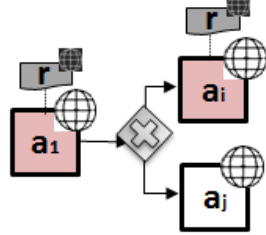
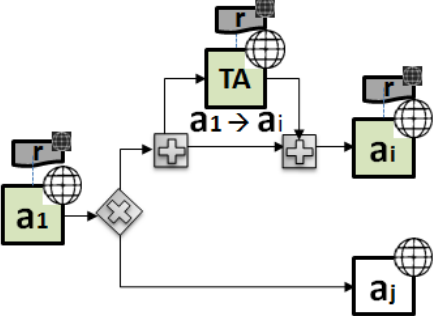
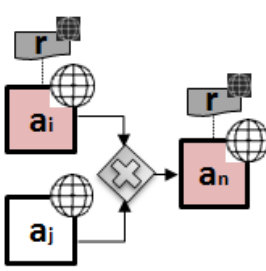
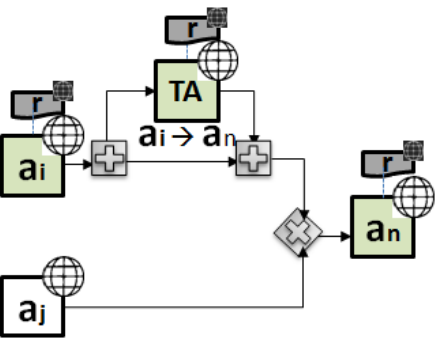
Workflow Pattern	Konfliktbeschreibung	Adaptionsmuster
<p>Sequenz</p> 	<p>Zwei aufeinanderfolgende ressourcen-abhängige Aktivitäten unterscheiden sich in ihrem Ausführungsort.</p>	
<p>Exclusive Choice</p> 	<p>Min. eine ressourcen-abhängige Aktivität innerhalb der XOR-Verzweigung unterscheidet sich in ihrem Ausführungsort in Bezug auf eine ressourcen-abhängige Aktivität vor dem Kontrollfluss-Operator.</p>	
<p>Simple Merge</p> 	<p>Eine relevante, dem Join-Operator nachgelagerte Aktivität unterscheidet sich örtlich von mindestens einer ressourcen-abhängigen Aktivität innerhalb der XOR-Verzweigung.</p>	

Tabelle 3: Konflikte und Adaptionsmuster für Sequenz, Exclusive Choice und Simple Merge

3.3 Adaptionismuster zur Behebung von ortsbedingten Konflikten in DRP-Modellen

Die Entwicklung von generellen Adaptionismustern in Form von Transportaktivitäten stellt entsprechend den nächsten Schritt des Dissertationsprojektes dar. Diese Muster können je nach Konfliktsituation an definierten Integrationspunkten in das DRP-Modell eingefügt werden, um den Verfügbarkeitskonflikt aufzulösen.

Hierbei ist jedoch die semantische Bedeutung unterschiedlicher Graph-Strukturen (z.B. Sequenzen, UND- oder ODER-Strukturen) zu beachten, da diese maßgeblich über die Reihenfolge der auszuführenden Aktivitäten und damit über den "richtigen" Zeitpunkt zur Integration einer Transportaktivität entscheiden. Daher stellen die elementaren Workflow Patterns (Sequenz, Exclusive Choice, Simple Merge, Parallel Split und Synchronisation) nach [35] und potentielle Konfliktsituationen innerhalb dieser die Grundlage zur Bestimmung der Adaptionismuster dar (Siehe Tabelle 3 und 4).

Für Konfliktsituationen innerhalb der Patterns Sequenz, Exclusive Choice und Simple Merge können eindeutige Adaptionismuster identifiziert werden. Dies resultiert aus dem Sachverhalt, dass alle durch Kanten verbundenen Aktivitäten sequentiell, also zweifelsfrei nacheinander ausgeführt werden und immer nur ein relevanter ressourcenbezogener Vorgänger in Frage kommt. Der öffnende, resp. schließende Kontrollflussoperator „XOR“ zeigt lediglich die Möglichkeit von alternativen Prozesspfaden auf, während das Sequenzpattern einen alternativlosen Pfad darstellt. Insofern lassen sich Ortskonflikte pfadweise auflösen, indem eine zwischenliegende Transportaktivität mit einem passenden Ursprungs- und Zielort integriert wird. Im Falle des Exclusive Choice ist die entsprechende Transportaktivität nach dem XOR-Operator und ausschließlich auf den relevanten Pfaden zu integrieren, sodass alternative Pfade nicht durch die Adaption betroffen werden. Beim Simple Merge erfolgt die Adaption ebenfalls nur auf den betroffenen Pfaden und wird durch das Einfügen einer Transportaktivität vor dem Join-Operator durchgeführt. Um die Ausführung von eventuellen Zwischenaktivitäten ohne Ressourcenbezug nicht zu verzögern und damit den Prozessfluss zu beeinträchtigen, wird in [14] zudem ein Parallelisieren des Transportes vorgeschlagen (Siehe Tabelle 3).

Die Patterns Parallel Split und Simple Merge unterscheiden sich hingegen in ihrer Bedeutung deutlich von den anderen. Nach [35] werden alle Aktivitäten innerhalb der AND-Verzweigung parallel ausgeführt und nachfolgende Aktivitäten können erst starten, sobald alle Vorgänger abgearbeitet sind. Auf Modellebene kann somit eine Aktivität mehrere

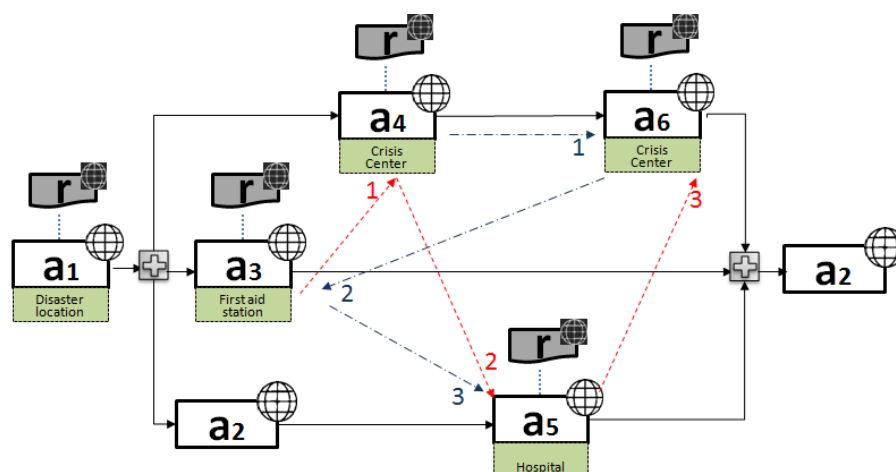


Abbildung 2. Beispiel eines laufzeitabhängigen Parallel Splits

ressourcenabhängige Vorgänger, resp. Nachfolger haben, die bei der Prozessadaption berücksichtigt werden müssten. Dennoch ist zur Prozesslaufzeit davon auszugehen, dass

die Aktivitäten innerhalb einer AND-Verzweigung sequentiell ablaufen, insbesondere dann, wenn mehrere parallele Aktivitäten mit unterschiedlichen Ausführungsorten auf ein und dieselbe Ressource zugreifen. Da sich dieser Ablauf (beispielhaft durch Pfeile in Abbildung 2 angedeutet) jedoch erst zur Laufzeit des Prozesses ergibt und dann auch Aktivitäten innerhalb der AND-Verzweigung zum Vorgänger für andere werden können, schlagen [14] vor, laufzeitabhängige Transportaktivitäten mit mehreren alternativen Ursprungs-, resp. Zielorten zu spezifizieren. Die Integration der Transportaktivitäten auf einem Parallel Split erfolgt dabei auf den relevanten Pfaden nach dem Kontrollflussoperator "AND" und vor der jeweiligen ressourcenabhängigen Aktivität. Konflikte im Workflow Pattern "Synchronisation" werden durch Integration einer entsprechenden Transportaktivität nach dem Join-Operator aufgelöst.

Unter Verwendung der in [15] identifizierten Adaptionismuster können die Ortskonflikte des in Abbildung 1 aufgezeigten DRP-Modells eliminiert werden (siehe Abbildung 3). Um dem Konzept der Rückwärtssuche zu folgen, beginnt die Adaption des DRP-Modells bei Aktivität a_{10} , die an den Ausführungsort "Crisis Center" gebunden ist. Für diese Aktivität existieren drei ressourcenbezogene Vorgänger, von denen zwei zu Konflikten führen: Aktivität a_5 , die an den Ausführungsort "Disaster location" gebunden ist und a_7 , die an der "First aid station" ausgeführt werden muss. Zunächst kann festgestellt werden, dass die potentiellen Konfliktsituationen unterschiedliche Pfadalternativen innerhalb einer XOR-Verzweigung betreffen. Entsprechend der vorgestellten Muster können die Konflikte daher pfadweise aufgelöst werden. Dies erfordert einerseits die Integration einer Transportaktivität zwischen a_5 und a_{10} (von "Disaster location" nach "Crisis Center") und andererseits zwischen a_7 und a_{10} .

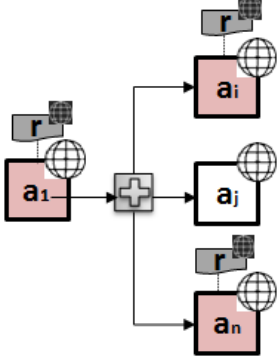
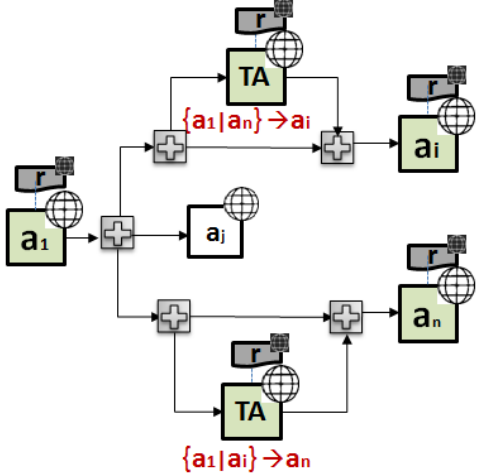
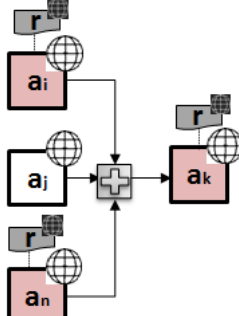
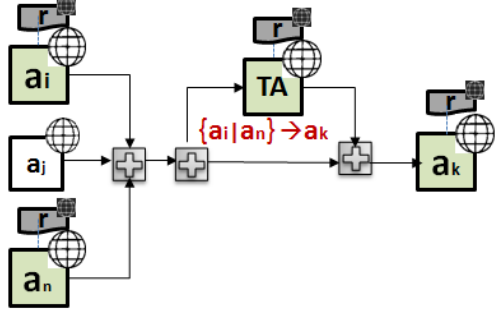
Workflow Pattern	Konfliktbeschreibung	Adaptionismuster
<p data-bbox="293 1133 448 1160">Parallel Split</p> 	<p data-bbox="544 1133 863 1346">Min. eine ressourcenabhängige Aktivität innerhalb der AND-Verzweigung unterscheidet sich in ihrem Ausführungsort in Bezug auf einen ressourcenbezogenen Vorgänger.</p>	
<p data-bbox="277 1657 464 1684">Synchronisation</p> 	<p data-bbox="544 1657 863 1870">Eine relevante, dem Join-Operator nachgelagerte Aktivität unterscheidet sich örtlich von mindestens einer ressourcen-abhängigen Aktivität innerhalb der AND-Verzweigung.</p>	

Tabelle 4: Konflikte und Adaptionismuster für Parallel Split und Synchronisation

Da sich jedoch a7 innerhalb einer verschachtelten AND-Verzweigung befindet und parallel zu einer weiteren ressourcenbezogenen Aktivität a8 ausgeführt wird, kann kein eindeutiger Ursprungsort für die zu integrierende Transportaktivität identifiziert werden. Gemäß dem in [15] vorgestellten Konzept ist daher eine laufzeitabhängige Transportaktivität mit den beiden möglichen Ursprungsorten "Crisis Center" und "First aid station" zu spezifizieren und nach dem Join-Operator in das DRP-Modell zu integrieren. Auch die Konfliktsituationen zwischen a2 und a7 sowie a7 und a8 können nicht zweifelsfrei gelöst werden, da der sequentielle Ablauf bis zur Ausführung des Prozesses offen bleibt Entsprechend sind auch hier laufzeitabhängige Transportaktivitäten nach dem Split-Operator zu integrieren. Das vollständig adaptierte DRP-Modell ist in Abbildung 3 dargestellt.

