

Master-Thesis

**Optimierungspotentiale des Requirements Engineerings
für Anbieter von Warehouse Management Systemen**

Eine qualitative und quantitative Untersuchung der Aufnahme und
Dokumentation von Anforderungen an
Warehouse Management Systeme

An der Fachhochschule Dortmund
im Fachbereich Informatik
im Studiengang Informatik
erstellte Thesis
zur Erlangung des akademischen Grads
Master of Science
M. Sc.

Erstellt von:

Andrea Wohlgemuth
geboren am 20.10.1981

Betreuung durch:

Prof. Dr. Erik Kamsties – Fachhochschule Dortmund
Prof. Dr. Johannes Ecke-Schüth – Fachhochschule Dortmund

Recklinghausen, den 27. Januar 2017

Danksagung

Eine Master-Thesis, wie die vorliegende, bei welcher Daten mit Hilfe von Umfragen und Interviews erfasst werden, ist nicht möglich, wenn keine Testpersonen, Umfrageteilnehmer und Interviewpartner zur Verfügung stehen. So gibt es eine Vielzahl von Personen, denen ich an dieser Stelle danken möchte.

Zunächst einmal möchte ich mich bei den Teilnehmern der Online-Umfrage sowie bei den Ansprechpartnern der WMS-Anbieter und WMS-Berater, die für die abschließende Validierung der erarbeiteten Ergebnisse zur Verfügung standen bedanken. Bitte sehen Sie mir nach, dass an dieser Stelle keine Namen genannt werden, da Ihnen Anonymität zugesichert wurde.

Beim Team warehouse logistics am Fraunhofer IML bedanke ich mich für die Unterstützung dieser Arbeit indem der Zugriff auf Veröffentlichungen über WMS sowie die Nutzung des WMS-Newsletters zu Kontaktierung der Umfrageteilnehmer ermöglicht wurde. Mein besonderer Dank gilt dabei Detlef Spee, Günther Dietze, Björn Krämer und Tim Geißen.

Bei den Testern der Vorabversion des Fragebogens möchte ich mich ebenfalls sehr herzlich bedanken. Die Gewissenhaftigkeit mit der ihr jede einzelne Frage geprüft habt hat mich beeindruckt. Mein Dank gilt dabei Annika Welling, Christina Krönke, Nico Freund, Normen Grünwald, Christian Welling, Jörg Falkenberg, Günther Dietze und Kim Böttger.

Für das Identifizieren meiner Tippfehler seien es Buchstaben- und Zahlendreher oder Zeichenfehler gilt mein Dank zu aller erst Annika Welling, Anna Matejek und Rafael Klosowski. Des Weiteren möchte ich mich bei Christoph Schuck bedanken, der kurzfristig einzelne Seiten gegengelesen hat.

Darüber hinaus möchte ich mich auch bei Dorothee Liedtke und Christian Welling bedanken, die mir mit einem offenen Ohr und wachem Geist geholfen haben meinen eigenen Weg im Nebel der Möglichkeiten nicht aus den Augen zu verlieren.

Mein besonderer Dank gilt meinen Betreuern für die vorliegende Master-Thesis Herrn Prof. Dr. Kamsties und Herr Prof. Dr. Ecke-Schüth, die beide für den fachlichen Austausch zur Verfügung standen und konstruktive Impulse eingebracht haben.

Markenrechtlicher Hinweis

Die in dieser Arbeit wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenzeichen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung geschützte Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

Sämtliche in dieser Arbeit abgedruckten Bildschirmabzüge und Grafiken unterliegen dem Urheberrecht © des jeweiligen Herstellers.

Hinweis zur Gender-Formulierung

Alle in dieser Arbeit verwendeten Begriffe, die sich auf Personen beziehen, sind stets geschlechtsneutral zu verstehen. Die Verwendung einer geschlechtsspezifischen Formulierung erfolgt jeweils aus Gründen der Lesbarkeit. Dennoch sind stets alle Menschen gleichberechtigt gemeint, unabhängig davon, ob sie sich einem oder keinem der klassischen Geschlechter zugehörig fühlen.

Hinweis zum fachlichen Hintergrund

Sofern in der vorliegenden Arbeit praxisbezogene Beispiele angeführt werden, deren Herkunft nicht weiter belegt wurde, handelt es sich um persönliche Erfahrungen der Autorin aus den beruflichen Tätigkeiten im Themenfeld. Zu diesen gehören eine langjährige Tätigkeit als studentische Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und die aktuelle Anstellung bei einem WMS-Anbieter. Die Aufgaben am IML lagen im Themenfeld von Warehouse Management Systemen und reichten von der Validierung von WMS diverser Anbieter, über WMS-Beratungsprojekte bis zur Mitarbeit an Veröffentlichungen über WMS. Diese wurden in den vorausgegangenen schriftlichen Ausarbeitungen zu der F&E-Projektarbeit [Wohlgemuth; 2016] sowie in der Bachelor-Thesis [Wohlgemuth; 2014] bereits erläutert. Die Aufgaben bei dem aktuellen Arbeitgeber stammen ausschließlich aus dem Bereich Requirements Engineering für die angebotene WMS-Lösung. Dabei gehören insbesondere die Erhebung, die Spezifikation und die Dokumentation von Anforderungen zu den durchzuführenden Tätigkeiten.

Hinweis zu eigenen Quellen

Einzelne der Quellen wurden unter Mitwirkung der Autorin oder vollständig durch sie verfasst. Zur leichteren Identifizierung entsprechender Quellen wurden für diese der Verweis auf die Fußnote sowie der Kurznachweis farblich in **orange** hervorgehoben.

Kurzfassung

Mit der vorliegenden Master-Thesis wird ein Brückenschlag zwischen der wissenschaftlichen Sicht auf das Requirements Engineering und der praktischen Anwendung des Requirements Engineerings für Warehouse Management Systeme (WMS) vorgenommen. Bisher fehlten detaillierte Informationen wie WMS-Anbieter im Requirements Engineering vorgehen sowie fundierte Empfehlungen wie WMS-Anbieter ihr Requirements Engineering verbessern können. Auf der Basis einer Online-Umfrage mit mehr als 300 Einzelaspekten wurde explorativ untersucht wie WMS-Anbieter der DACH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz) im Requirements Engineering vorgehen und mit welchen Herausforderungen sie dort konfrontiert sind. Die erhobenen Daten zeigen auf, wie WMS-Anbieter generell im Requirements Engineering arbeiten und erlauben dabei auch eine erste Unterscheidung des Vorgehens abhängig von Einflussfaktoren aus dem WMS-Projektumfeld.

Aufbauend auf den ermittelten Daten sowie unter Einbezug von Empfehlungen aus der Fachliteratur des Requirements Engineerings wurden anschließend Optimierungspotentiale identifiziert und Hypothesen abgeleitet, wie das Requirements Engineering für WMS optimiert werden kann. Diese Thesen wurden einer ersten Validierung durch WMS-Anbieter und WMS-Berater unterzogen. Die abschließend vorgestellte Handlungsempfehlung umfasst Maßnahmen in den Bereichen Wissensaustausch und Schulung, Optimierung der Dokumentenstruktur, Einsatz geeigneter Softwarewerkzeuge, Prüfung von Anforderung sowie die Auswahl geeigneter Techniken der Anforderungserhebung (zum Beispiel abhängig von Einflussfaktoren).

Aufgrund des Unsicherheitsintervalls von +/- 16 Prozent für die Datengrundlage auf der die Empfehlungen aufbauen sowie aufgrund der Art der bisherigen Validierungen, sind die Handlungsempfehlungen nur als Hypothesen zu betrachten.