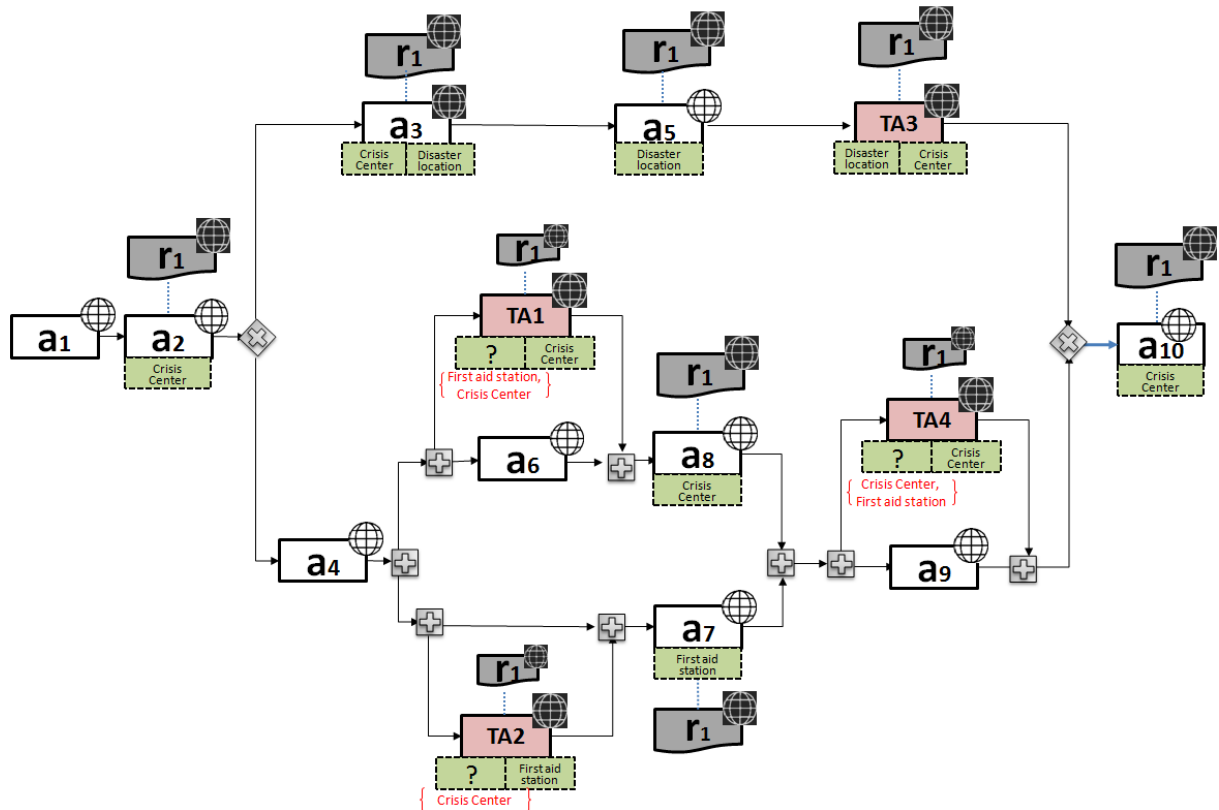


Abbildung: 3 Adaptation des Beispiel-DRP

4 Offene Punkte und Forschungsausblick

Die in [15] aufgezeigten Adaptionsmuster stellen die Grundlage für eine automatisierte Prozessadaption dar. Um die im Rahmen der Dissertation zu entwickelnde Methode zu vervollständigen, sind diese Patterns in automatisierter Weise in gegebene Prozessmodelle zu integrieren und zu evaluieren. Dem gestaltungsorientierten Forschungsparadigma [21] folgend ist dazu zunächst ein Proof-of-Concept vorgesehen, der die prototypische Entwicklung der Adaptions-Methode beinhaltet. Diese arbeitet ebenso wie PRIMA II auf einer formalen Repräsentation des DRP-Graphen. Auch die Adaptionspattern und Integrationsregeln sind entsprechend formal abzubilden und können dann in Verbindung mit der Liste der identifizierten Ortskonflikte genutzt werden, um den Graph inhaltlich zu überarbeiten.

Die Funktionsfähigkeit der Adaptionsmuster kann grundsätzlich mithilfe der bereits realisierten Analyseverfahren des PRIMA II Algorithmus überprüft werden. Nach der Prozessadaption sollten entsprechend alle Ortskonflikte aufgelöst sein und keine weiteren Fehlermeldungen ermittelt werden können. Jedoch ist die Analyseverfahren in ihrem aktuellen Entwicklungsstadium nicht dafür ausgelegt, laufzeitabhängige

Transportaktivitäten zu berücksichtigen und muss entsprechend angepasst werden. Die Korrektheit der Adaptionsmuster kann so zwar so nicht bewiesen, jedoch entlang einer Vielzahl von Prozessmodellen nachgewiesen werden.

Die Fertigstellung der Dissertation ist für 2014 geplant.

Literaturverzeichnis

- [1] Avanes, A; Freytag, J C (2008): Adaptive workflow scheduling under resource allocation constraints and network dynamics. *Proceedings of the VLDB Endowment*, New Zealand.
- [2] Betke, H; Hofmann, M (2014): PRIMA II – A Model-based Analysis of Resource Availability in Disaster Response Processes. *Submitted to MKWI 2014*, Germany.
- [3] Bharosa, N; Lee, J K; Janssen, M; Rao, H R (2009): A case study of information flows in multi-agency emergency response exercises. *Proceedings of the 10th Annual Internat. Conf. on Digital Government Research*, Mexico
- [4] Chen, R; Sharman, R; Rao, H R; Upadhyaya, S J (2008): Coordination in emergency response management. *Communications of the ACM* 51: 66–73.
- [5] de Leoni, M; Marrella, A; Russo, A (2011): Process-aware Information Systems for Emergency Management. *ServiceWave 2010 Workshops*, Lecture Notes in Computer Science Volume 6569: 50-58
- [6] Delias, P; Doulamis, A; Doulamis, N; Matsatsinis, N (2011): Optimizing Resource Conflicts in WFMS. *Knowledge and Data Engineering*, 23(3): 417–432.
- [7] Eberle, H; Leymann, F; Unger, T (2010): Implementation Architectures for Adaptive Workflow Management. *The Second International Conference on Adaptive and Self-Adaptive Systems and Applications*, Portugal.
- [8] Fahland, D; Woith, H (2009): Towards process models for disaster response. In: Rinderle-Ma S; Sadiq S; Leymann, *Business Process Management Workshops*, Springer, Berlin/ Heidelberg.
- [9] Franke, J; Charoy, F; Ulmer, C (2010): A model for temporal coordination of disaster response activities. *Proceedings of the 7th Internat. ISCRAM Conference*, Seattle.
- [10] Franke, J; Charoy, F (2010): Design of a Collaborative Disaster Response Process Management Systems. *9th Internat. Conf. on the Design of Cooperative Systems*, France.
- [11] Georgakopoulos, D; Schuster, H; Baker, D; Cichocki A (2000): Managing Escalation of Collaboration Processes in Crisis Mitigation Situations. *Proceedings of the 16th Int. Conference on Data Engineering*, San Diego.
- [12] Hofmann, M; Sackmann S; Betke, H (2013): Using Workflow Management Systems to Improve Disaster Response Processes. *27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, Barcelona.
- [13] Hofmann, M; Sackmann S; Betke, H (2013): A Novel Architecture for Disaster Response Workflow Management Systems. *10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Germany.
- [14] Hofmann, M (2014): Adaptation Patterns for Resolving Place-Related Inoperability of Disaster Response Processes. *Submitted to MKWI 201*, Germany.
- [15] Jansen, J.M; Lijnse, B; Plasmeijer, R (2010): Towards Dynamic Workflow Support for Crisis Management, *Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Seattle.
- [16] Lanz, A; Kreher, U; Reichert, M; Dadam, P (2010): Enabling Process Support for Advanced Applications with the AristaFlow BPM Suite. *Proceedings of the BPM 2010 Demonstration Track*, New Jersey.
- [17] Le Clair, C; Moore, C (2009): Dynamic Case Management - An Old Idea Catches New Fire, Forrester Research.
- [18] Leong, IF; Si, YW; Fong, S; Biuk-Aghai, RP (2009): Critical path based approach for predicting temporal exceptions in resource constrained concurrent workflows. *Proceedings of the 11th Internat. Conf. on Information Integration and Web-based Applications & Systems*, Malaysia.
- [19] Lindemann, C; Prödel, S; Koch, R (2010): Modellierung von Prozessen in der Feuerwehrdomäne zur Identifikation von Informationsbedarfen. *Software Engineering 2010 - Workshopband Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik*, Paderborn.
- [20] National Research Council (U.S.) (2006): Facing hazards and disasters. Understanding human dimensions. *National Academies Press*, Washington, D.C.
- [21] Österle, H; Winter, R; Brenner, W (2010): Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz, *Infowerk AG*, Germany.
- [22] Peinel, G; Rose, T; Wollert, A (2012): Cross-Organizational Preplanning in Emergency Management

- with IT-Supported Smart Checklists. Future Security, Springer, Berlin/ Heidelberg.
- [23] Plasmeijer, R; Achten, P; Koopman, P; Lijnse1, B; van Noort, T; van Groningen, J (2011): iTasks for a Change - Type-Safe Run-Time Change in Dynamically Evolving Workflows. *Proceedings of the 20th ACM SIGPLAN workshop on Partial evaluation and program manipulation*, New York.
 - [24] Rao, R R; Eisenberg, J; Schmitt, T (2007): Improving disaster management. The role of IT in mitigation, preparedness, response, and recovery. *National Academies Press*, Washington.
 - [25] Reichert, M (2000): Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen, *Dissertation*, University of Ulm.
 - [26] Reichert, M; Weber, B (2012): Flexibility Issues in Process-Aware Information Systems, In: *Enabling Flexibility in Process-Aware Information Systems*, Springer, Berlin/ Heidelberg.
 - [27] Rueppel, U; Wagenknecht, A (2007): Improving emergency management by formal dynamic process modelling, *24th Conference on IT in Construction*, Slovenian.
 - [28] Sackmann, S; Hofmann, M; Betke, J (2013). PRIMA: A Model-based Method for Analyzing Place-Related Information in Disaster Response Processes. *19th Americas Conference on Information Systems*, Chicago.
 - [29] Sackmann S; Hofmann, M; Betke, H (2013): Towards a Model-Based Analysis of Place-Related Information in Disaster Response Workflows. *10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Germany.
 - [30] Sell, C; Braun, I (2009): Using a workflow management system to manage emergency plans. *Proceedings of the 6th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*, Sweden.
 - [31] Sell, C (2010): Systemunterstützung zur automatischen Anpassung von Workflows zur Laufzeit. *Dissertation*, Technische Universität Dresden.
 - [32] Sell, C; Winkler, M; Springer, T; Schill, A (2009): Two Dependency Modeling Approaches for Business Process Adaptation. *Proceedings of the 3rd Internat. Conf. on Knowledge Science*, Vienna.
 - [33] Swenson, K D (2010): Mastering the unpredictable. How adaptive case management will revolutionize the way that knowledge workers get things done. Meghan-Kiffer Press.
 - [34] Turoff, M; White, C; Plotnick, L (2011): Dynamic emergency response management for large scale decision making in extreme hazardous events. Supporting real time decision-making, Springer, New York.
 - [35] van der Aalst, W M P; ter Hofstede, A H M; Kiepuszewski, B; Barros A P (2003): Workflow Patterns, *Distributed and Parallel Databases*, 14(3): 5-51.
 - [36] Lin, X Y; Jun, W (2008): Context-Driven Business Process Adaptation for Ad Hoc Changes. *Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on e-Business Engineering*, China.
 - [37] Ziebermayr, T; Huber, J; Kollarits, S; Ortner, M (2011): A Proposal for the Application of Dynamic Workflows in Disaster Management: A Process Model Language Customized for Disaster Management. *22nd Internat. Workshop on Database and Expert Systems Applications*, Toulouse.

Gestaltung eines Architekturframeworks für ein analytisches Informationssystem zur Auswertung von Daten aus dem Smart Metering

Tobias Weiß

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik – Business Intelligence Research

Technische Universität Dresden

Münchner Platz 3

01187 Dresden

tobias.weiss@tu-dresden.de

Abstract: Informations- und Kommunikationstechnologien rücken auch in der Energiewirtschaftsbranche immer stärker in den Vordergrund. Durch die Einführung von digitalen Stromzählern, den sogenannten Smart Metern, werden in Zukunft enorme Datenmengen bei Energieversorgern anfallen. Diese Daten müssen gespeichert und verarbeitet werden, um Mehrwerte für Endkunden und Versorger zu erzeugen. Business Intelligence bietet eine ausgezeichnete Grundlage und wurde im Kontext der Weiterverarbeitung von Daten aus dem Smart Metering bislang nur unzureichend betrachtet. Im Rahmen einer Dissertation soll mit der Forschungsmethode der Design Science Research ein Architekturframework für ein analytisches Informationssystem gestaltet werden, welches eine Basis zur Entwicklung von neuen Anwendungen und Geschäftsmodellen zur Erfüllung der Anforderungen der Energieversorger und Kunden darstellt.

Keywords: Business Intelligence, Energy Intelligence, Smart Metering

1 Problemstellung

Der Energiemarkt in Deutschland befindet sich seit etlichen Jahren im Wandel. 1999 wurden im Rahmen der Liberalisierung die Stromnetze geöffnet. Dieses sogenannte Unbundling bezeichnet dabei die Aufspaltung eines vollintegrierten Energieversorgungsunternehmens (EVU) in die einzelnen Teilbereiche Erzeugung, Transport, Verteilung und Versorgung. Dies erlaubt es zahlreichen neuen Unternehmen, die i.d.R. auf die jeweiligen Bereich spezialisiert sind, in den Markt neu einzutreten. Weiterhin soll zur Realisierung der staatlich vorgegebenen Einsparziele im Rahmen der Energiewende bis zum Jahr 2020 eine Reduktion des Energieverbrauchs um 20% stattfinden (vgl. [1], S. 5). Die Themen „Smart Grid“ und „Smart Metering“ rücken daher immer stärker in das Zentrum des öffentlichen Interesses und sind essentielle Bausteine auf dem Weg zu einem intelligenten Stromnetz. Die Einführung von Smart Metern, also digitalen und fernauslesbaren Stromzählern, ist staatlich determiniert und getrieben durch das Energiewirtschaftsgesetz. Dieses besagt, dass Smart Meter bei Neubauten oder größeren Renovierungen, sowie bei Kunden mit einem Jahresverbrauch von über 6.000 kWh installiert werden müssen (vgl. [2]).

Auf Seiten der *Energieversorger* erfordern diese Maßnahmen enorme Investitionen in IT-Infrastrukturen. Zudem befinden sie sich in einem Markt, in dem Margen sinken, der Wettbewerb zunimmt, und die Nachfrage nach Energie rückläufig ist (vgl. [3], S. 82-84). Letztendlich sind aufgrund dieser Herausforderungen geeignete Methoden des Umgangs mit den anfallenden Datenmengen dringend gesucht. Derzeit ist davon auszugehen, dass, analog des Standardablesetaktes der Netzsteuerung, aller 15 Minuten ein Smart Metering Datensatz pro Kunde entsteht. Dies summiert sich auf über 35.000 Datensätze pro Jahr, welche zunächst vom Kunden zum EVU übermittelt, anschließend gespeichert und zuletzt auch verarbeitet werden müssen (vgl. [4], S. 3). Aufgrund der angespannten Marktsituation ist es von hoher Relevanz diese zur Verfügung stehenden Daten in Geschäftsmodelle zur Amortisation der Infrastruktur-Investitionen umzuwandeln, auch um den Endkunden einen Mehrwert zu bieten.

Endkundenportale zeigen derzeit in Form von Webportalen Basisinformationen über den Energieverbrauch. In den meisten Fällen findet eine Lastgangvisualisierung statt, welche aber das individuelle Verbrauchsverhalten nicht transparent genug darstellen kann. Es fehlt an interpretierbaren und kontextsensitiven Feedback, welches dem Kunden ermöglicht heimliche „Stromfresser“ zu identifizieren und ein Bewusstsein für den eigenen Energieverbrauch zu entwickeln, um die stetig steigenden Kosten für Energie mit Einsparungen zu begegnen.

Der Einsatz von *analytischen Informationssystemen* im Rahmen der Business Intelligence dient dabei als grundlegende Basis zur Entwicklung von neuen Anwendungen und Geschäftsmodellen zur Erfüllung der Anforderungen der Energieversorger und Kunden. Für den Versorger ergeben sich enorme Potentiale zur Erhöhung der Kundenbindung und zur Optimierung der kundenfokussierten Geschäftsprozesse, und damit letztendlich zur Generierung von zusätzlichen Einnahmequellen, welche dringend benötigt werden. Kunden profitieren von gesteigerter Transparenz des eigenen Energieverbrauchs (welche derzeit de facto bei einer jährlichen Abrechnung nicht vorhanden ist) und innovativen Zusatzdiensten, welche bspw. in der Lage sind, individualisierte Energiesparempfehlungen auszugeben.

2 Status Quo

Aufgrund des Mangels an State-of-the-Art-Publikationen wurde ein Werk zur Erhebung des Status Quo sowie von Forschungspotentialen des Einsatzes der Business Intelligence als analytisches Entscheidungsunterstützungsinstrument zur Informationsgenerierung mit Daten aus dem Smart Metering durch den Autor angefertigt und im Rahmen der Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI) 2014 eingereicht (vgl. [5]).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein systematischer Überblick über die derzeit bekannten Ansätze zur Weiterverarbeitung von Smart-Meter-Daten mit Konzepten der Business Intelligence erstellt. Dabei fand die Methode der systematischen Literaturanalyse nach Fettke und Kitchenham Anwendung (vgl. [6] sowie [7]). Zugrunde gelegt wurden Literaturdatenbanken sowohl akademischer, als auch praxisorientierter Natur. Die Begründung dieses Vorgehens liegt in der verwendeten Forschungsmethode, der Design Science nach Hevner et al. (vgl. [8]). Die genutzte Methode wird im Kapitel 3 noch einmal intensiver diskutiert.

Als Ergebnis der systematischen Literaturrecherche verblieben 131 im Volltext verfügbare Artikel, welche einer manuellen Prüfung zugeführt wurden. Die Inhalte wurden dabei mittels einer Inhaltskodierung mit der Software MaxQDA verschlagwortet und für die qualitative Inhaltsanalyse vorbereitet. Weiterhin wurde der Inhalt der Artikel durch einen Experten hinsichtlich der wahrgenommenen, inhaltlichen Relevanz hinsichtlich des Forschungsziels mittels einer Bewertungsskala von 1 – 5 Sternen (1: nicht passend, 5: sehr gut passend) dokumentiert. Zur Identifikation der Quellentypen wurden diese ebenfalls erfasst und, falls vorhanden, anhand etablierter Rankings bewertet (z.B. WKWI-Orientierungslisten).

Die Auswertung der Quellen zwischen 1995 und 2012 zeigt ein zunehmendes Auftreten passender Artikel zur Verarbeitung von Smart-Metering-Daten ab dem Jahr 2009. Die meisten Artikel entstammen nichtwissenschaftlichen Quellen. Bei Integration der Inhaltsbewertung anhand der Bewertungsskala wird deutlich, dass die als „sehr gut passend“ bewerteten Publikationen vorrangig dem wissenschaftlichen Quellentyp „Journal“ zuzuordnen sind. Die inhaltliche Analyse beschränkte sich auf sämtliche Artikel, unabhängig vom Quellentyp, die eine inhaltliche Passfähigkeit in Bezug auf das Forschungsziel mit einer Bewertung von 3 – 5 Sternen sicherstellen. Dabei verließen 60

Artikel welche thematisch strukturiert wurden. Die Einteilung umfasste folgende Fachgebiete und Themen (Mehrfachzuordnungen möglich):

- Business Intelligence (28 Publikationen)
 - Data Mining (14 Publikationen)
 - Informationszugriff (2 Publikationen)
 - Feedbacksysteme (12 Publikationen)
 - Energy Intelligence (4 Publikationen)
- Smart Metering (6 Publikationen)
 - Allgemein (5 Publikationen)
 - Datenschutz (1 Publikation)
- Geschäftsmodelle (32 Publikationen)
 - Allgemein (7 Publikationen)
 - Zusatzprodukte (3 Publikationen)
 - EVU: Bedürfnisse & Anforderungen (6 Publikationen)
 - EVU: Potentiale & Chancen (9 Publikationen)
 - Kunde: Bedürfnisse & Anforderungen (3 Publikationen)
 - Kunde: Nutzen (4 Publikationen)

Bei einer detaillierteren Analyse erfolgte die Systematisierung ausschließlich des Fachgebiets „Business Intelligence“ mittels der Einordnung jeder Publikation in den Ordnungsrahmen der Business Intelligence nach Kemper et al. (vgl. [9]) sowie hinsichtlich der betreffenden Sicht (technikfokussiert, anwendungsorientiert oder organisational). Die Forschungsergebnisse wurden visualisiert, eine Präsentation an dieser Stelle ist aufgrund des noch ausstehenden MKWI 2014 Review-Prozesses jedoch nicht möglich.

Die verbliebenen Werke erfüllten zwar die anfängliche Passfähigkeit zur Forschungsfrage, bei einer kompletten Inhaltsanalyse wurde jedoch in vielen Fällen die Zugehörigkeit zu einem angrenzenden Fachgebiet deutlich. Nichts desto trotz existieren starke Zusammenhänge zwischen den Themen, die auch im Rahmen der Dissertation beachtet werden sollen.

Zukünftige Forschungsthemen für Business Intelligence finden sich in allen Bereichen der BI. Intensiviert wird die Notwendigkeit von weiteren Forschungen aufgrund des Bedarfs an neuen Geschäftsmodellen um Smart Metering sowie konkreten Anforderungen der EVU und Endkunden, welche durch die durchgeführte systematische Literaturanalyse ebenfalls aufgedeckt wurden.

3 Forschungsdesign

3.1 Forschungsziel

Das Forschungsziel des geplanten Dissertationsvorhabens ist daher die Gestaltung eines Architekturframeworks für ein analytisches Informationssystem zur Auswertung von Daten aus dem Smart Metering mit dem Ziel der Unterstützung von kundenfokussierten Geschäftsmodellen für Energieversorger.

3.2 Forschungsmethode

Zur ganzheitlichen Umsetzung wird auf das Framework der Design Science Research nach Hevner et al. (vgl. [8]) zurückgegriffen. Die folgende Abbildung visualisiert dieses:

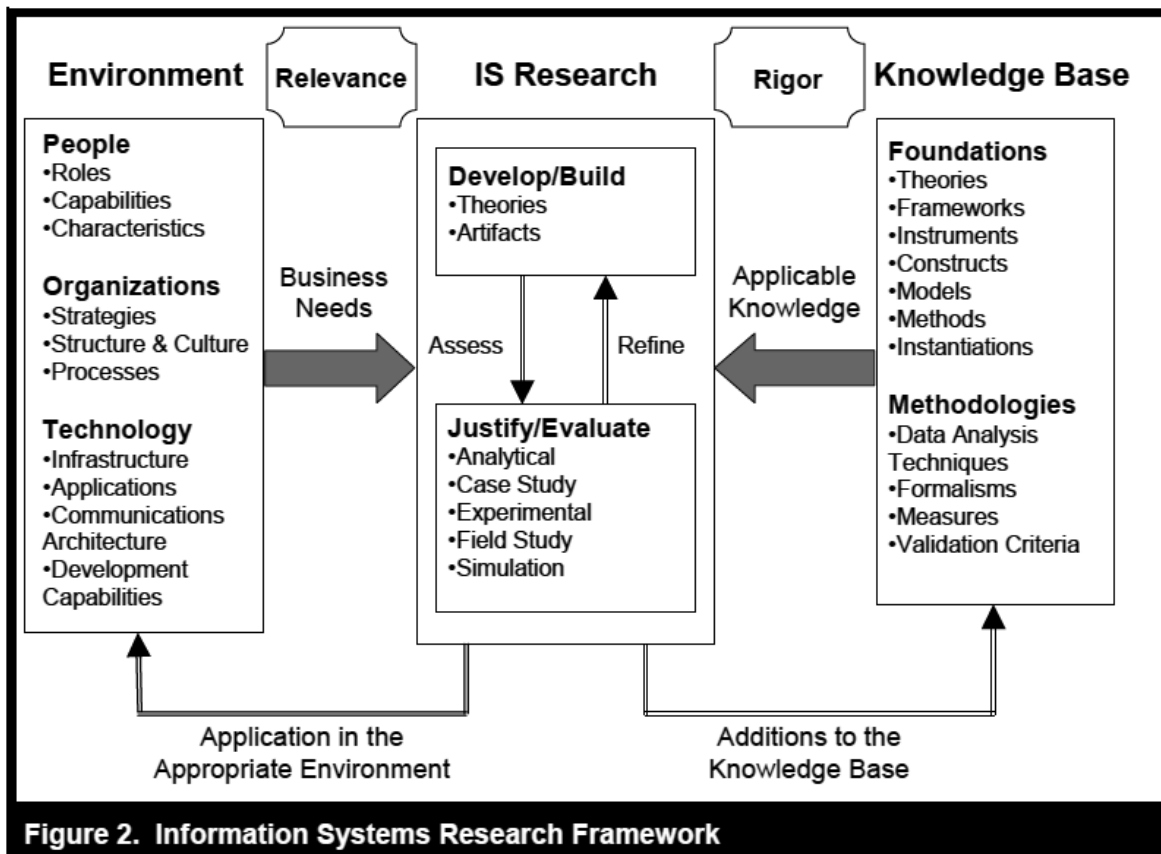


Figure 2. Information Systems Research Framework

Abbildung 1: Information Systems Research Framework (vgl. [8], S. 80)

Dabei entstammen Problemstellungen der Umwelt (und damit der Praxis) und sind durch eine bestimmte Relevanz gekennzeichnet. Hevner et al. bezeichnet diese als „Business Needs“. In diesem Bereich des Environments finden sich Stakeholder, wie Personen, Organisationen oder Technologien. Gleichzeitig existiert eine Wissensbasis, die sogenannte „Knowledge Base“, aus der Theorien, Frameworks, Methoden etc. entnommen werden können. Diese entsprechen dem Stand des Wissens und sind rigoros. Im zentralen Design-Prozess, in der Grafik 1 als „Develop / Build“ bezeichnet, findet die Entwicklung von Lösungen für die Forschungsfragen der Praxis statt, durch Anwendung der Knowledge Base. Es entsteht dabei ein oder mehrere Artefakte, die evaluiert werden müssen. Dazu stehen verschiedene Methoden zur Wahl. Dieses Framework agiert als Regelkreis – d.h. bei fehlgeschlagener Evaluation wird das Artefakt erneut dem Design-Prozess zugeführt. (vgl. [8])

Gemäß Peffers et al. existieren unterschiedliche Einstiegspunkte. Denn nicht immer (vgl. [10]) kann direkt von einem Problem aus die Forschung initiiert werden. Die Abbildung zeigt vier mögliche Einstiegspunkte für die Forschung – abhängig davon, wie weit die Entwicklung des eigentlichen Artefakts vorangeschritten ist – ob dieses also noch vor der Entwicklung steht, oder bereits existiert, aber bspw. die zugrundeliegenden, wissenschaftlichen Konstrukte noch fehlen.

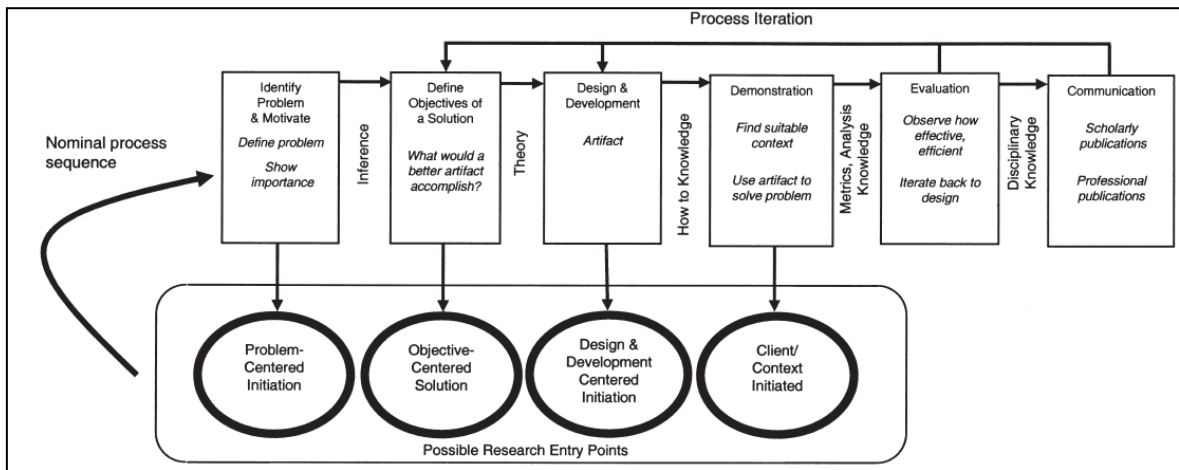


Abbildung 2: Design Science Research Methodology (vgl. [10], S. 54)

Es existieren, wie die durchgeführte, literaturbasierte Analyse des Status Quo gezeigt hat, keine vollumfänglichen Werke zur Anwendung der Methoden der Business Intelligence als Instrument der analytischen Entscheidungsunterstützung bzw. es bestehen beträchtliche Forschungslücken. Zukünftige Artefakte werden daher zwar auf bestehende Erkenntnisse aufbauen, aber ein eigentliches Artefakt zur Begegnung der Probleme besteht noch nicht. Daher wurde der Einstiegspunkt „Problem-Centered Initiation“ durch den Autor gewählt.

3.3 Methodischer Aufbau der Dissertation

Im konkreten Fall des vorliegenden Konzeptes der Dissertation wird ein mehrstufiger Prozess verfolgt, welcher sich grundlegend auf Design Science Research stützt.