Schlüsselwörter: Requirements Engineering, Anforderungen, Warehouse Management Systeme, WMS, Logistik, Umfrage, Optimierung, Softwareanbieter, praktische Anwendung

Abstract

This master thesis builds a bridge between the academic view on requirements engineering and the practical use of requirements engineering for warehouse management systems (WMS). Until now there is a lack of detailed knowledge how requirements engineering is done by distributors of WMS and a lack of reasonable recommendations how WMS distributors should optimise their requirements engineering. An online survey containing more than 300 aspects was executed regarding explorative research how WMS distributors in the D/A/CH region (Germany, Austria, Switzerland) perform requirements engineering and which challenges they are facing. An overview is given based on the evaluated data how WMS distributors work in requirements engineering. This includes adaptations in the proceeding depending on influences in the WMS project environment.

Based on the evaluated data and including the academic knowledge from requirement engineering literature, optimisation potentials are identified and hypotheses are deducted about how requirements engineering for WMS shall be optimised. These hypotheses are validated in a first instance by WMS distributors and WMS consultants. The final recommendations include measures for knowledge transfer and training, document structure optimisation, use of suitable software tools, requirements verification and the selection of suitable techniques for requirements elicitation (e.g. dependant from influencing factors).

These recommendations are hypothetical in nature, as they are based on data evaluated with an uncertainty interval of +/- 16 percent and because of the kind of validations that took place. These recommendations need to be proven or disproven by an adequate validation process.

Keyword: requirements engineering, requirements, warehouse management systems, WMS, logistics, survey, optimisation, software distributor, practice

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	vi
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	2
1.2. Zielsetzung.....	4
1.3. Rahmenbedingungen	5
1.4. Vorgehensweise und Gliederung	5
2. Grundlagen	7
2.1. Requirements Engineering.....	7
2.2. Warehouse Management Systeme (WMS).....	12
2.3. Empirische (Sozial-)Forschung.....	15
2.4. Vergleichbare Arbeiten.....	19
3. Vom dem Untersuchungsbedarf zu den Untersuchungsfragen	25
3.1. Untersuchungsbedarf aus dem WMS-Umfeld	25
3.2. Identifikation möglicher Untersuchungsziele	27
3.3. Eingrenzen der Untersuchungsziele	29
3.4. Operationalisierung der Untersuchungsfragen.....	32
4. Von der Untersuchungsvorbereitung zur Durchführung	40
4.1. Methodenauswahl für die Datenerhebung	40
4.2. Zielgruppe und Stichprobenumfang	42
4.3. Entwicklung des Online-Fragebogens	43
4.4. Interview.....	46
4.5. Online-Fragebogen.....	47
5. Ergebnisse der Evaluation	48
5.1. Zusammensetzung der Teilnehmer der Online-Evaluation	48
5.2. Überblick des Requirements Engineerings im WMS-Umfeld.....	50
5.3. Herausforderungen im WMS-Umfeld	57
5.4. Einflussfaktoren im WMS-Umfeld	62
5.5. Wissensquellen und Wissenstransfer	71
5.6. Eignung aus Sicht der WMS-Anbieter	72
5.7. Zwischenstand.....	73
6. Ableitung von Optimierungspotentialen	74
6.1. Vorbereitungsphase.....	74
6.2. Erhebung von Anforderungen.....	75
6.3. Dokumentation von Anforderungen.....	83
6.4. Prüfen von Anforderungen	87
6.5. Verwalten von Anforderungen.....	88
6.6. Wissensvermittlung.....	90
7. Validierung	91
7.1. Beteiligte Unternehmen	91

7.2.	Vorgehen und Fragen für die Validierung	91
7.3.	Validierungsergebnis	92
8.	Handlungsempfehlungen für WMS-Anbieter	94
8.1.	Einleitung zu den Handlungsempfehlungen	94
8.2.	Fördern Sie den Wissensaustausch	94
8.3.	Optimieren Sie Ihre Dokumente	95
8.4.	Verwenden Sie geeignete Softwarewerkzeuge	98
8.5.	Legen Sie fest wie Anforderungen zu prüfen sind	99
8.6.	Ermitteln Sie Einflussfaktoren	100
8.7.	Nutzen Sie geeignete Techniken der Anforderungsermittlung	101
9.	Zusammenfassung und Ausblick	106
9.1.	Zusammenfassung	106
9.2.	Reflektion	107
9.3.	Ausblick und weitere Forschungsbedarf	107
9.4.	Weitere Forschungsbedarf	108
	Literaturverzeichnis	109
	Abbildungsverzeichnis	115
	Tabellenverzeichnis	117
	Anhang	I
A.	Pretest des Online-Fragebogens	I
B.	Online Fragebogen	I
C.	Überblick verwendete Erhebungstechniken	I
D.	Überblick der Anhänge auf CD	I
	Eidesstattliche Erklärung	II

Abkürzungsverzeichnis

A	Ländercode für Österreich
ARIS	Modellierungssprache und Modellierungstool für Geschäftsprozesse
BPMN	Business Process Model and Notation – Modellierungssprache für Geschäftsprozesse
CAN	Ländercode für Kanada
CeMAT	Messe für Intralogistik und Supply Chain Management in Hannover
CSS	Cascading Style Sheets
CH	Ländercode für Schweiz
D	Ländercode für Deutschland
DACH-Region	Gemeinsame Bezeichnung für Deutschland, Österreich und Schweiz
D/A/CH region	Gemeinsame Bezeichnung für Deutschland, Österreich und Schweiz
EF	Einflussfaktoren
EPK	Ereignisgesteuerte Prozessketten – Modellierungssprache für Geschäftsprozesse
ERP	Enterprise Resource Planing System
EWM	WMS-Software der SAP
FI	Fragenimpuls
GI	Gesellschaft für Informatik
GQM	Goal-Question-Metric
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IESE	Fraunhofer Institut für Experimentelle Software Entwicklung
IML	Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML
IREB	International Requirements Engineering Board e.V.
ISO	International Organization for Standardization
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LogiMAT	Messe für Distribution, Material- und Informationsfluss in Stuttgart
MFS	Materialflusststeuerung
MIL STD	US military standard
Muda	Verschwendung (aus dem Japanischen)
MZ	Mögliche Untersuchungsziele
QR	Quality Requirements / Qualitätsanforderungen
RE	Requirements Engineering
REFSQ	Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality
SCM	Supply-Chain-Management System
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination – Norm ISO/IEC/IEEE 15504
TMS	Transport Management System
UF	Untersuchungsfragen
UML	Unified Modeling Language
US	Länderkürzer für die vereinigten Staaten von Amerika
UZ	Untersuchungsziel
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WMS	Warehouse Management System

1. Einleitung

Die vorliegende Master-Thesis baut auf vorausgegangenen Arbeiten der Autorin im Themenfeld Requirements Engineering für Warehouse Management Systeme (WMS) auf. Zu diesen gehören unter anderem die Bachelor-Thesis¹ *Requirements Engineering im Kontext von Warehouse Management Systemen* sowie die Ausarbeitung zum Masterseminar² mit dem Titel *Werkzeuge des Requirements Management* (siehe Abbildung 1). Dabei lag der Fokus der Bachelor-Thesis auf der Vorauswahl geeigneter Systeme mit Hilfe von Techniken des COTS-basierten Requirements Engineerings, während im Rahmen des Masterseminars Werkzeuge des Requirements Management identifiziert und miteinander verglichen wurden. In der vorliegenden Arbeit wird die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen an WMS aus der Sicht von WMS-Anbietern untersucht.