Die nachfolgende Abbildung visualisiert den beschriebenen Aufbau:

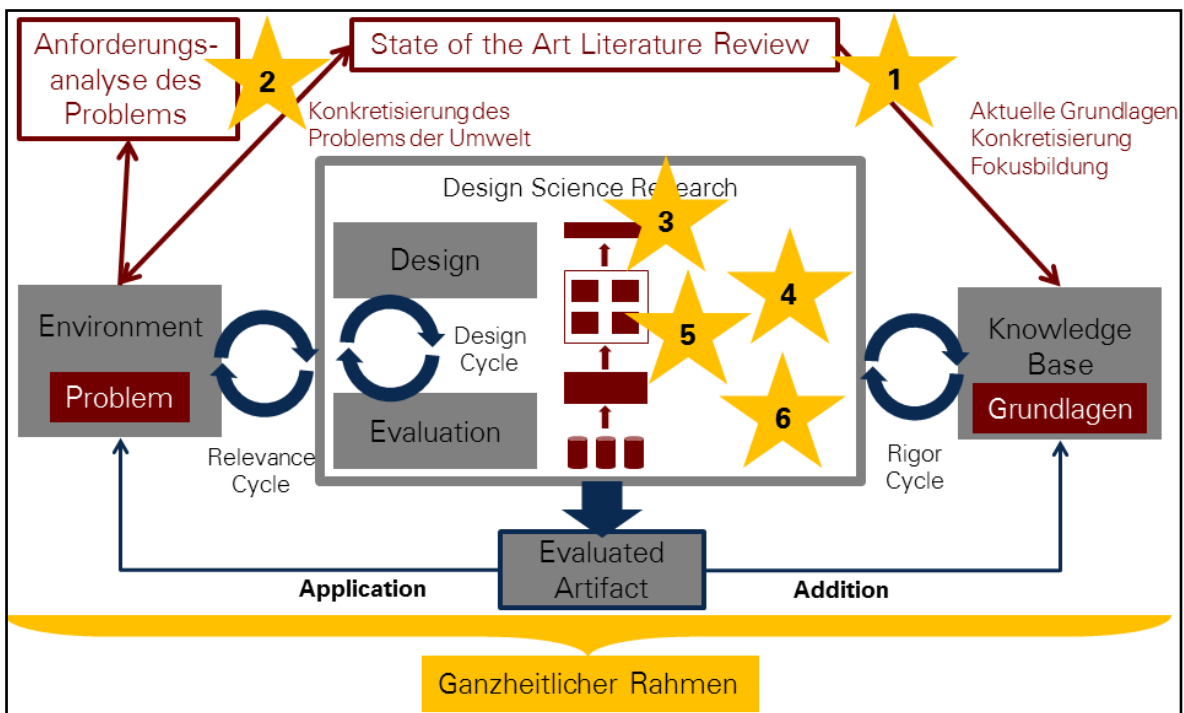


Abbildung 3: Aufbau der Dissertation (in Anlehnung an [8], S. 80)

Eine umfassende und systematische Literaturrecherche zur Erfassung des Status Quo der bisherigen Anwendungen von analytischen Informationssystemen im Umfeld der

Energieversorger im Kontext des Smart Meterings ist bereits erfolgt und eine erste Publikation ist dabei entstanden. Ersichtlich ist dies anhand der Stern-Abbildung mit der Nr. 1. Dieses leitet sich ab aus Forschungsfragen des Environments und gibt den Status der dazu passenden Knowledge Base dieses Themengebietes wieder. Die Untersuchung offenbart damit Forschungslücken und –potentiale, und auch erste Informationen zu den Anforderungen des Environments.

Weiterhin soll zur Prüfung der praktischen Relevanz der Forschungsfragen sowie zur Spezifizierung der identifizierten Herausforderungen und Probleme eine Analyse der Umfeldbedingungen bei Energieversorgern durchgeführt (Stern Nr. 2) werden. Dabei muss geprüft werden, ob eine Anforderungsanalyse eine geeignete Methode darstellt, oder ob sich andere Methoden zur detaillierteren Analyse des Environments besser eignen.

Als zentrale Forschungstätigkeit erfolgen anschließend das Design und die Evaluierung von mehreren Artefakten (exemplarische Sterne 3-6), welche jeweils einzelne Bereiche, respektive Lücken im Business Intelligence Architekturframework abdecken (schematische Ordnungsrahmen-Grafik im Design-Science-Research-Rahmen) und zur Lösung der identifizierten Probleme der Energieversorger und Kunden dienen. Offen ist derzeit, welche Positionen diese Artefakte hinsichtlich der Perspektive (organisationell, technisch oder anwendungsorientiert) sowie Einordnung in die Business Intelligence einnehmen sollen.

Abschließend dient ein ganzheitliches Rahmenwerk zur Integration der eigenen Publikationen zum Füllen der Forschungslücken, als auch der derzeit existierenden bzw. entstehenden Fremdpublikationen zur Entwicklung eines Architekturframeworks, mit dem Ziel der Definition eines neuen Status Quo zur Anwendung von Methoden der Business Intelligence auf Smart-Meter-Daten zur Begegnung aktueller Herausforderungen durch analytische Entscheidungsunterstützung.

4 Zusammenfassung

Die durchgeführte Untersuchung des Status Quo der Nutzung von Business Intelligence zur Weiterverarbeitung von Daten aus dem Smart Metering zur Generierung von Mehrwerten für Energieversorger und Endkunden zeigte zahlreiche Forschungspotentiale, aber auch enorme Forschungslücken. Smart Metering befindet sich in Deutschland derzeit noch in den Kinderschuhen. Der Anstieg an Publikationen zu Smart Metering und zur Nutzung der Daten sowie der wachsende Bedarf an neuen Geschäftsmodellen intensivieren die Notwendigkeit von weiteren Forschungstätigkeiten.

Viele Bedürfnisse und Anforderungen beider Stakeholdergruppen können mit Mitteln der analytischen Entscheidungsunterstützung begegnet werden, und somit zu einer Verbesserung beitragen. Im Rahmen einer Dissertation sollen daher geeignete Mittel und Wege gefunden werden, die es ermöglichen, von Erfahrungen anderer Branchen mit Business Intelligence, welche ähnliche Transitionsprozesse bereits durchlebt haben (insb. die Telekommunikationsbranche) zu profitieren. Im Rahmen eines ganzheitlichen Architekturframeworks sollen Lösungswege zum Füllen der Forschungslücken und Nutzen der Potentiale definiert werden.

Offen zur Diskussion ist dabei die Ausprägungsform der Artefakte, die in Abbildung exemplarisch dargestellt wurden. Bislang nur rudimentär konzipiert ist die Struktur des geplanten ganzheitlichen Rahmens, in Form eines Architekturframeworks oder Ordnungsrahmens, zur Integration der Artfakte. Hinsichtlich der Gestaltung dieser Punkte ist konstruktives Feedback gesucht.

Literaturverzeichnis

- [1] BMU, Das Energiekonzept der Bundesregierung 2010 und die Energiewende 2011, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011.
- [2] BMJ, Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG), Bundesministerium der Justiz, 2005.
- [3] H. Servatius, U. Schneidewind und D. Rohlfing, Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [4] J. Hackmann, Smart Grids und Smart Meter: Keine Energiewende ohne IT und TK, <http://www.computerwoche.de/management/2497851/>, Abgerufen am 22.11.2011, 2011.
- [5] T. Weiß, Status Quo und Forschungspotentiale von Business Intelligence im Kontext des Smart Meterings, 2013.
- [6] P. Fettke, „Eine Untersuchung der Forschungsmethode "Review" innerhalb der Wirtschaftsinformatik,“ Wirtschaftsinformatik, Bd. 4, pp. 257-266, 2006.
- [7] B. Kitchenham, Procedures for Performing Systematic Reviews, 2004.
- [8] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park und R. Sudha, „Design science in information systems research,“ MIS Q, Bd. 28, Nr. 1, pp. 75-105, 2004.
- [9] H. Kemper, W. Mehanna und C. Unger, Business Intelligence - Grundlagen und praktische Anwendungen: Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung, 2004.
- [10] K. Peffers, T. Tuunanen, M. Rothenberger und S. Chatterjee, „A Design Science Research Methodology for Information Systems Research,“ Journal of Management Information Systems, Bd. 24, Nr. 3, pp. 45-77, 2007.

Informationssysteme zur Unterstützung eines verbrauchsseitigen Energiemanagements und Förderung nachhaltigen Verhaltens

Melanie Pfoh
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Wirtschaftsinformatik II, insb. Systementwicklung/Anwendungssysteme
Technische Universität Chemnitz
09107 Chemnitz
melanie.pfoh@wirtschaft.tu-chemnitz.de

Abstract: Als Schlüsselkomponenten intelligenter Stromnetze zählen u.a. Technologien für das verbrauchsseitige Energiemanagement (auch Lastverschiebung oder Demand Side Management genannt). Aktuelle Forschungen zeigen, dass dem Konsument, als individuellem Akteur, eine bedeutende Rolle zusteht. Ziel des Beitrags, und der damit einhergehenden Forschungs- und Promotionsbestrebungen ist es, darzulegen, wie der Nutzer stärker in das System eingebracht werden und welchen Beitrag die Wirtschaftsinformatik in diesem Kontext leisten kann um eine individuelle Mensch-Maschine-Integration zu ermöglichen und letztlich die Energieeffizienz im privaten und öffentlichen Sektor zu steigern.

Keywords: Demand Side Management, Mensch-Maschine-Integration, Energiemanagement

1 Motivation und Zielsetzung

Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und der sich daraus ergebenden nicht oder nur gering beeinflussbaren Stromeinspeisung, ergeben sich neue Anforderungen an die Steuerung zukünftiger Stromnetze. [11] Als vielversprechende Möglichkeit zur Reaktion auf diese Veränderungen wird die Entwicklung „intelligenter“ Stromnetze (engl.: Smart Grids) gesehen. Technologische Grundvoraussetzung hierfür bilden digitale Stromzähler (engl.: Smart Meter), mit denen bis 2020 rund 80% der deutschen Haushalte ausgestattet sein sollen und somit mehr Transparenz über den Energieverbrauch ermöglichen. [12, p. 13] Smart Meter können also dazu beitragen den Stromverbrauch transparenter, verständlicher und variabler zu machen. Allein die Anzeige des (aktuellen) Stromverbrauchs ist jedoch nicht Anreiz genug den Energieverbrauch zu senken [13] oder das Verhalten nachhaltig zu ändern. Zur verbrauchsseitigen Steuerung zählt deshalb u.a. das Demand Side Management (DSM) als Schlüsselkomponente in intelligenten Stromnetzen. Bei einem indirekten DSM passen die Verbraucher ihren Verbrauch externen Einflüssen, wie bspw. dem Strompreis unter Verwendung flexibler Tarife (automatisch) an und ermöglichen so eine Lastverschiebung [14, p. 85]. Die Akzeptanz und das Vertrauen in eine signifikante Energieeinsparung und die Förderung erneuerbarer Energien durch flexible Tarife ist seitens der Nutzer derzeit begrenzt [15]. Die Integration eines vollständigen „meter-to-cash-Prozess“ [16, p. 314] zur Erfassung, Transferierung, Auswertung und Übertragung an weitere Anwendungen [16] steht demnach vor neuen Herausforderungen seitens der Akzeptanz der Nutzer. Die Notwendigkeit zur Weiter- oder gar Neuentwicklung der IT-getriebenen Geschäftsmodelle seitens der (Strom-)Anbieter sowie die Notwendigkeit zur Betrachtung weiterführender Konzepte im Bereich der Kundenbindung [16] befürworten ebenfalls die Fokussierung der Verbraucher, welcher als wesentlicher Akteur innerhalb des Kommunikationsflusses (zur Lastenbeeinflussung) [17] gesehen werden muss. Die aktive Integration der Verbraucher gemäß individueller Bedürfnisse und Anreize, die Förderung eines Energiemanagements auch auf Verbraucherseite sowie eine umfassende Informationsaufbereitung und -bereitstellung mit analytischen Funktionen gemäß betriebswirtschaftlicher Praxis sollen Gegenstände zukünftiger Forschungsaktivitäten sein.

2 Einordnung der Wirtschaftsinformatik

Im Rahmen des betrieblichen Energiemanagements ist die Notwendigkeit der Integration der Wirtschaftsinformatik bereits etabliert, so dass sie in diesem Kontext sowohl als Enabler als auch hinsichtlich des effizienten Betriebes von Soft- und Hardware („Green IT“) einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung im Unternehmen leisten kann [18] [19]. Schwerer ist es hingegen die Wirtschaftsinformatik innerhalb nicht-betriebswirtschaftlicher Prozesse und Systeme zu positionieren. Zwar ist das Thema IT in der Energiewirtschaft, insbesondere im Kontext von Smart Grids und Virtuellen Kraftwerken, bereits in der Wirtschaftsinformatik angekommen, allerdings zeigen erste Literaturrecherchen, dass die Verbraucherseite, wenn überhaupt, nur im Rahmen einer indirekten DSM Berücksichtigung findet [20]. Der Versuch der Erzielung einer Veränderung des (Strom-)Verbrauchs auf Basis von Preissignalen fokussiert in erster Linie einen positiven Beitrag zum Lastenmanagement, vernachlässigt allerdings die aktive Integration der Nutzer, welche nicht zuletzt einen deutlichen Mehrwert [16] erwarten und nicht allein monetären Anreizen unterliegen [21]. Mit einer stärkeren Integration sozialwissenschaftlicher Perspektiven kann die Wirtschaftsinformatik ein breites, gesellschaftliches Forschungsfeld besetzen und einen bedeutenden Beitrag zur systematischen Erforschung im Umfeld des zukünftigen Energiesystems leisten [19]. Genau an dieser Stelle setzen der vorliegende Beitrag sowie nachfolgende Forschungsaktivitäten an.

3 Verbrauchseitiges Energiemanagement

Die Unterstützung durch Informationssysteme ist ein wesentlicher Bestandteil der Mensch-Maschine-Integration. Differenziert nach unterschiedlichen Verbrauchergruppen kann die genaue Kenntnis über relevante Alltagshandlungen, Handlungsalternativen, Erfolge oder Misserfolge, die Identifikation und Steigerung der (Energie-)Effizienzpotentiale fördern [22].

3.1 Steuerung des Nutzerverhaltens und Akzeptanz neuer Technologien

Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung dürfen gegenwärtige Ziele die zukünftige Bedürfnisbefriedigung nicht gefährden. [23, p. 7] Umweltschutz und Ressourcenschonung unter Berücksichtigung sozialer, ökonomischer und ökologischer Aspekte sind daher wesentliche Maßnahmen zur Sicherung des zukünftigen Energiebedarfs. Die Berücksichtigung und die Verankerung eines ohnehin steigenden Nachhaltigkeitbewusstseins der Nutzer [16] sollte innerhalb der Informationssysteme gefördert und nicht durch rein monetäre Anreize ersetzt werden. Derzeitige DSM-Konzepte, insb. die flexiblen Tarife, vernachlässigen diesen Aspekt, wie eine Studie des Fraunhofer-Instituts belegt [15]. Demnach glauben lediglich 16% an eine signifikante Energieeinsparung durch flexible Tarife, bevorzugen 69% eher statische Tarife und nur rund 20% erwarten dadurch einen Beitrag zur Förderung erneuerbarer Energien.