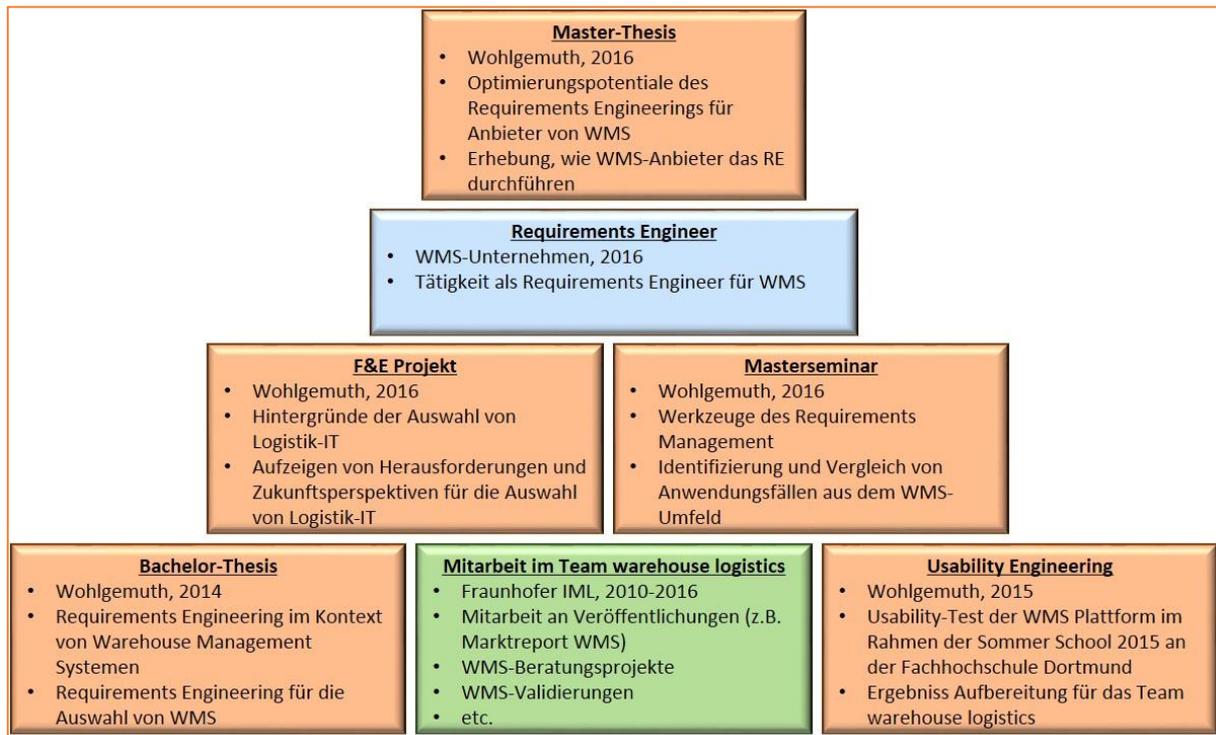


Abbildung 1: Übersicht eigener Arbeiten und Erfahrungen im Themenfeld WMS

WMS werden eingesetzt, um die „Führung und Optimierung von innerbetrieblichen Lagersystemen“³ zu übernehmen. Dabei sollte ein WMS stets optimal auf die Unternehmensanforderungen und -prozesse abgestimmt sein, da seine Verwendung die Produktivität des Lagerstandortes beeinflusst. Darüber hinaus zeigt die lange Verwendungsdauer bestehender WMS-Installationen von durchschnittlich mehr als 10 Jahren auf,⁴ dass der Anforderungsaufnahme für die Auswahl, Einführung und Anpassung eines geeigneten WMS eine hohe Relevanz beizumessen ist. Die damit verbundenen Requirements Engineering-Prozesse, einschließlich der verwendeten Techniken, sollten daher optimal auf das jeweilige Einsatzgebiet abgestimmt sein. Aber ist dies der Fall? – Wie sieht die gängige Praxis aus und welche Techniken werden derzeit eingesetzt?

Im Rahmen der Bachelor-Thesis wurden bereits Handlungsempfehlungen für weitere Untersuchungen im Themenfeld des Requirements Engineerings für WMS formuliert. So wurde angeführt, dass „in der Literatur nur vereinzelt Techniken der Anforderungsaufnahme, -analyse und -dokumentation für WMS

1 Vergleiche [Wohlgemuth; 2014].

2 Vergleiche [Wohlgemuth; 2016b].

3 Siehe [VDI 3601; 2015], Seite 3.

4 Siehe [Geißel et al.; 2014], Folie 36.

benannt werden und die tatsächlich eingesetzten und etablierten Techniken hauptsächlich innerhalb eines Unternehmens oder in Richtung des Kunden kommuniziert werden⁵. Der dort ausgesprochenen Empfehlung, dieses Gebiet mit einer Evaluation weiter zu untersuchen,⁶ soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit einer größtenteils quantitativen Online-Befragung, ergänzt um einzelne qualitative Fragen sowie eine anschließende Validierung der Ergebnisse, entsprochen werden.

1.1. Motivation

Qualitativ hochwertige Anforderungen, wobei unter anderem Fehlerfreiheit und Vollständigkeit als Qualitätsmerkmale aufgeführt werden, gelten als notwendige Grundlage für den Erfolg von Softwareprojekten.⁷ Auch wenn trotz optimaler Anforderungen ein Scheitern von Softwareprojekten aus anderen Gründen nicht ausgeschlossen werden kann, weisen Quellen mit Bezug auf den viel zitierten^{8,9} und kritisierten¹⁰ *Chaos Report* der Standish Group darauf hin, dass, ausgehend von minderwertigen Anforderungen, ein Erreichen der Projektziele innerhalb der Grenzen aus Budget, Zeit, Leistungsumfang und Kundenzufriedenheit nahezu ausgeschlossen ist. Auf diese Notwendigkeit berufen sich wiederholt Forschungen im Kontext des Requirements Engineerings der Informatik, die hier in den vergangenen Jahrzehnten unter anderem umfangreiche Techniken, Methoden und Werkzeuge für die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen erfasst, erarbeitet und weiterentwickelt haben.

Neben der Vielzahl an Fachveröffentlichungen in denen wissenschaftlich diskutiert oder vorgestellt wird, wie Requirements Engineering durchgeführt werden kann, finden sich nur wenige Veröffentlichungen über Studien in denen untersucht wurde, wie in Softwareunternehmen Requirements Engineering tatsächlich durchgeführt wird. So ist es nicht verwunderlich, dass auf Veranstaltungen im Umfeld des Requirements Engineerings wie der REFSQ¹¹ oder dem Fachgruppentreffen innerhalb der Gesellschaft für Informatik empfohlen wird, Forschungsarbeiten mit einem starken Praxisbezug zu wählen,¹² oder dass Forscher wie Lauesen hohe Anstrengungen aufwenden,¹³ um Informationen aus der praktischen Anwendung des Requirements Engineerings für vertiefende Untersuchungen zu erhalten. Sofern Befragungen durchgeführt wurden, basieren die Daten eines Großteils dieser Studien auf den Antworten weniger Teilnehmer¹⁴ und sollen dennoch Anhaltspunkte liefern, wie Requirements Engineering bei großen Grundgesamtheiten (zum Beispiel Softwarehersteller weltweit oder kleine und mittelständische Softwarehersteller) durchgeführt wird. Gleichzeitig fokussieren sich nur wenige dieser Studien auf Softwarehersteller einer speziellen Produktgruppe¹⁵ und es konnte keine Studie identifiziert werden, in der sowohl eine Fokussierung auf die Produktgruppe als auch auf die Region erfolgte, obgleich wiederholt in den Fachveröffentlichungen angenommen wurde, dass die Requirements Engineering Praxis abhängig vom Kontext (zum Beispiel produktspezifisch oder regional) variiert^{16,17,18}. Somit besteht aus wissenschaftlicher Sicht der Bedarf kontextspezifische Daten über die Durchführung des Requirements Engineerings bei Softwareherstellern zu ermitteln und dabei die eben genannten Fokussierungen auf eine Produktgruppe und Region vorzunehmen.

5 Siehe [Wohlgemuth; 2014], Seite 79 f.

6 Vergleiche [Wohlgemuth; 2014], Seite 79 f.

7 Vergleiche unter anderem [Pohl et al.; 2015], Seite 2 f.

8 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 1.

9 Vergleiche [Ebert; 2008], Seite 3 f.

10 Vergleiche unter anderem [Eveleens et al.; 2008].

11 International Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality

12 Diese Aussage beruht auf persönlichen Erfahrungen auf der REFSQ 2015 sowie den Fachgruppentreffen Requirements Engineering der Gesellschaft für Informatik 2014 und 2015.

13 Vergleiche [Lauesen, 2002], Seite xi.

14 So haben die in dieser Arbeit näher betrachteten Studien größtenteils weniger als 20 Teilnehmer und es konnten nur zwei umfassendere Studien mit mehr als 200 beziehungsweise mehr als 400 Teilnehmern identifiziert werden (vergleiche [Kamsties et al.; 1998], [Hall et al.; 2002], [Aranda et al.; 2007], [Solomon et al.; 2007], [Cox et al.; 2009], [Svensson et al; 2011], [Basharat et al.; 2013], [Adam et al.; 2015] und [Fricker et al.; 2014]).

15 Zum Beispiel [Todoran et al.; 2013].

16 Vergleiche unter anderem [Aranda et al.; 2007], Seite 45 ff.

17 Vergleiche unter anderem [Todoran et al.; 2013], Seite 111.

18 Vergleiche [Fricker et al.; 2014], Abschnitt 5.3.

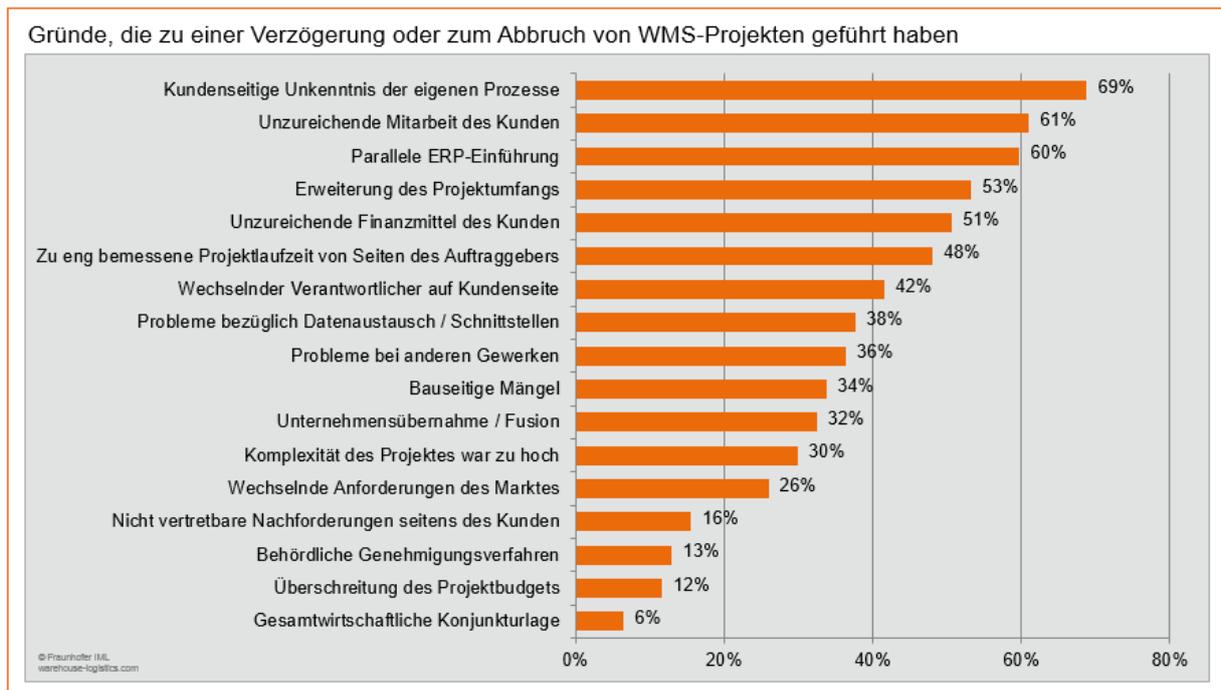


Abbildung 2: Verzögerungen und Abbrüche in WMS-Projekten; Quelle: [Geißen et al.; 2014] Seite 38.

Demgegenüber stehen die Mitarbeiter der Softwareanbieter, die wiederholt mit der Herausforderung konfrontiert sind, Anforderungen für ihre Projekte zu erheben und so zu dokumentieren, dass sie über den gesamten Lebenszyklus der Software von der Entwicklung über das Testen bis hin zur Wartung und Erweiterung verwendbar sind. Dabei zeigen Diskussionen mit Anbietern von Warehouse Management Systemen (WMS) gemeinsame Herausforderungen und Problemfelder auf, mit denen Anbieter dieser Software konfrontiert sind.¹⁹ Zu diesen gehören auch „Gründe, die zu einer Verzögerung oder zum Abbruch von WMS-Projekten geführt haben“²⁰. Im Rahmen des *WMS Marktreports* wurden selbige durch das Fraunhofer IML bei den WMS-Anbietern ermittelt. Die Verteilung der Antworten ist in Abbildung 2 zu sehen. Dabei stellen viele dieser Aspekte, zum Beispiel die „[k]undenseitige Unkenntnis der eigenen Prozesse“²⁰ oder die „[u]nzureichende Mitarbeit des Kunden“²⁰, Problemfelder dar, mit denen im Rahmen der Anforderungserhebung umzugehen ist. Dies sind Herausforderungen, auf die dem ersten Anschein nach vielfach mit einer intuitiven *Try and Error*-Strategie durch die einzelnen Mitarbeiter reagiert wird, bei der Intuition und nicht Methodenkenntnis die Entscheidung beeinflusst. Auch ist in Bezug auf WMS-Projekte zu beobachten, dass die verschiedenen Unternehmen und Mitarbeiter unterschiedliche Techniken und Herangehensweisen nutzen, wenn sie Anforderungen der Kunden erheben. So scheinen die persönlichen Beobachtungen²¹ die Wahrnehmung der Fachautoren²² zu bestätigen, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse des Requirements Engineerings häufig nicht den Weg in die praktische Anwendung der Unternehmen finden und es hier an einem aktiven Austausch zwischen der Wissenschaft und der Industrie fehlt. Des Weiteren hat sich im WMS-Umfeld bisher eine Norm wie SPICE²³ zur Beurteilung und Verbesserung der Prozesse innerhalb der Softwareentwicklung nicht etabliert,²⁴ sodass eine entsprechende Einordnung der WMS-Anbieter bezogen auf Aspekte des Requirements Engineerings nicht existiert. Somit besteht der Bedarf den Wissenstand über Requirements Engineering bei den WMS-Anbietern zu ermitteln, um darauf aufbauend bestehende Defizite zu reduzieren.

19 Diese Diskussionen fanden im Rahmen der beruflichen Tätigkeit im Team warehouse logistics am Fraunhofer IML statt und umfassen sowohl Gespräche mit einzelnen WMS-Anbietern als auch Diskussionen mit Gruppen von WMS-Anbietern.

20 Siehe [Geißen et al.; 2014], Seite 38.

21 Persönliche Beobachtungen im Umfeld von Warehouse Management Systemen.

22 Vergleiche unter anderem [Lauesen; 2002], Seite x ff.

23 Siehe [ISO 15504; 2012].

24 Persönliche Erfahrungen aus der WMS-Validierung zeigen auf, dass hier wird insbesondere eine Prozess Zertifizierung nach ISO 9001 durchgeführt wird.

Auf der Grundlage einer mehr als 6-jährigen Tätigkeit am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML (im Folgenden *IML*), verbunden mit den Erfahrungen aus WMS-Einführungsprojekten und der Validierung von WMS im direkten Austausch mit den WMS-Anbietern, sowie ersten Erfahrungen als Mitarbeiterin bei einem WMS-Anbieter, liegt es nahe, einen Brückenschlag zwischen der wissenschaftlichen und der anwendungspraktischen Sicht auf das Requirements Engineering zu wagen. In der vorliegenden Master-Thesis wird untersucht, wie die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen durch WMS-Anbieter durchgeführt wird. Dies erfolgt sowohl mit dem Ziel fundierte Erkenntnisse über die Anwendung des Requirements Engineerings bei WMS-Anbietern für die Wissenschaft zu sammeln, als auch mit dem Ziel bestehende Defizite darauf aufbauend Optimierungspotentiale zu identifizieren, mit denen die praktische Arbeit der WMS-Anbieter verbessert werden kann.