3.2 Anforderungen an Informationssysteme (Forschungsrahmen)

Unter Einbezug der technischen Infrastruktur (insb. dem Einsatz von Smart Metern) kann innerhalb des Smart Grids ein umfassender Informations- und Kommunikationsfluss entstehen, dessen Daten einerseits hohes Prognose- und Steuerungspotential für die Stabilisierung der Stromnetze aufweisen und andererseits auch die Integration von Informationssystemen auf der Nachfrageseite ermöglichen. Hierbei ist eine Unterscheidung in Zweckgebäude und Wohngebäude [24] sowie eine differenzierte Betrachtung der Zielgruppen unumgänglich und somit Gegenstand weiterer Forschungsaktivitäten. Abbildung 1 zeigt den geplanten Forschungsrahmen und ordnet das

Energiemanagement in den Zielfokus Informationsbedarfsdeckung und Steigerung der Energieeffizienz ein.

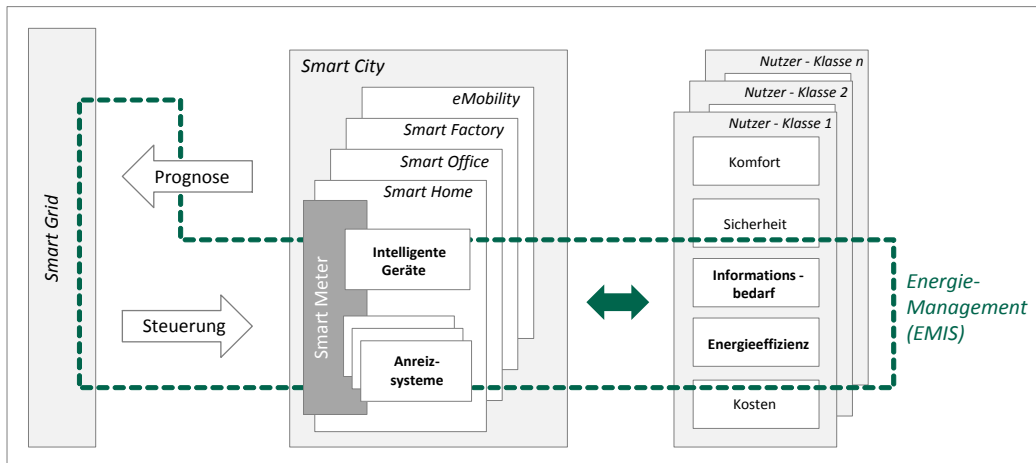


Abbildung 1: Integration der Verbraucher und Erweiterung des Energiemanagements - Forschungsrahmen

Der bisher beschriebene Forschungsrahmen beschränkt sich auf das Ziel der Deckung des individuellen Informationsbedarfs zur Förderung der Energieeffizienz im Kontext von Smart Home (Private Haushalte) und Smart Cities (insb. öffentlicher Bereich, Kommunen). Losgelöst vom Energiemanagement können auch weitere Ziele betrachtet und in das (analytische) Informationssystem integriert werden um bspw. das Ambient Assisted Living (Sicherheit und Unterstützung hilfebedürftiger Menschen) zu unterstützen oder den Komfort zu optimieren. Die Erarbeitung gezielter, nutzerspezifischer und problembereichsbezogener Anforderungen steht noch aus. Eine praktische Evaluation kommt nach derzeitiger Planung nur innerhalb des öffentlichen Bereichs in Betracht, da beim Umgang mit personenbezogenen Daten zu hohe Barrieren bzgl. Datenschutz bestehen [16]. Weitere Anwendungsszenarien, z.B. die Integration des eMobility-Bereichs, sind zwar möglich aber derzeit noch nicht abschätzbar.

4 Vorgehen

Das Promotionsvorhaben befindet sich derzeit noch in einem frühen Stadium und trägt somit eher den Charakter einer Ideenskizze.

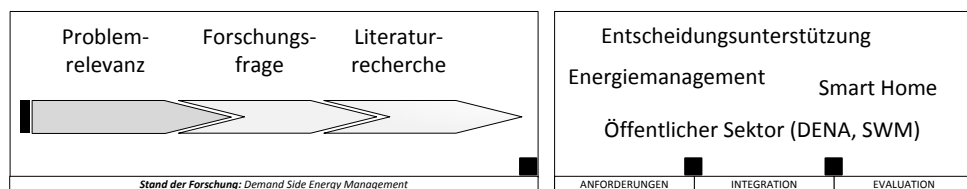


Abbildung 2: geplantes Vorgehen zum Promotions- und Forschungsvorhaben

Zu den aktuellen Aufgaben gehören demnach die Erarbeitung der Problemrelevanz und die Bildung der Forschungsfrage(n), begleitet von einer umfassenden Literaturrecherche, welche im Ergebnis den Stand der Forschung ausführlich beschreiben (vgl. Abbildung 2). Die im weiteren Verlauf geplanten Aufgaben sind stark von den Ergebnissen der Planungsphase abhängig und können zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht definiert werden.

Literaturverzeichnis

- [1] S. Gerhager, Informationssicherheit im zukünftigen Smart Grid, DuD – Datenschutz und Datensicherheit, pp. 445-451, No. 6, 2012.
- [2] H. Strese, U. Seidel, T. Knappe und A. Botthof, Smart Home in Deutschland – Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wissenschaft und Technologie, Institut für Innovation und Technik (iit), Berlin, 2010.
- [3] E-Control, Studie zur Analyse der Kosten-Nutzen einer österreichweiten Einführung von Smart Metering, PwC PricewaterhouseCoopers, Juni 2010.
- [4] D. Westermann, N. Döring und P. Bretschneider, Smart Metering – Interdisziplinärer Status Quo, Universitätsverlag Ilmenau, Münster/Ilmenau, 2013.
- [5] E. Dütschke, M. Unterländer und M. Wietschel, Variable Stromtarife aus Kundensicht - Akzeptanzstudie auf Basis einer Conjoint, Working Paper Sustainability and Innovation No. S 1/2012, 2012.
- [6] U. Jagstaidt, J. Kossahl und L. Kolbe, Smart Metering Information Management, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, pp. 313-317, No. 5, 2011.
- [7] C. Köpp, H.-J. Mettenheim und M. Breitner, Lastenmanagement in Stromnetzen – Beiträge für ein Entscheidungsunterstützungssystem für Portfoliobetreiber, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, pp. 39-49, No. 1, 2013.
- [8] J. Kals, Energiemanagement als Fach der BWL, Springer-Verlag, Heidelberg, 2012.
- [9] N.-H. Schmidt, L. M. Kolbe, K. Ereikow und R. Zarnekow, Nachhaltiges Informationsmanagement, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, pp. 463-466, No. 5, 2009.
- [10] P. Brandt, IT in der Energiewirtschaft, WIRTSCHAFTSINFORMATIK, pp. 380-385, No. 5, 2007.
- [11] M. Decker, T. Fleischer, J. Schippl und N. Weinberger, Zukünftige Themen der Innovations- und Technikanalyse – Methodik und ausgewählte Ergebnisse, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2012.
- [12] E. Matthies, Nutzerverhalten im Energiesystem – Erkenntnisse und Forschungsfragen aus der Psychologie, Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, pp. 36 - 42, Juli 2013.
- [13] M. Hauff und A. Kleine, Nachhaltige Entwicklung – Grundlagen und Umsetzung, München, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009.
- [14] M. Schleuder, Expertensysteme und neuronale Netze im intelligenten Wohnhaus der Zukunft, Marburg, Metropolis-Verl., 1994.

Metamodellierung mit Topic Maps

Frieder Jacobi
Professur für Wirtschaftsinformatik / Informationswirtschaft
Technische Universität Bergakademie Freiberg
Silbermannstr. 2
09599 Freiberg
frieder.jacobi@bwl.tu-freiberg.de

Abstract: Dieser Beitrag erarbeitet zunächst den Bedarf an einer Umgebung für iterative, kollaborative Metamodellierung. Die Erkenntnis, dass es sich dabei um einen wissensintensiven Prozess handelt, führt zur Identifikation von Topic Maps als geeignete Formalisierungssprache, die sowohl semantisch reichhaltig als auch formal ist. Die Untersuchung von Topic Maps zeigt, dass diese Technologie noch nicht als Grundlage einer Metamodellierungsumgebung betrachtet wurde. Den Grundsätzen von Design-Science entsprechend, wird demnach für ein bekanntes Problem (Metamodellierung) eine neue Lösung (eine Methode auf Basis von Topic Maps) identifiziert; dies ist eine Exaptation im Sinne des DSR Knowledge Contribution Framework von Gregor & Hevner. Es schließt sich der Entwurf eines Forschungsprojektes an, dessen Ziel es ist, eine Umgebung zur wissensbasierten, nutzerfreundlichen Metamodellierung auf Basis von Topic Maps zu entwickeln.

Keywords: Metamodellierung, kollaborative Modellierung, wissensbasierte Metamodellierung, Topic Maps, Exaptation, Design Science

1 Einleitung

Modelle und Metamodelle sind Kernelemente der modellgetriebene Entwicklung (MDE) [25]. Sie unterstützen die Implementierung von Code-Generatoren und dienen als Start- bzw. Zielpunkt von Modell-zu-Modell-Transformationen [26]. Abseits der MDE finden Metamodelle Verwendung, um komplexe Sachverhalte formal zu beschreiben (hier seien exemplarisch das Maturity Model Meta-Model [27] sowie das MDE-Megamodell [28] genannt).

Metamodelle lassen sich in zwei Typen einordnen. Linguistische bzw. sprachbasierte Metamodelle liegen außerhalb des Modellbereichs und geben Sprachkonstrukte vor, die bei der Erstellung der Modelle verwendet werden können (abstrakte Syntax) sowie deren Bedeutung (statische Semantik). Ontologische Metamodelle hingegen abstrahieren gleichartige Modelle innerhalb des Modellbereichs durch Generalisierung [29]. Im Rahmen dieses Beitrags wird ein breiter Metamodellbegriff zugrunde gelegt, der beide Ansätze subsumiert. Er reicht somit von Standards wie UML oder CWM über Datenbank- und XML-Schemata hin zu Ontologien und Mindmaps, Klassifikationen und Taxonomien.

Metamodellierung bezeichnet das Vorgehen, bei dem ein Metamodell erstellt wird. Sie erfolgt iterativ, wenn die nötigen Schritte wiederholt ausgeführt werden. Gerade in Forschungs- und Entwicklungsprojekten ist es häufig der Fall, dass neue Bedarfe sukzessive eingearbeitet werden [29] und vorläufige Versionen im Rahmen von (Demonstrations-)Prototypen Verwendung finden.

Eine Herausforderung bei der iterativen Metamodellierung ist die Handhabung der Evolution, also der korrekten Verwaltung der Metamodellversionen. Modelle, die basierend auf der alten Version eines Metamodells erstellt wurden, können – bis auf Ausnahmefälle – nicht weiterverwendet werden, sondern müssen an die neue Version angepasst werden (Migration). Bei einer großen Anzahl von existierenden Modellen besteht Bedarf, diese Migration automatisiert durchzuführen, um die Kosten für eine manuelle Migration gering zu halten.

Bei räumlicher und/oder zeitlicher Trennung mehrerer, am gleichen Metamodell arbeitender Modellierer muss die Metamodellierungsumgebung desweiteren elektronische Zusammenarbeit (E-Collaboration¹) unterstützen. Das schließt auch Situationen ein, in denen die Modellierer ein (leicht) unterschiedliches Verständnis vom Zweck der Metamodellierung oder der Domäne haben, was in unterschiedlichen Varianten des erstellten Metamodells resultiert.

Die Kombination der zwei Ausprägungen von Metamodellierung (iterativ, kollaborativ) steht in dieser Arbeit im Fokus der Betrachtungen, da sie einzigartige Anforderungen an eine Metamodellierungsumgebung stellt.

Dieser Abschnitt zeigte den grundsätzlichen Bedarf an einer Umgebung zur iterativen, kollaborativen Metamodellierung. Der nächste Abschnitt betrachtet den Zusammenhang zwischen Wissensstrukturen und Metamodellierung. In Abschnitt 3 werden Topic Maps als mögliche Technologie zur Verbindung dieser beiden Welten vorgestellt. Abschnitt 4 beschreibt in 4.1 zunächst das aus diesem Bedarf und dem Stand der Wissenschaft abgeleitete Forschungsziel und in 4.2 die dem konzipierten Forschungsprojekt zugrunde liegende Methode. In Abschnitt 4.3 werden die nächsten Schritte, die zur Entwicklung einer Topic-Maps-basierten Metamodellierungsumgebung führen, beschrieben.

2 Wissensbasierte Metamodellierung

Bei der Metamodellierung bilden Modellierer ihr Wissen der Problemwelt in einer hinreichend formalen Sprache ab. Damit ist der Prozess per se wissensbasiert. Daher liegt es nahe, Arbeiten zu betrachten, die sich in diesem Zusammenhang mit der Verwendung von Wissensstrukturen beschäftigen. Die Verwendung von Ontologien im Bereich von MDE ist Gegenstand von Untersuchungen aus unterschiedlichen Perspektiven:

- Roser & Bauer entwickeln einen Ontologie-basierten Ansatz zur Unterstützung unternehmensübergreifender Modellierung, wobei generierte Modelltransformationen verwendet werden, um Interoperabilitätsprobleme zwischen unterschiedlichen Varianten der Ontologien zu lösen [30]. Dies zeigt erneut den Bedarf für kollaborative Ontologieentwicklung.
- Gašević et al. betrachten die Technologieräume von OWL und MDA (welche aufgrund ihrer Herkunft aus der OMG prinzipiell UML-orientiert ist) und implementieren eine Transformation aus einem eigenentwickelten Ontologie-UML-Profil in eine OWL-Darstellung [31]. Das zeigt die prinzipielle Möglichkeit, aus Ontologien automatisch Metamodelle abzuleiten, die für MDE verwendet werden können.
- Khattak et al. führen eine systematische Literaturanalyse durch, bei der existierende Ansätze zur Evolution von Ontologien und der damit verbundenen Migration von Instanzen (hier: „change propagation“) untersucht werden [32]. Sie kommen zu dem Schluss, dass nur vier von acht untersuchten Systemen diese Migration unterstützen.
- Gangemi et al. zeigen den Bedarf an einer Werkzeugunterstützung für die kollaborative Pflege von Ontologien, wobei auch die Diskussionen und die Beweggründe, die zur Erreichung eines Konsens führten, betrachtet werden [33]. Sie formalisieren ihren Ansatz in eine OWL-Ontologie namens C-ODO.