Aus dem engen Kontakt zwischen Softwareanbietern für WMS und dem IML ergibt sich die Möglichkeit, Informationen über die Erhebung und Dokumentation von Anforderungen von mehreren Anbietern für vergleichbare Softwareprodukte zu erheben, die auf dem gleichen Markt angeboten werden. Darüber hinaus können die speziell für diese Thesis erhobenen Daten durch Erfahrungswerte aus WMS-Einführungsprojekten, WMS-Validierungen, der Arbeit als Requirements Engineer für WMS und aus durch die Autorin geleiteten Diskussionsrunden im Rahmen des warehouse logistics Teilnehmertreffens sowie einem Diskussionsforum auf der CeMAT 2016²⁵ mit eben diesen Softwareanbietern und deren Kunden ergänzt werden.

Eine erste Vorabbefragung bezüglich des grundsätzlichen Interesses an der Optimierung der Anforderungserhebung und -dokumentation sowie bezüglich der generellen Bereitschaft, an einer solchen Studie teilzunehmen, wurde auf der LogiMAT 2016 mit den Anbietern von Warehouse Management Systemen durchgeführt. Hier wurde ein grundsätzliches Interesse signalisiert und es konnten so für 18 WMS-Anbieter direkte Ansprechpartner für die weitere Befragung ermittelt werden.

1.2. Zielsetzung

Mit der vorliegenden Master-Thesis werden zwei Kernziele verfolgt. Zum einen soll eine Datengrundlage über die Durchführung des Requirements Engineerings bei WMS-Anbietern in der DACH-Region geschaffen werden, auf der weitere wissenschaftliche Untersuchungen über die praktische Anwendung des Requirements Engineerings sowie über kontextspezifische Ausprägungen des Requirements Engineerings aufbauen können. Zum anderen soll ermittelt werden wie WMS-Anbieter der DACH-Region ihr Requirements Engineering verbessern können. Diese beiden Ziele können gemeinsam verfolgt werden. So setzt die Verbesserung des Requirements Engineerings für WMS-Anbieter belastbare Kenntnisse darüber voraus, wie das Requirements Engineering bei WMS-Anbietern gestaltet ist, wobei auch Kenntnisse über WMS spezifische Ausprägungen des Requirements Engineerings erforderlich sind und entsprechende Daten aktuell nicht existieren.

So soll mit der vorliegenden Master-Thesis ermittelt werden, welche Techniken und Werkzeuge des Requirements Engineerings von WMS-Anbietern für die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen eingesetzt werden. Des Weiteren sollen Optimierungspotentiale identifiziert werden, die aufzeigen, für welche Aspekte des Requirements Engineerings Verbesserungen vorzunehmen sind. Auf der Basis dieser Informationen, sowie ergänzt um die in der Fachliteratur aufgezeigte Expertise etablierter Expertengruppen des Requirements Engineerings²⁶ im deutschsprachigen Raum, sollen hypothetische Handlungsempfehlungen für die Optimierung, der Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen an WMS aufgestellt werden, die in einem abschließenden Validierungsprozess durch die WMS-Anbieter sowie durch WMS-Berater geprüft und bewertet werden sollen. Sofern die Ergebnisse dies zulassen, sollen neben allgemein gültigen Empfehlungen, bezüglich der zu verwendenden Vorgehensweise auch kontextabhängige Entscheidungshilfen für die WMS-Anbieter ausgearbeitet werden, mit denen geeignete Ansätze situationsgerecht ausgewählt werden können.

25 Leitung des World Cafés „WMS-Anforderungserhebung als Qualifying für die Pole-Position“ durch die Autorin auf der CeMAT 2016 in Hannover.

26 Dies sind insbesondere Mitglieder des International Requirements Engineering Board e.V. sowie Mitarbeiter der SOPHIST GmbH.

Die im Rahmen dieser Arbeit aufgestellten, überprüften und angepassten Empfehlungen sind Abseits dieser Arbeit auf ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen. Langfristig sollen die Handlungsempfehlungen Eingang in die operative Arbeit einzelner WMS-Anbieter finden und dazu beitragen den Requirements Engineering-Prozess dieser Unternehmen zu verbessern. Hierzu werden die Ergebnisse der Studie interessierten Teilnehmern der Umfrage sowie dem Team warehouse logistics am IML zur Verfügung gestellt.

1.3. Rahmenbedingungen

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Master-Thesis, die an der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik erstellt wird. Ausgehend von der Prüfungsordnung und den ergänzenden Absprachen mit den Betreuern resultieren aus der Art der Arbeit Einschränkungen des zeitlichen Rahmens sowie Vorgaben zum Umfang der schriftlichen Ausarbeitung. Daher ist bei der Erstellung dieser Arbeit stets zu prüfen, ob die angestrebten Untersuchungen innerhalb der gesetzten Parameter realisierbar sind, sodass gegebenenfalls Kürzungen oder Fokussierungen auf Teilaspekte innerhalb der Arbeit erforderlich werden können.

Das Thema dieser Master-Arbeit ist selbstinitiiert und entstammt der beruflichen Erfahrungswelt der Autorin mit den dort auftretenden Herausforderungen. Damit sind primär keine Erwartungen und Vorgaben eines (externen) Auftraggebers mit dieser Arbeit verbunden. Dennoch beeinflussen Interessen des Teams warehouse logistics des Fraunhofer IML sowie Wünsche einzelner WMS-Anbieter die vorliegende Arbeit. So ist die Unterstützung des Teams warehouse logistics daran gebunden, dass die Arbeit im Themenfeld der WMS liegt.

Aus der Arbeitssituation der Autorin ergeben sich weitere Rahmenbedingungen, die im Hinblick auf diese Arbeit zu berücksichtigen sind. So besteht zu Beginn der Arbeit an dieser Master-Thesis ein Beschäftigungsverhältnis mit dem Fraunhofer IML, im WMS-Expertenteam warehouse logistics. Das Team warehouse logistics hat zugesichert, die Abschlussarbeit dadurch zu unterstützen, dass sein E-Mail-Verteiler für die Kontaktierung von WMS-Anbietern verwendet werden kann. Dies setzt allerdings voraus, dass die geplante Datenerhebung mit den Leitideen und thematischen Schwerpunkten des Teams warehouse logistics kompatibel ist. Bevor der E-Mail-Verteiler verwendet werden kann, ist daher diesbezüglich eine IML interne Freigabe der für die Datenerhebung verwendeten Fragen sowie des Anschreibens einzuplanen. Des Weiteren sollten sowohl die Kontaktierung der Anbieter als auch die Datenerhebung innerhalb des auslaufenden Beschäftigungsverhältnisses angestoßen werden. Diese zeitlichen Vorgaben sind bei der Planung und Realisierung der Arbeit zu berücksichtigen.

Innerhalb des Bearbeitungszeitfensters dieser Master-Thesis erfolgt ein Wechsel des Arbeitgebers, womit die weitere Tätigkeit fortan im Bereich des Requirements Engineerings bei einem der WMS-Anbieter liegt. Diese Tätigkeit erlaubt einen vertiefenden Einblick in die Arbeitsabläufe des Requirements Engineerings innerhalb eines Unternehmens. Die dortigen Erfahrungen werden das Verständnis des Prozesses sowie der Schwierigkeiten und ihrer Lösungen im WMS-Kontext verändern. Dabei kann ein Einfluss der dort gesammelten beruflichen Erfahrungen auf die Interpretation im Anschluss an die Datenauswertung sowie auf die Entwicklung eines Konzepts zur Optimierung nicht ausgeschlossen werden.

1.4. Vorgehensweise und Gliederung

Für diese Master-Thesis wird ein mehrstufiges Vorgehen auf der Grundlage einer explorativen Untersuchung mit integrierter Hypothesenbildung gewählt. Dabei enthält jede Phase Arbeitsschritte der Datenerhebung und -auswertung. Ziel der ersten Phase ist es die Ausprägungen des Requirements Engineerings für WMS zu erfassen. Um diese Datengrundlage zu schaffen wird eine Online-Umfrage durchgeführt und ausgewertet. In der zweiten Phase erfolgt die Identifizierung von Optimierungspotentialen. Auf dieser Grundlage sowie auf Basis der verwendeten Fachliteratur aus dem Requirements Engineering²⁷ werden anschließend Hypothesen aufgestellt, welche Maßnahmen dazu geeignet sind, den Requi-

27 Insbesondere [Rupp et al.; 2009], [Pohl et al.; 2015] und [Lauesen; 2002].

rements Engineering-Prozess zu verbessern. In der dritten Phase werden Leitfadeninterviews zur Validierung der hypothetischen Handlungsempfehlungen mit WMS-Anbietern und WMS-Beratern durchgeführt. Basierend auf deren Angaben werden diese Empfehlungen abschließend angepasst.

In Abbildung 3 wird skizziert, wie in dieser Arbeit vorgegangen wird. An die Einleitung schließt sich ein Grundlagenkapitel an, in welchem die Themenfelder *Requirements Engineering*, *Warehouse Management Systeme*, *empirische (Sozial-)Forschung* sowie *vergleichbare Arbeiten* in dem für diese Arbeit notwendigen Umfang vorgestellt werden. Die dort aufgeführten Grundlagen aus den Bereichen *Requirements Engineering* und *WMS* werden im Kapitel 3 aufgegriffen, um, ausgehend von dem im WMS-Kontext aufgezeigten Untersuchungsbedarf sowie auf der Basis von Kenntnissen und Meinungen aus dem Requirements Engineering-Umfeld, die Untersuchungsziele und -fragen ableiten zu können, die im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden. Für die anschließende Untersuchungsvorbereitung werden Aspekte der empirischen Forschung berücksichtigt, wenn *Methodenauswahl*, *Zielgruppenzusammensetzung* sowie die *Entwicklung des Fragebogens* für die Online-Befragung thematisiert werden. Daran anschließend wird die Durchführung der *Datenerhebungen* skizziert, bevor die *Ergebnisse* der Online-Umfrage vorgestellt werden und Optimierungspotentiale abgeleitet werden. Basierend auf der Datenauswertung wird ein hypothetisches Konzept zur Optimierung des Requirements Engineering für WMS entwickelt, für das anschließend aufgeführt wird, wie das Konzept in einer ersten Instanz validiert wird und wie das Urteil der Tester ausfällt. Der Anpassungsbedarf, der sich aus dem Validierungsprozess ergibt, wird aufgegriffen und die Handlungsempfehlungen entsprechend überarbeitet und angepasst, sodass sie im vorletzten Kapitel der vorliegenden Arbeit festgehalten werden können. In der anschließenden Zusammenfassung wird ein Fazit aus dieser Master-Thesis gezogen und aufgezeigt wie zukünftig die Ergebnisse dieser Master-Thesis verwendet werden können.

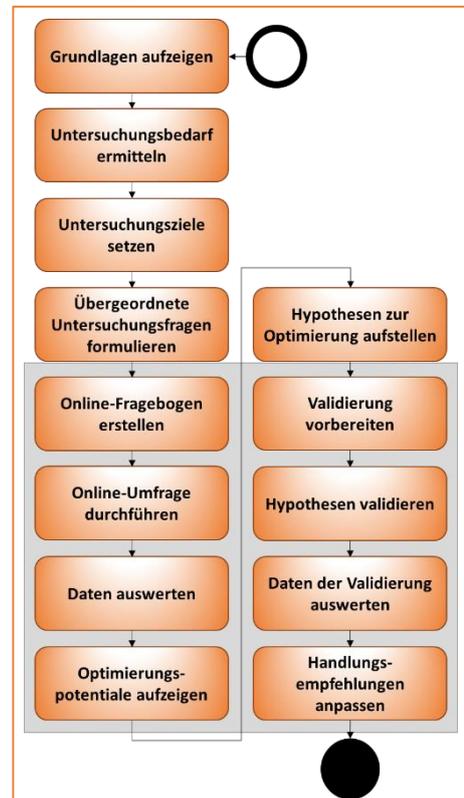


Abbildung 3: Vorgehensweise

2. Grundlagen

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Grundlagenthemen der vorliegenden Master-Thesis vorgestellt. Dies erfolgt mit dem Ziel eine Wissensbasis zu bilden auf die im weiteren Verlauf der Arbeit zurückgegriffen werden kann. Dabei wird auf die Themenbereiche Requirements Engineering, Warehouse Management Systeme, empirische Forschung sowie auf mit dieser Arbeit vergleichbare Untersuchungen eingegangen. Im Themenfeld Requirements Engineering wird der Fokus auf Techniken und Methoden der Anforderungsaufnahme und -dokumentation gelegt, sofern diese für den weiteren Verlauf der Arbeit (zum Beispiel für die Online-Umfrage) relevant sind. Für WMS wird zunächst eine Definition aufgeführt, die festlegt, was diese Systeme sind, und anschließend werden Eigenschaften von WMS benannt, die im Rahmen der Master-Thesis von Bedeutung sind. Mit den Grundlagen der empirischen Forschung wird die Basis für die Entwicklung der Untersuchungsmethodik, der Fragebogenerstellung sowie der Auswertung der gesammelten Daten gelegt. Die abschließenden Ausführungen über vergleichbare Arbeiten ermöglicht eine Einordnung der vorliegenden Arbeit in den Stand der Forschung.

2.1. Requirements Engineering²⁸

Innerhalb der Informatik stellt das Requirements Engineering eine Fachdisziplin aus dem Bereich des Software Engineerings dar, die seit ihrer Entstehung viele Spezialisierungen²⁹ ausgebildet hat. Für den Kontext dieser Arbeit ist ein allgemeines Verständnis des Requirements Engineerings relevant, wie es unter anderem im *Systems and software engineering – Vocabulary* als ISO/IEC/IEEE Richtlinie 24765 dokumentiert ist und wonach das Requirements Engineering als „the science and discipline concerned with analyzing and documenting requirements“³⁰ definiert wird. Einen vergleichbaren und ebenfalls allgemeinen Zugang zum Requirements Engineering bietet die von Klaus Pohl und Chris Rupp aufgestellte Definition, wonach „[d]as Requirements Engineering [...] ein systematischer und disziplinierter Ansatz zur Spezifikation und zum Management von Anforderungen“³¹ ist. Damit umfasst das Requirements Engineering, in der hier relevanten Ausprägung, Arbeitsschritte und Tätigkeiten von der Erhebung bis hin zur Dokumentation von Anforderungen und schließt darüber hinaus, kontextabhängig, die Verwaltung oder das Management von Anforderungen im gesamten Entwicklungsprozess der Software ein.

Ausgehend von der Erläuterung der Phasen eines Softwareentwicklungsprojekts nach Boehm³² werden in der vorliegenden Arbeit Tätigkeiten des Requirements Engineerings als Bestandteile eines Softwareprojekts verstanden. Obgleich somit die Einordnung des Projekts in seinen Kontext und die Identifizierung geeigneter Stakeholder dem Projektmanagement zugewiesen werden könnten, werden diese Tätigkeiten, angelehnt an Robertson und Robertson, im Folgenden dem Requirements Engineering zugeschrieben.³³ Hier werden diese unter dem Begriff *Vorbereitung* zusammengefasst. Um einen Überblick über die weiteren, für diese Arbeit relevanten Aspekte und Techniken des Requirements Engineerings zu vermitteln, wird, analog zu dem Vorgehen bei Rupp und weiteren Autoren der SOPHISTen sowie angelehnt an Pohl und Rupp, eine Unterteilung in die Bereiche *Erheben*³⁴, *Dokumentieren*^{34,31}, *Prüfen*³⁴ sowie *Verwalten*³⁴ vorgenommen und ergänzend ein Überblick über *Anforderungsarten* aufgezeigt.³⁵ Dabei wird an dieser Stelle ausgeklammert, dass Autoren wie unter anderem Boehm, Lauesen, Partsch,

28 Eine Ausarbeitung über das Requirements Engineering ist bereits in der Arbeit [Wohlgemuth, 2014] erfolgt. Darin wurde insbesondere auf die verschiedenen Ausprägungen und Definitionsvarianten innerhalb der Fachliteratur eingegangen. Um Wiederholungen zwischen den Arbeiten zu vermeiden, werden allgemeine Grundlagen, wie insbesondere eine Definition des Requirements Engineerings, nur verkürzt aufgeführt und dafür ausgewählte Aspekte, basierend auf den thematischen Schwerpunkten dieser Arbeit, beleuchtet.