Für die Realisierung einer wissensbasierten Metamodellierungsumgebung ist es erforderlich, existierende Standards zur Formalisierung von Wissen auf ihre Tauglichkeit zu untersuchen. Neben RDF [34] und dem darauf aufbauenden OWL [35] haben sich

¹ Im Folgenden wird auch der Begriff „Kollaboration“ bzw. „kollaborativ“ verwendet, um diese Form der Zusammenarbeit zu beschreiben.

Topic Maps als Modellierungssprachen zur digitalen Beschreibung von Wissensstrukturen (Ontologien) etabliert [36]. Die oben genannten Arbeiten konzentrieren sich bei ihren Untersuchungen auf OWL. Im Vergleich zu RDF/OWL zeichnen sich Topic Maps dadurch aus, dass sie eine reichhaltigere Semantik besitzen. Topic Maps sind dabei jedoch weniger formal, was zweierlei Konsequenzen hat: zum Einen sind sie leichter von Menschen zu verwenden; andererseits erlauben sie nicht den Grad an (maschineller) Inferenz, für den RDF konzipiert wurde.

Das Datenmodell für Topic Maps (Topic Maps Data Model, TMDM) wurde im ISO-Standard 13250-2 normiert [37]. Topic Maps erlauben die Beschreibung von beliebigen Subjekten, deren Beziehungen (associations) und Vorkommen (occurrences). Subjekte werden dabei als Topics abgebildet; eine Besonderheit ist, dass auch ein Topic selbst wieder Subjekt sein kann. Die semantische Ausdruckskraft von Topic Maps ähnelt zwar der von RDF, geht aber in bestimmten Aspekten darüber hinaus: beispielsweise können nähere Beziehungen formuliert werden, während RDF auf Tripel beschränkt ist. Beziehungen in Topic Maps sind per se nicht direktional; die Bedeutung durch eine Beziehung verknüpften Topics wird durch ihre Rolle in der Beziehung (association role) beschrieben.

Topics, Beziehungen und Vorkommen können durch Typisierung genauer beschrieben werden. Mit Topic Maps ist es möglich, eine „instance-of“ Beziehung abzubilden, bei der ein Topic den Typ eines anderen Topics darstellt. Eine geschlossene Menge von Topic-Typen bildet dabei eine Ontologie – ein ontologisches Metamodell. Topics, die mit Typen aus dieser Ontologie typisiert werden, bilden also Instanzen (Modelle) der Ontologie.

Eine weitere interessante Eigenschaft von Topic Maps ist die Möglichkeit, jedem Element (Topics, Beziehungen und Vorkommen) einen Gültigkeitsbereich (scope) zuzuordnen, der wiederum durch ein Topic repräsentiert wird.

Die Eigenschaften von Topic Maps legen deren Eignung für die iterative, kollaborative Metamodellierung nahe:

- Die gleichzeitige Existenz von Metamodellen (Ontologien) und deren Modellen (Instanzen) in einer Topic Map erlaubt deren simultane Bearbeitung und damit ein Vorgehen ohne Technologiebruch, was bei der Realisierung von Evolution/Migration im Sinne einer iterativen Metamodellierung von Vorteil sein kann.
- Die Möglichkeit, Teile der Ontologie in verschiedenen Gültigkeitsbereichen zu definieren, erlaubt die nutzerspezifische Definition von (Teilen von) Metamodellen und kann damit die kollaborative Arbeit erleichtern.
- Topic Maps erlauben es, neben den zu modellierenden Metamodellen und deren Modellen auch das Vorgehen zur Metamodellierung an sich zu modellieren und in den Prozess zu integrieren.

3 Topic Maps: Stand der Wissenschaft

Neben dem TMDM existiert das im ISO-Standard 13250-5 abstraktere Topic Maps Reference Model (TMRM, [38]), welches eine minimale, konzeptuelle Basis für subjektorientierte Datenmodelle wie das TMDM legt, und die Grundlage für zwei weitere verwandte Standards bildet:

- ISO 18048 TMQL (Topic Maps Query Language), eine Abfragesprache und
- ISO 19756 TMCL (Topic Maps Constraining Language), eine Sprache zur Definition von Constraints.

Die Standardisierung einer Manipulationssprache für Topic Maps (TMML) ist noch nicht erfolgt. Eine solche Sprache könnte Operationen auf Topic Maps definieren, die die

operationsbasierte Weiterentwicklung von definierten Ontologien (im Sinne einer Evolution) sowie – unabhängig davon – die Weiterentwicklung von Instanzen (im Sinne einer Migration) ermöglichen; die Verknüpfung von Evolutionsoperationen mit den zur Bewahrung der Validität nötigen Migrationsoperationen muss jedoch nicht zwingend durch eine solche Sprache beschrieben werden, hier besteht aus Sicht des Autors eine Forschungslücke. Es existiert eine Reihe von nicht standardisierten Sprachen, von denen einige auch die Manipulation betreffen. Diese bieten einen möglichen Ausgangspunkt zur weiteren Untersuchung hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Unterstützung von Evolution und Migration. Es seien exemplarisch die folgenden Sprachen genannt:

- tolog, eine auf Prolog basierende Sprache zur Beschreibung von Prädikaten für Abfragen auf Topic Maps [39],
- XTche, eine Sprache zur Definition von Topic-Maps-Schemata und -Constraints auf Basis von XSLT [40],
- Die AsTMa*-Sprachfamilie² bestehend aus AsTMa= (zum Erstellen und Pflegen von Topic Maps), AsTMa! (Definition von Constraints) und AsTMa? (eine Abfragesprache), und
- Toma, eine SQL-basierte Sprache zur Manipulation und Abfrage von Topic Maps sowie zur Definition von Constraints [41].

Die Existenz verschiedener, parallel entwickelter Technologien mit Bezug zu Topic Maps führte zu Arbeiten, die sich dem systematischen Vergleich derselben widmen, etwa:

- Librelotto et al. vergleichen Sprachen zur Definition von Constraints über Topic Maps [42].

Im wissenschaftlichen Bereich liegt der Fokus des Weiteren auf der Untersuchung der Beziehung von OWL/RDF und Topic Maps sowie der Anwendung von Topic Maps:

- Schwotzer entwickelt in seinem Dissertationsvorhaben ein Wissensmanagementsystem auf Basis von Topic Maps, wobei wesentliches Augenmerk auf der Modellierung der Wissensflüsse bei (kollaborativer) Peer-to-Peer-Arbeit liegt [43].
- Maicher & Böttcher entwerfen Modeling Workflow Patterns (MWP), um Probleme bei der Interoperabilität von Ontologien (hier Topic Maps und OWL) durch Explikation der verwendeten Modellierungsmethode zu beheben [44].
- Cregan zeigt einen Ansatz zur Darstellung des Topic-Maps-Standards in OWL, der die Interoperabilität von Topic Maps und RDF adressiert [45].

Neben wissenschaftlichen Arbeiten und Sprachen gibt es mehrere Implementierungen, Werkzeuge, APIs und Plattformen, etwa:

- Topincs3, eine webbasierte Anwendung, das es ermöglicht, eine Ontologie (das sog. „domain model“) zu definieren, aus der automatisch ein formularbasiertes Content-Management-System generiert wird.
- Wandora4, eine javabasierte, quelloffene Plattform mit einer offenen Plug-in-Architektur mit Plug-ins zum Import, Export, zur Erstellung, Bearbeitung und Visualisierung von Topic Maps, die viele Anwendungsfälle auf Basis von Topic Maps unterstützen kann, etwa Datenintegration, Business Intelligence und Datenjournalismus.

² Diese Sprachdefinitionen wurden nur online veröffentlicht und sind zum Zeitpunkt der Niederschrift nicht erreichbar; lediglich die Abstracts sind einsehbar unter:

http://www.topicmapslab.de/publications/astma_language_definition (AsTMa?),

http://www.topicmapslab.de/publications/astma_language_definiton_2 (AsTMa!) und

http://www.topicmapslab.de/publications/astma_language_definition_3 (AsTMa=).

³ <http://www.cerny-online.com/topincs/>

⁴ <http://www.wandora.org/>

- ontopia5, eine quelloffene Plattform mit mehreren Werkzeugen zur Erstellung, Navigation und Visualisierung von Topic Maps.

Nach bisherigen Erkenntnissen unterstützt keine der genannten Plattformen die operationsbasierte Evolution und Migration von Ontologien und deren Instanzen. Nichtsdestotrotz zeichnen sich von diesen genannten Softwaresystemen Wandora und ontopia als interessante Kandidaten für eine weitere Untersuchung aus, da die offene Plug-in-Architektur eine einfache Erweiterung durch eigene Plug-ins erlaubt.

4 Eine Topic-Maps-basierte Metamodellierungsumgebung

In den voranstehenden Abschnitten wurde gezeigt, dass Bedarf an einer Umgebung für iterative, kollaborative Metamodellierung existiert, und dass es interessant und nicht trivial ist, zu untersuchen, ob und wie Topic Maps für diesen Anwendungsfall geeignet sind. Damit sind die Voraussetzungen für eine Exaptation nach dem DSR Knowledge Contribution Framework von [46] erfüllt.

4.1 Forschungsziel

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll zunächst untersucht werden, inwiefern sich Topic Maps für die Metamodellierung eignen. Insbesondere sollen zunächst folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche Anforderungen werden an eine Metamodellierungsumgebung gestellt, die ein iteratives, kollaboratives Vorgehen unterstützt?
- Wie lassen sich die Anforderungen operationalisieren?
- Welche Metamodellierungsumgebungen gibt es, und wie erfüllen diese die Anforderungen?
- Welche Eigenschaften von Topic Maps unterstützen die iterative, kollaborative Metamodellierung?

Weitere Fragen, deren Beantwortung zum nachhaltigen Erfolg eines solchen Ansatzes beiträgt, sind:

- Wie kann aus einer Topic-Maps-basierten Ontologie ein Metamodell erzeugt werden, das Anforderungen der MDE genügt?

Sollten sich Topic Maps als geeignet zur Erfüllung der eingangs genannten Anforderungen erweisen, schließt sich die eigentliche Forschungsarbeit in Form der Konzipierung einer Software-intensiven Methode zur iterativen, kollaborativen Metamodellierung mit Topic Maps an.

4.2 Methode

Da das Ziel des Forschungsprojekts die Konzipierung einer Software-intensiven Methode ist, bei der es sich um ein Artefakt im Sinne des Design Science Research (DSR) handelt [47], wird ein Vorgehen nach den Handlungsanweisungen von Peffers et al. [48] gewählt. Bei diesem speziellen Artefakttyp bietet sich das modifizierte Vorgehen nach [49] an. Dies erfordert folgende Aktivitäten:

1. Problemidentifikation: Die Motivation und Problemformulierung erfolgte grundlegend im Rahmen dieses Beitrags und wird durch eine breitere und tiefere (Literatur-)Analyse des Problemraums erweitert.
2. Definition der Zielstellung: Die Identifikation und Definition von konkreten messbaren Zielen, anhand derer das entwickelte Artefakt in der Evaluationsphase bewertet wird. Hier erfolgt auch die Operationalisierung des Problemraums (bspw.

⁵ <http://www.ontopia.net/>

die Identifikation der für ein iteratives Vorgehen nötigen Operationen auf Metamodellen)

3. Entwurf und Entwicklung eines Modells, das Problem- und Lösungsraum in Beziehung setzt: Der Entwurf des Modells erfordert zunächst eine (Literatur)-Analyse des Lösungsraums. Darauf aufbauend werden gefundene Lösungsansätze und Technologien bezüglich ihrer Eignung für die in Phase 2 identifizierten Anforderungen bewertet und geprüft, ob und wie ihre Erweiterung oder aber eine Eigenentwicklung zielführend sein können (DSR-Suchphase). Anschließend werden begründete Designentscheidungen getroffen, die die Definition des Modells erlauben.
4. Instanziierung: Implementierung eines Softwareprototyps, der die Umsetzbarkeit des Modells zeigt. Hier bietet sich bereits der parallele Einsatz des Softwareprototyps in einem exemplarischen Szenario an, um frühzeitig Feedback zu erhalten.
5. Evaluation der Instanz: Beispielsweise eine qualitativ-argumentative Evaluation, etwa im Vergleich zu existierenden Lösungen und Werkzeugen.
6. Entwicklung der Methode: Hierzu werden auf Basis des Modells die beteiligten Akteure, Aktivitäten und Artefakte in Beziehung gesetzt.
7. Evaluation der Methode: Quantitative Evaluation der Methode bezüglich der in Schritt 2 definierten Zielstellungen.

Grundsätzlich erlaubt das Vorgehen Iterationen, also die Wiederaufnahme von bereits abgeschlossenen Aktivitäten nach Erlangung neuer Erkenntnisse.

5 Ausblick

In den voranstehenden Abschnitten wurde zunächst gezeigt, dass Bedarf und Interesse an einer Umgebung für iterative, kollaborative Metamodellierung besteht. In Abschnitt 4 wurde das Forschungsziel und die anzuwendende Methode beschrieben. Da das Projekt noch am Anfang steht, sind zunächst die in 4.1 genannten Fragen zu beantworten:

- Welche Anforderungen werden an eine Metamodellierungsumgebung gestellt, die ein iteratives, kollaboratives Vorgehen unterstützt?
- Wie lassen sich die Anforderungen operationalisieren?
- Welche Metamodellierungsumgebungen gibt es, und wie erfüllen diese die Anforderungen?
- Welche Eigenschaften von Topic Maps unterstützen die iterative, kollaborative Metamodellierung?

Die Analyse von existierenden Metamodellierungsumgebungen eröffnet dabei die Möglichkeit für eine zeitnahe weitere Veröffentlichung.

Literaturverzeichnis

- [1] T. Stahl und M. Voelter, *Model-Driven Software Development: Technology, Engineering, Management*, Indianapolis: Wiley, 2006.
- [2] J. Sánchez-Cuadrado, J. De Lara und E. Guerra, „Bottom-up meta-modelling: An interactive approach,“ in *Model Driven Engineering Languages and Systems*, Innsbruck, 2012.
- [3] J. Patas, J. Pöppelbuß und M. Goeken, „Cherry Picking with Meta-Models: A Systematic Approach for the Organization-Specific Configuration of Maturity Models,“ in *Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design*, Helsinki, 2013.
- [4] J.-M. Favre, „Towards a basic theory to model model driven engineering,“ in *The 3rd Workshop in Software Model Engineering*, Lissabon, 2004.
- [5] C. Atkinson und T. Kuhne, „Model-driven development: a metamodeling foundation,“ *Software, IEEE*, Bd. 20, Nr. 5, pp. 36 - 41, 2003.
- [6] S. Roser und B. Bauer, „An approach to automatically generated model transformations using ontology engineering space,“ in *Proceedings of Workshop on Semantic Web Enabled Software Engineering*, Athens, 2006.
- [7] D. Gašević, D. Djuric, V. Devedzic und V. Damjanovic, „Approaching OWL and MDA through technological spaces,“ in *The 3rd Workshop in Software Model Engineering*, Lissabon, 2004.
- [8] A. M. Khattak, Z. Pervez, S. Lee und Y. K. Lee, „After effects of ontology evolution,“ in *5th International Conference on Future Information Technology*, Busan, 2010.
- [9] A. Gangemi, J. Lehmann, V. Presutti, M. Nissim und C. Catenacci, „C-ODO: an OWL Meta-model for Collaborative Ontology Design,“ in *Proceedings of the Workshop on Social and Collaborative Construction of Structured Knowledge*, Banff, 2007.
- [10] O. Lassila und R. R. Swick, „Resource description framework (RDF) model and syntax specification,“ World Wide Web Consortium, 1999.
- [11] S. Bechhofer, F. Van Harmelen, J. Hendler, I. Horrocks, D. L. McGuinness, P. F. Patel-Schneider und L. A. Stein, „OWL web ontology language reference,“ World Wide Web Consortium, 2004.
- [12] S. Pepper und G. Moore, „Topic maps,“ in *Encyclopedia of Library and Information Sciences*, Boca Raton, CRC Press, 2010, pp. 1-19.
- [13] L. M. Garshol und G. Moore, „Topic Maps–Data Model,“ ISO/IEC JTC 1, 2005.
- [14] P. Durusau, S. Newcomb und R. Barta, „Topic Maps Reference Model, 13250-5,“ ISO/IEC JTC 1, 2007.
- [15] L. M. Garshol, „tolog—a topic maps query language,“ in *Charting the Topic Maps Research and Applications Landscape*, Leipzig, 2005.
- [16] G. R. Librelotto, J. C. Ramalho und P. R. Henriques, „XTche: a language for topic maps schema and constraints,“ in *XML 2004 Conference and Exposition*, Washington DC, 2004.
- [17] R. Pinchuk, R. Aked, J. J. De Orus, E. Dessin, D. De Weerd, G. Focant und B. Fontaine, „Toma-TMQL, TMCL, TMML,“ in *Leveraging the Semantics of Topic Maps*, Leipzig, 2006.
- [18] G. R. Librelotto, R. P. de Azevedo, J. C. Ramalho und P. R. Henriques, „Comparing topic maps constraint specification languages,“ in *Third International Conference on Topic Maps Research and Applications*, Leipzig, 2007.
- [19] T. Schwotzer, *Ein Peer-to-Peer Knowledge Management System basierend auf Topic Maps zur Unterstützung von Wissensflüssen*, Berlin: Berlin Institute of Technology, 2006.
- [20] L. Maicher und M. Böttcher, „Closing the Semantic Gap in Topic Maps and OWL Ontologies with Modelling Workflow Patterns,“ *Journal of Universal Computer Science*, Nr. Special Issue I-Know, p. 261–269, 2006.
- [21] A. Cregan, „Building Topic Maps in OWL-DL,“ in *EXTREME - Extreme Markup Languages®*, Montréal, 2005.
- [22] S. Gregor und A. R. Hevner, „Positioning and presenting design science research for maximum impact,“ *MIS Quarterly*, Bd. 37, Nr. 2, pp. 337-355, 2013.
- [23] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park und S. Ram, „Design science in information systems research,“ *MIS quarterly*, Bd. 28, Nr. 1, pp. 75-105, 2004.
- [24] K. Peffers, T. Tuunanen, M. A. Rothenberger und S. Chatterjee, „A design science research methodology for information systems research,“ *Journal of Management Information Systems*, Bd. 24, Nr. 3, pp. 45-77, 2007.
- [25] R. Krawatzek, M. Hofmann, F. Jacobi und B. Dinter, „Constructing Software-Intensive Methods: A Design Science Research Process with Early Feedback Cycles,“ in *Design Science at the Intersection of Physical and Virtual Design*, Helsinki, 2013.

Clustering mit Entscheidungsbäumen - Problemstellungen zum aktuellen Forschungsstand

Martin Thrum
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Carl-Zeiss-Straße 3
07743 Jena
martin.thrum@uni-jena.de

Abstract: In diesem ersten Aufsatz zum Thema *Clustering mit Entscheidungsbäumen* werden der aktuelle Forschungsstand betrachtet und Ansatzpunkte zur Erweiterung eines bestehenden Algorithmus vorgestellt. Nach einer kurzen Einführung zum Clusteralgorithmus CLTree nach Liu et al. [50] folgen Erläuterungen zu zwei Schwerpunkten, die während des Promotionsvorhabens erforscht werden sollen. Diese sind das Erkennen beliebig geformter Cluster, eine wiederkehrende Problemstellung aus dem Bereich des Clustering, und die Betrachtung alternativer Splitverfahren für den Clusteralgorithmus CLTree. Abschließend werden verwandte Forschungsgebiete inklusive geeigneter Literaturvorschläge vorgestellt und das Ziel des Promotionsvorhabens resümiert.

Keywords: CLTree, Clustering, Entscheidungsbäume

1 Einordnung des Themas

Zwei wesentliche Aufgaben aus dem Data Mining sind Clustering und Klassifikation. Während bei der Klassifikation neue Datensätze anhand ihrer Ähnlichkeit zu Elementen der Datenbasis bereits bekannten Klassen zugeordnet werden, ist es das Ziel des Clustering einen Datenbestand ohne bekannte Klassen in in sich homogene Gruppen zu unterteilen. Algorithmen, die für eine der genannten Aufgaben entwickelt wurden, sind nur schwer für die andere anwendbar.

Entscheidungsbäume bilden Regeln auf Daten ab, die die Klassifikation ermöglichen. Zum Aufbau dieser Regeln wird der Datenbestand rekursiv unterteilt. Diese Unterteilung erfolgt dabei entlang eines als optimal betrachteten Werts eines Attributs. Das Optimum wird dabei anhand des Entropiewerts der entstehenden Teilmengen bestimmt. Bekannte Entscheidungsbaumalgorithmen sind zum Beispiel C4.5 nach [51], ID3 nach [52] und CART nach [53], wobei ID3 und CART historisch die Vorgänger des C4.5 Algorithmus darstellen [54].

Nach einer Entwicklung von Liu et al. [50] ist es möglich Entscheidungsbaummechanismen zum Clustern von Datenbeständen zu verwenden. Als Ansatz dient dazu das Einfügen gleichverteilter synthetischer Datensätze mit einer entsprechenden Klassenkennzeichnung. Aktuelle Anwendungsgebiete sind im Clustern hochdimensionaler Daten und im Aufdecken von Löchern in Datenbeständen zu sehen [50].

Nach einer kurzen Einführung zu den Prinzipien und Eigenschaften von CLTree werden mögliche Punkte zur Erweiterung bzw. Modifikation des Konzepts vorgestellt, mit denen vor allem die Qualität der Clusterbeschreibung gesteigert werden soll.

2 CLTree nach Liu et al. [50] als Referenzalgorithmus

Im Folgenden werden die Grundidee und die wesentlichen Eigenschaften des Clusteralgorithmus CLTree dargestellt. Als Basisalgorithmus zum Baufbau verwenden [50] den C4.5 Algorithmus nach [51].

Da die Berechnung des Informationsgewinns nach einem Split der Datenmenge auf der Reinheit der entstehenden Teilmengen basiert, muss eine Klassenvariable bekannt sein. Soll also ein Entscheidungsbaumalgorithmus zum Clustern von Datensätzen verwendet werden, so besteht das Problem, dass die zu optimierende Größe, der Entropiewert, nicht berechnet werden kann. Zur Lösung des Problems führen Liu et al. synthetische, über den gesamten Wertebereich gleichverteilte Datenobjekte ein, die als *N-Punkte* bezeichnet werden. Die tatsächlich vorliegenden Daten bekommen die Klasse der *Y-Punkte* zugeordnet. Um Berechnungszeit zu sparen und die Datenbasis nicht zu vergrößern, werden die N-Instanzen nicht tatsächlich eingefügt. Ausgehend von dem Gesamtdatenbestand, für den die Parität zwischen N und Y Punkten festgelegt wird, erhält jede entstandene Teilmenge E nach folgender Maßgabe eine Korrektur der Klassenanteile:

WENN #N Punkte in Elternknoten von E < #Y Punkte in E DANN
#N Punkte von E := #Y Punkte von E
SONST #N Punkte von E := #N Punkte von Elternknoten von E

Zum Aufbau des Entscheidungsbaums wird das Informationsgewinn-Kriterium nach [51] in veränderter Form verwendet, da es hauptsächlich nur auf einer Seite von Punkten Schnitte generiert, wodurch häufig direkt durch Cluster geschnitten wird [50]. Um dieser Eigenschaft entgegen zu wirken, schlagen die Autoren das sogenannte *look ahead gain* Kriterium (vorausschauendes Informationsgewinn-Kriterium) zur Ermittlung des geeignetsten Splits vor. Hierbei wird für den betrachteten Datenbestand *D* entlang jeder Dimension *i* ein bester Split *d_{i_cut1}* nach der klassischen Methode aus [51] bestimmt. Zusätzlich zu diesem gefundenen Split wird jetzt in der relativ weniger dichten der neuen Teilmengen ein weiterer Splitpunkt *d_{i_cut2}* entlang der gleichen Dimension *i* ermittelt. Als weniger dicht gilt diejenige Teilmenge, in der das Verhältnis der Anzahl von Y-Punkten zu N-Punkten geringer ist. Die nun entstandenen Teilmengen werden wieder in Hinblick auf ihre Dichte verglichen. Ist die Dichte der durch *d_{i_cut1}* und *d_{i_cut2}* begrenzten Menge größer als die Dichte der durch *d_{i_cut2}* und der Wertebereichsgrenze des Attributs *i* bzw. der Intervallgrenze der betrachteten Teilmenge, so wird *d_{i_cut2}* als optimaler Splitpunkt angesehen. Andernfalls erfolgt die Berechnung eines letzten Splitpunkts *d_{i_cut3}*, der als Splitkandidat für die Dimension betrachtet wird. Zur finalen Entscheidung entlang welcher Dimension der Datensatz unterteilt wird, wird die minimale relative Dichte der Teilmengen jedes besten Splits herangezogen. Bei diesem Splitverfahren finden nur binäre Splits statt. Auf diese Weise wird der Baum vollständig aufgebaut, bis keine weitere Verbesserung mehr möglich ist.

Nach dem vollständigen Aufbau des Entscheidungsbaums liegt häufig eine komplexe Lösung vor, bei der der Effekt des Overfitting auftritt. Dieser kann entweder durch die Unterbrechung des Algorithmus während dem Aufbau verhindert oder durch Zurückschneiden (Pruning) des vollständig aufgebauten Baums unterbunden werden. Da aus [51] hervorgeht, dass das Finden eines qualitativ hochwertigen Stoppkriteriums schwierig ist, entscheiden sich Liu et al. für die Variante des Zurückschneidens. Dazu werden zwei Methoden zur Wahl gestellt: Browsing (deutsch: Durchsuchen) und nutzerorientiertes Pruning. Während der Nutzer beim Durchsuchen des Ergebnisbaums auf sich gestellt ist und anhand der generierten Teilmengen entscheidet, welche zusammengelegt werden können, erhält er beim nutzerorientierten Pruning Empfehlungen durch den Algorithmus. Diese Empfehlungen basieren auf den Parametern *min_y* und *min_rd*. Mit *min_y* wird die minimale Anzahl der Y Punkte angegeben, die ein Knoten

enthalten muss, damit er als wichtig angenommen wird. Unterschreitet ein als Y klassifizierter Knoten diesen Wert, werden seine Kindknoten zurückgeschnitten. Der Parameter min_rd steuert, ob ein existierender N Knoten E mit einem benachbarten Y Knoten F zusammengelegt wird. Diese Bestimmung geschieht auf Basis der relativen Dichte von E . Liegt der Wert über dem Schwellwert min_rd , so werden E und F zusammengelegt, also der Baum bis zum Elternknoten von E und F zurückgeschnitten.

Zusammenfassend vereint der Algorithmus die folgenden Eigenschaften. Neben der relativ geringen Laufzeit begünstigt vor allem die Parameterlosigkeit die Anwendung auf Clusterprobleme, da die a priori Bestimmung der Anzahl der Cluster, die nur selten zuverlässig realisiert werden kann, wegfällt. Weiterhin sind die errechneten Ergebnisse einfacher deutbar, als bei der Clusterrepräsentation durch Zentroiden, weil durch die Grenzen der Blattknoten die Ausmaße der Gruppen festgelegt sind. Das vorausschauende Auswählen der Splitattribute und dazugehöriger Werte vermindert die Wahrscheinlichkeit, durch ein reales Cluster zu schneiden. Da Schnitte nicht über Distanzmaße, sondern über die Verteilungen der Attributwerte bestimmt werden, wirken sich extreme Datenwerte, sog. Outlier (Ausreißer) weniger auf die Güte der gefundenen Lösung aus. Aus dem gleichen Grund ist CLTree auch auf hochdimensionale Datensätze anwendbar. Das Problem für distanzbasierte Clusterverfahren besteht bei steigender Anzahl von Dimensionen in der Annäherung der Distanzen zwischen Objekten an einen Konvergenzwert [55]. Das entstehende Clustermodell beinhaltet neben der Abgrenzung der Cluster an sich, als Nebenprodukt die Beschreibung der Bereiche, in denen keine Daten vorliegen. Entsprechend ist der CLTree Algorithmus zum Aufdecken von leeren Bereichen in den Daten geeignet.