29 Vergleiche [Partsch; 2010], Seite 336 ff.

30 Siehe [IEEE 24765; 2010], Seite 302.

31 Siehe [Pohl et al.; 2015], Seite 4.

32 Vergleiche u.a. [Boehm; 1981], Tabelle 4-1, Seite 48.

33 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 35 ff.

34 Siehe [Rupp et al.; 2009], Abbildung 1.1, Seite 14.

35 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 4 f.

Hood, Wiedemann, Fichtinger, Pautz oder Robertson und Robertson andere Unterteilungen beziehungsweise andere Anordnungen der Tätigkeiten vornehmen.^{36,37,38,39,40} Für das Verständnis dieser Arbeit ist es hinreichend, sich auf ein einfaches Modell zu beziehen und die in diesem Modell nicht explizit benannten Tätigkeiten, wie die Analyse und die Spezifikation der Anforderungen, als den oben aufgeführten Punkten inhärent zu betrachten.

Vorbereitung

Im Rahmen der Vorbereitung der Aktivitäten des Requirements Engineerings sollte eine Einordnung des Projekts in seinen Kontext erfolgen. Dies ist ein Aspekt, den Suzanne und James Robertson beleuchten,⁴¹ wenn „[t]he scope of the work“⁴² betrachtet wird. So führen diese die Erstellung von Kontextdiagrammen mit integriertem Datenfluss als Hilfsmittel an, um eine Abgrenzung zwischen dem, was zu realisieren ist, und benachbarten Systemen vorzunehmen.⁴³ Sie verweisen darauf, dass die Definition des Datenflusses bereits „define[s] the precise point at which the processing of the work ends and that of the adjacent system starts, and vice versa“^{44,43}. Darüber hinaus ist es ebenfalls erforderlich, die Stakeholder, also jene Personen oder Gruppen, zu ermitteln, die Anforderungen an das neue System haben. Eine Orientierung, welche Stakeholder zu erwarten sind, bieten Robertson und Robertson. Die von ihnen aufgezeigte „stakeholder map“⁴⁵ erlaubt es, vier Gruppen von Stakeholdern für die Softwareentwicklung abzuleiten. Dabei handelt es sich um: das *Kernteam der Entwicklung*, die *Anwender der Software*, weitere, von der Software unmittelbar *profitierende Personen* sowie *weitere externe Einflussnehmer*.⁴⁶

Erheben

Mit der Erhebung beziehungsweise Ermittlung⁴⁷ von Anforderungen wird die Basis für ein Softwareprojekt gelegt. Hierzu zeigt die Fachliteratur eine Vielzahl von Techniken und Informationsquellen auf,^{48,49,50,51} aus denen kontextabhängig, die geeigneten zu wählen sind. Die dort aufgeführten Erhebungstechniken lassen sich als *Befragungs-*, *Beobachtungs-*, *Kreativitäts-*, *artefaktbasierte*, *modellierende* und *unterstützende Techniken* gruppieren.^{49,51,52} Abhängig von den verwendeten Techniken werden unterschiedliche Informationsquellen herangezogen, die von Pohl und Rupp als „*Stakeholder*“⁵³, „*Dokumente*“⁵³ und „*Systeme im Betrieb*“⁵³ differenziert werden. Dabei setzt der Einsatz von schriftlichen oder mündlichen *Befragungstechniken* die Verfügbarkeit von Stakeholdern sowie ein Bewusstsein für die eigenen Anforderungen bei selbigen voraus. Mit den *Beobachtungstechniken* können sowohl Arbeitsschritte einzelner Personen als auch gesamte Abläufe eines Systems im Betrieb untersucht werden, um Anforderungen daraus abzuleiten. Die *Kreativitätstechniken* unterstützen die Identifikation von neuen oder verborgenen Anforderungen, indem für die *Stakeholder* „das Denken in herkömmlichen Bahnen“⁵⁴ aufgebrochen wird. „[A]uf der Basis des existierenden Systems oder der [...] Dokumente“⁵⁵ werden mit den *artefaktbasierten Techniken* Anforderungen erhoben, wohingegen die *modellierenden*

-
- 36 Vergleiche [Boehm; 1981], Seite 44 ff.
 - 37 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 3 ff.
 - 38 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Abbildung 2.1, Seite 14.
 - 39 Vergleiche [Partsch; 2010], Seite 334.
 - 40 Vergleiche [Hood et al.; 2008], Seite 43.
 - 41 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 38 ff.
 - 42 Siehe [Robertson et al.; 2013], Seite 36.
 - 43 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 42 f.
 - 44 Siehe [Robertson et al.; 2013], Seite 43.
 - 45 Siehe [Robertson et al.; 2013], Seite 44.
 - 46 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 44 f.
 - 47 Vergleiche [Glinz; 2014], „Requirements elicitation“ Seite 17 und Seite 47.
 - 48 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 338.
 - 49 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 80 ff.
 - 50 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 87 ff.
 - 51 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 21 ff.
 - 52 Vergleiche [Wohlgemuth; 2014], Abbildung 7, Seite 27.
 - 53 Siehe [Pohl et al.; 2015], Seite 21.
 - 54 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 86.
 - 55 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 100.

Techniken die Ermittlung von Anforderungen auf der Basis von Abbildern des Gesamtsystems, dessen Komponenten oder dessen Prozessen erlauben. Die Gruppe der *unterstützenden Techniken* wird eingesetzt, „[u]m die Effektivität der bisher beschriebenen Ermittlungstechniken und die Qualität der ermittelten Anforderungen zu verbessern“⁵⁶.

Dokumentieren⁵⁷

Bei der Dokumentation von Anforderungen geht es darum, diese so festzuhalten, dass sie eindeutig verständlich und für die weiteren Arbeitsschritte im Rahmen der Softwareentwicklung nutzbar sind. So ist die Anforderungsdokumentation nach Pohl und Rupp „eine systematisch dargestellte Sammlung von Anforderungen“⁵⁸, hinsichtlich derer sie zwischen der *Struktur-*, der *Funktions-* und der *Verhaltensperspektive* unterscheiden.⁵⁹ Die Autoren Günther, Schüpferling und Pikalke aus dem Kreis der SOPHISTen erläutern nicht nur ausgewählte Dokumentationstechniken, sondern führen darüber hinaus auch eine Empfehlungsmatrix an, mit der sie eine Orientierungshilfe für die Entscheidung geben, wann welche Dokumentationstechniken gewählt werden sollten.⁶⁰ Auch Lauesen stellt verschiedene Formen der Dokumentation, abhängig von der Art der Anforderungen, vor.⁶¹ Dabei differenziert er zwischen „Date requirement styles“⁶², „Functional requirements styles“⁶², „Functional details“⁶², „Special interfaces – combined styles“⁶², und „Quality requirements“⁶². Für jede dieser Gruppen führt er verschiedene Arten der Dokumentation an, die von Datenmodellen über Kontextdiagramme und Mock-ups der grafischen Oberflächen, textuelle Beschreibungen bis hin zu Qualitätsgattern reichen.⁶¹ Für die in allen genannten Quellen aufgeführte und weit verbreitete textuelle Beschreibung von Anforderungen zeigt eine Vielzahl von Autoren Strategien auf, um der Mehrdeutigkeit natürlicher Sprache zu begegnen. Im Kern geht es hierbei meist um die Verwendung von Satzschablonen oder die Auseinandersetzung mit der Bedeutung einzelner Wörter im Satzzusammenhang sowie die Festlegung, welche Wörter mit welcher Intention zur Beschreibung von Anforderungen verwendet werden sollten.^{63,64,65,66,67}

Prüfen

Anforderungen sollten, so ist es Konsens in der Fachliteratur, hinsichtlich Qualitätsaspekten⁶⁸ beziehungsweise -kriterien⁶⁹ des Requirements Engineerings geprüft werden. Dies kann nicht nur durch die Personen erfolgen, welche die Anforderungen aufnehmen und dokumentieren, sondern ebenfalls durch die Stakeholder selbst. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass im Rahmen der Erfassung und Dokumentation Fehler frühzeitig erkannt und korrigiert werden können. Obgleich in den einzelnen Quellen leichte Abweichungen bezüglich der gelisteten Qualitätskriterien existieren, lassen sich vielfach aufgeführte Aspekte als Konsens extrahieren. So finden sich die Kriterien *Korrektheit* und *Verfolgbarkeit* bei allen betrachteten Autoren, während die *Konsistenz*, die *Überprüfbarkeit* und die *Vollständigkeit*, bezogen auf alle Anforderungen oder auf alle Angaben zu einzelnen Anforderungen, von einem Großteil der Autoren genannt werden. Darüber hinaus werden in einzelnen Quellen mit der *Realisierbarkeit*^{70,71}, der *Notwendigkeit*^{70,72}, der Überprüfung im Hinblick auf die *Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen*^{72,71}

56 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 102.

57 Ausgewählte Aspekte der Dokumentation von Anforderungen wurde in [Wohlgemuth; 2016b] betrachtet.

58 Siehe [Pohl et al.; 2015], Seite 35.

59 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 37.

60 Vergleiche [Rupp et al.; 2015], Seite 183 ff.

61 Vergleiche [Lauesen; 2002], Kapitel 2 bis 6, Seite 41 ff.

62 Siehe [Lauesen; 2002], Überschriften der Kapitel 2 bis 6, Seite 41 ff.

63 Vergleiche [Berry et al.; 2005].

64 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 115ff.

65 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 53ff.

66 Vergleiche [Denger et al.; 2003].

67 Vergleiche [Hood et al. 2008], Seite 34.

68 Siehe [Pohl et al.; 2015], Seite 97.

69 Vergleiche u.a. [Hood et al.; 2005], Seite 39.

70 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 23 ff.

71 Vergleiche [Partsch; 2010], Seite 50.

72 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 97 ff.

und der Prüfung auf *Widersprüche*⁷¹ weitere Qualitätsaspekte aufgeführt, die um Prüfungen hinsichtlich der *Abhängigkeiten* und der *Komplexität* ergänzt werden können.^{73,74,70,75,76,77}

Verwalten⁷⁸

Je nach betrachteter Quelle finden sich variierende Ansätze zu der Frage, was die Verwaltung von Anforderungen umfasst.⁷⁹ Dabei zeigt die Definition nach Hood, Wiedemann, Fichtinger und Pautz einen übergeordneten Ansatz auf, wonach das Requirements Management „all activities that are necessary to bring or to keep the value of the requirements on a high level after the requirements have first been elicited and documented“⁸⁰ umfasst. Zu diesen Aktivitäten gehört neben der generellen Verwaltung aktueller Anforderungen auch die Verwaltung von Änderungen^{81,82}, Attributen, Prioritäten, Abhängigkeiten und anderen Zusammenhängen zwischen Anforderungen.⁸³ Damit wird auch die Verfolgbarkeit von Anforderungen und Anforderungsänderungen im Requirements Engineering-Prozess sowie im gesamten Softwareentwicklungsprozess als Teil der Verwaltung verstanden.^{82,84} Ergänzend ist auch die Messung, ob und in welchem Umfang Anforderungen erfüllt oder realisiert werden, Teil der Verwaltung.⁸⁵

Anforderungsarten

Wenn Anforderungen aufgenommen werden, ist das Ergebnis (bestenfalls) eine Sammlung von Aspekten, die verschiedenen Anforderungsarten zuzuordnen sind. Sofern in der Praxisanwendung eine Gruppierung vorgenommen wird, finden sich verstärkt grobe Einteilungen in *funktionale* und *nicht-funktionale Anforderungen*^{86,87,88}. Insbesondere in der Fachliteratur existieren darüber hinaus weitere Aufgliederungen, die sich verstärkt auf die *nicht-funktionalen Anforderungen* beziehen.⁸⁹ Im Folgenden werden verschiedene Anforderungsarten vorgestellt. Dabei erhebt die aufgeführte Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da kontextabhängig weitere oder andere Unterteilungen sinnvoll sein können.

Funktionale Anforderungen beziehen sich auf die Funktionen, die vom System bereitgestellt und erfüllt werden müssen. Dabei sollten sie, wie dies für mathematische oder programmiertechnische Funktionen üblich ist, Angaben zur Eingabe und Ausgabe enthalten, wobei im übertragenen Sinne die Eingaben auch als „Informationen“⁹⁰ oder Anwenderverhalten und die Ausgaben als „gewünschte[s] [System] Verhalten“⁹⁰ beziehungsweise als Ergebnis des Anwenderverhaltens⁹¹ verstanden werden können.^{86,87,91,92,93,94}

Datenanforderungen führen auf, welche Daten an den verschiedenen Stellen im System verarbeitet und

-
- 73 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 23 ff.
 - 74 Vergleiche [Partsch; 2010], Seite 50.
 - 75 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 97 ff.
 - 76 Vergleiche [Lauesen; 2002], Kapitel 8, Seite 373 ff.
 - 77 Vergleiche [Hood et al.; 2005], Seite 94, mit Verweis auf Schulungsunterlagen der Hood Group.
 - 78 Aspekte der Verwaltung von Anforderungen wurden bereits in [Wohlgemuth, 2016b] betrachtet.
 - 79 Vergleiche [Wohlgemuth, 2016b], Seite 4 ff.
 - 80 Siehe [Hood et al.; 2008], Seite 59.
 - 81 Vergleiche [Hood et al.; 2008], Seite 59.
 - 82 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 322 ff.
 - 83 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 119 ff.
 - 84 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 130 ff.
 - 85 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 146 f.
 - 86 Vergleiche [Hruschka; 2014], Seite 12 f.
 - 87 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 18.
 - 88 Vergleiche [Partsch; 2010], Seite 333.
 - 89 Vergleiche auch [Glinz; 2014], „Kind of requirement“ Seite 14 und Seite 50.
 - 90 Siehe [Hruschka; 2014], Seite 12.
 - 91 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 8.
 - 92 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 14.
 - 93 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 223.
 - 94 Vergleiche [Glinz; 2014], Seite 13 und Seite 51.

gespeichert werden. Dazu merkt Lauesen an, dass sie häufig als Teil der funktionalen Anforderungen⁹⁵ dokumentiert werden, obgleich es aus seiner Sicht von Vorteil wäre, diese eigenständig anzugeben.⁹⁵

Nicht-funktionale Anforderungen stellen einen Sammelbegriff für alle Anforderungsarten dar, die nicht den funktionalen Anforderungen zugeordnet werden können.^{96,97} In der vorliegenden Arbeit wird dieser Begriff vermieden und es wird stattdessen auf die folgenden Ausprägungen *nicht-funktionaler Anforderungen* verwiesen.

Qualitätsanforderungen dienen als Basis, um zu ermitteln, ob und mit welcher Güte das System die an es gestellten Anforderungen erfüllt.⁹⁸ Sie stellen eine der drei Anforderungsgruppen nach den IREB-Standard dar. Dabei ergeben sich Qualitätsmerkmale unter anderem aus den Bereichen Performance, Bedienbarkeit oder Wartbarkeit.^{99,100,101,102} Ihre Prüfung ist häufig