3 Erweiterungen und Modifikationen für CLTree

3.1 Entdeckung beliebig geformter Cluster durch Algorithmen-Modifikation

Ein Problem, an dem viele Clusterverfahren scheitern, ist Cluster in beliebiger Form zu erkennen. Auf Distanzmaßen basierende Algorithmen eignen sich zum Aufdecken sphärisch-zentrierter Datenansammlungen. Die von CLTree generierten Ergebnisse hingegen bestehen stets aus hyper-rechteckigen Objekten¹, die entweder als leere Region oder Cluster betrachtet werden. Daraus ergibt sich, dass mit CLTree gefundene Cluster entweder einigen Leerraum (Abbildung 1a) enthalten oder Randbereiche der tatsächlichen Cluster unterschlagen (Abbildung 1b). Bei der zweiten Situation sind die Objekte, die außerhalb der Cluster Grenzen liegen, einem benachbarten Blattknoten zugeordnet. Aufgrund des vorausschauenden Splitverfahrens und durch Anwendung des nutzerorientierten Pruning gelingt es, den Effekt aus 1b fast vollständig zu vermeiden. Entsprechend häufig sind die Cluster Grenzen vor allem in den Eckbereichen weit von den Datenelementen entfernt.

¹ Unter einem hyperrechteckigen Objekt sind hier Bereiche im mehrdimensionalen Raum zu verstehen, die als Äquivalent eines Rechtecks im zweidimensionalen Raum angesehen werden können.

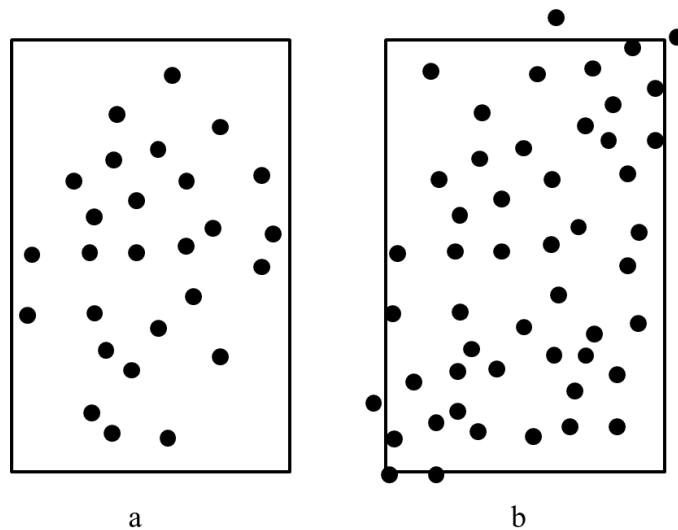


Abbildung 1: Datenobjekte in Blattknoten eines Clusterbaums

Um das Ziel des Erkennens beliebig geformter Cluster zu erreichen, muss der eben angesprochene freie Raum verringert werden. Zur Reduktion kommen hier neben der Transformation der Achsen durch eine Principle Components Analysis (PCA) auch multivariate Splitverfahren infrage. Beide Techniken haben den Nachteil, dass Daten nominalen Typs nicht oder nur mit zusätzlichem Aufwand berücksichtigt werden können. Für erste Untersuchungen sind deshalb Tests mit rein numerischen Datensätzen vorgesehen. Die Erweiterung auf nominale Datentypen besteht als Option nach positiver Evaluation der Anwendbarkeit mit dem CLTree Algorithmus. Die Diskussion multivariater Splitverfahren erfolgt in Kapitel 3.3. Bei der Verwendung der PCA sind die folgenden Fragestellungen näher zu untersuchen:

1. Ist es sowohl aus theoretischer als auch praktischer Sicht sinnvoll, pro Teilmenge eine erneute Transformation vorzunehmen?
 - Wenn ja: Soll diese von den aktuellen Achsen oder von den originalen Variablen ausgehen
2. Sollten alle Variablen einbezogen werden oder nur ein Subset?
 - Wie können geeignete Subsets ermittelt werden?
 - Kann die PCA mit der Random Forest Methode kombiniert werden, um die Anzahl der Dimensionen pro Entscheidungsbaum zu reduzieren und die Ergebnisse anschließend zu kombinieren?

Durch die Verwendung der PCA lassen sich zwar schief im Raum liegende Cluster und Cluster konvexer Form aufdecken, konkave Formen bereiten jedoch weiterhin Schwierigkeiten. Wenn sich die Anordnung der Daten wie in den Beispielen in Abbildung 2 darstellt, so sind zwei Szenarien für den Algorithmus denkbar. Entweder die Grenzen der Blattknoten umrahmen die Punktgruppe (Abbildung 2a) oder unterteilen sie in weitere Knoten (Abbildung 2b). Die Situationen ergeben sich entsprechend der Konfiguration des Stoppkriteriums für den Baumaufbau. Die Konstellation nach Abbildung 2a ist weniger wahrscheinlich, da hier nach dem Informationsgewinnkriterium weitere Splits entsprechend der nummerierten Reihenfolge in Abbildung 2b günstig sind. Diese Aussage konnte jedoch noch nicht ausreichend evaluiert werden. Eine mögliche Lösung für Variante 2b wird im folgenden Kapitel 3.2 vorgestellt.

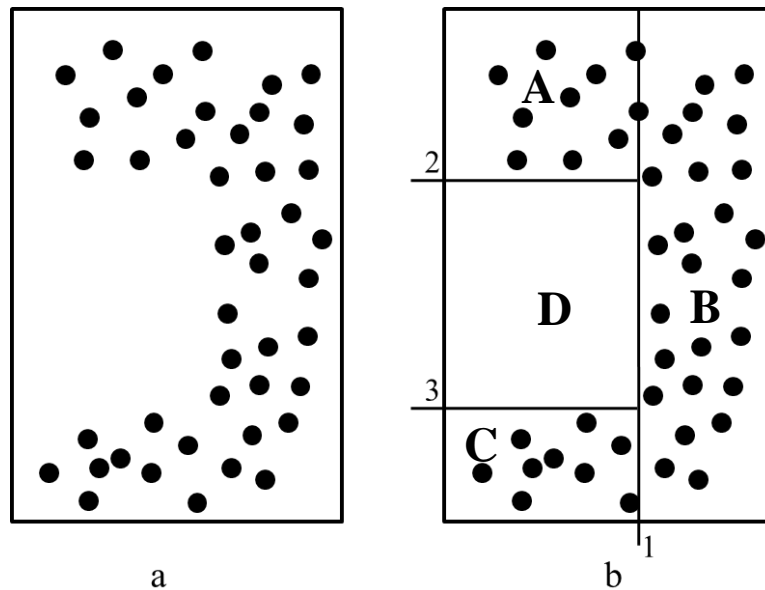


Abbildung 2: Variante zur weiteren Unterteilung von Blattknoten

3.2 Entdeckung beliebig-geformter Cluster durch Erweiterung des Algorithmus

Das oben vorgestellte Problem, dass Cluster durch den Algorithmus getrennt werden, kann aufgrund der Baumstruktur nicht automatisch gelöst werden. Wie

Abbildung b zu entnehmen ist, bietet sich eine Verknüpfung der Blätter A, B und C an, da diese eindeutig das Cluster beschreiben. Da die Splits sequenziell erfolgen und sich die Teilmengen so auf verschiedenen Ebenen des Clusterbaums befinden, ist es durch Zurückschneiden nur möglich, den gesamten Datenbestand wie in

Abbildung a wieder als ein Cluster im Baum abzubilden.

Als eine Erweiterung zur Lösung dieses Problems kann dem Nutzer beim Pruning eine Empfehlung in Form einer Kennzeichnung als zusammengehörig, gegeben werden. Auf diese Weise entsteht ein Klassifikator, der die Nachbarschaft von Blattknoten berücksichtigt. Dazu ist es denkbar die Verteilungen bzw. die Dichte der Punkte an den Randbereichen zwischen Clustern zu betrachten und bei Erreichen eines Schwellenwerts einer noch zu bestimmenden Maßzahl die Blattknoten als gleichartig zu kennzeichnen.

Letztendlich ist diese Erweiterung ein Schritt in Richtung spezieller Anwendungsfälle und weniger der Funktion des Algorithmus. Der Vorteil für Benutzer liegt in der Erleichterung Cluster vor allem im mehrdimensionalen Raum zu entdecken, indem Hinweise mittels einer Maßzahl gegeben werden.

3.3 Untersuchung alternativer Splitverfahren

Da das von [50] vorgeschlagene Splitverfahren nur an numerischen Datensätzen getestet wurde und ausschließlich binäre Splits unterstützt, soll an dieser Stelle die Erforschung von Alternativen ansetzen. Für jedes der folgenden Verfahren ist zu testen, inwieweit es in Hinblick auf die Qualität und Performance mit dem vorausschauenden Splitverfahren konkurrenzfähig ist.

Zur Senkung der Tiefe des Clusterbaums kann ein Splitverfahren verwendet werden, welches multiple Splits unterstützt. Durch die breitere Aufteilung der Daten verringert sich die Höhe der Bäume und die gebildeten Regeln zur Beschreibung der Cluster werden kürzer. Im Gegenzug ist ein höherer Berechnungsaufwand beim Baumaufbau durch die erhöhte Anzahl an notwendigen Splitberechnungen zu erwarten. Weiterhin wird das

Pruning erschwert, da für das Zusammenlegen von Kindknoten mehr Nebenbedingungen berücksichtigt werden müssen.

In der ursprünglichen Form ist CLTree für die Verwendung auf numerischen Daten konzipiert und getestet. Inwieweit der Algorithmus für rein nominale bzw. auch für gemischte Datentypen angewendet werden kann, hängt maßgeblich vom verwendeten Splitkriterium ab. An dieser Stelle ist zwischen der Qualität der Ergebnisse und dem Informationsverlust beim Auslassen oder der mangelhaften Behandlung nominaler Attribute eines Datensatzes abzuwägen. Für die Bewertung der Splitverfahren anhand verschiedener Konfigurationen des Informationsgewinn-Kriteriums werden Testläufe auf verschiedenen Datensätzen angestrebt.

Wie unter 3 bereits angedeutet wurde, sollen multivariate Splitverfahren, wie z.B. in [56] genannte, betrachtet werden. Schwerpunkte der Untersuchungen sind der Test auf Anwendbarkeit in Kombination mit dem CLTree Algorithmus und damit einhergehend die Veränderung der Ergebnisqualität der Clusterlösung sowie der Vergleich in Bezug auf Qualität und Berechnungsaufwand gegenüber der Anwendung der bereits genannten PCA. Es wird erwartet, dass aufgrund der schiefen Splits die Clusterabgrenzungen näher an den tatsächlichen Datenpunkten liegen, die Interpretierbarkeit der Clustereigenschaften jedoch sinkt.

4 Verwandte Forschungsbereiche und Bewertung der vorgestellten Punkte

Verwandte Literatur ist grundsätzlich in die Kategorien Clusteralgorithmen, Klassifikation mit Entscheidungsbäumen, Aufdecken von Löchern in Daten und Subspace-Clustering zu unterteilen. Aus dem Bereich des Clustering können vor allem Gedanken zur Beschreibung des Clusterbegriffs (z.B. [57]) und der Bestimmung der Güte von Clusterlösungen entnommen werden. Da bereits in [50] dargestellt wurde, dass die Eigenschaften von CLTree von den übrigen Clustertechniken wie den partitionierenden und hierarchischen Verfahren abweichen, ist nicht zu erwarten, dass existierende Denkweisen distanzbasierter Algorithmen wie zum Beispiel k-means [58] übernommen werden können. Zur Anreicherung der Menge der verfügbaren Techniken sind Erweiterungen für Entscheidungsbäume wie Bagging, Boosting und Random Forest [58] geeignet. Neben Aufsätzen, die sich mit diesen Themen beschäftigen ist vor allem Literatur zu speziellen Pruning- und Splitverfahren geeignet, die oben genannten Ideen theoretisch zu fundieren, auf Umsetzbarkeit zu prüfen und weiterzuentwickeln. Mangels bisher bekannter Kennzahlen zur Gütemessung der erreichten Clusterlösungen können Algorithmen aus Quellen wie z.B. [59] [60], die das Auffinden von Löchern in Datenbeständen thematisieren, zur Bewertung der erreichten Lösungen herangezogen werden. Dazu sind die als leer klassifizierten Blattknoten eines generierten Clusterbaums mit den Flächen zu vergleichen, die durch eben genannte Verfahren bestimmt wurden.

Zusammenfassend ist das Ziel des Promotionsvorhabens der Aufbau eines Modifikations-Frameworks des vorgestellten Clusteralgorithmus CLTree nach Liu et al. [50]. Dabei steht die Generalisierung möglicher Anwendungsbereiche im Vordergrund. Zur Zielerreichung werden existierende Techniken wie z.B. PCA, multivariate Splits und Random Forest für die Verwendung mit dem Prinzip des *look ahead gain* Kriteriums angepasst und in prototypischen Implementierungen in Kombination mit dem CLTree Algorithmus getestet. Eine ausführliche Evaluation aller Ergebnisse anhand von Testfällen ist entsprechend vorgesehen. Dazu werden sowohl reale als auch synthetische Datenbestände verwendet. Im Ergebnis sollen die vorhergesagten Cluster Grenzen enger an den realen liegen und diese Qualitätssteigerung mit möglichst wenig zusätzlichem Berechnungsaufwand erreicht werden.

Literaturverzeichnis

- [1] B. Liu, X. Yiyuan und P. S. Yu, „Clustering Through Decision Tree Construction,“ in *ACM CIKM-2000*, McLean, Virginia, 2000.
- [2] J. R. Quinlan, *C4.5: programs for machine learning*, San Mateo, California: Kaufmann, 1993.
- [3] J. R. Quinlan, „Induction of Decision Trees,“ *Machine Learning*, pp. 81-106, 1986.
- [4] L. Breiman, J. Friedman, R. Olshen und C. Stone, *CART: Classification and Regression Trees*, 1998.
- [5] X. Wu und V. Kumar, *The Top Ten Algorithms in Data Mining*, CRC Press, 2009.
- [6] L. Parsons, E. Haque und H. Liu, „Subspace clustering for high dimensional data: a review,“ *SIGKDD Explor. Newsl.*, pp. 90-105, 2004.
- [7] C. E. Brodley und P. E. Utgoff, „Multivariate decision trees,“ *Machine Learning*, pp. 45-77, 1995.
- [8] V. Estivill-Castro, „Why so many clustering algorithms: a position paper,“ *SIGKDD Explor. Newsl.*, pp. 65-75, 2002.
- [9] J. Han, M. Kamber und J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Burlington: Elsevier Science, 2011.
- [10] B. Liu, K. Wang und L.-F. Mun, „Using Decision Tree Induction for Discovering Holes in Data,“ in *Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence*, 1998.
- [11] B. Liu, L.-P. Ku und W. Hsu, „Discovering Interesting Holes in Data,“ 1997.

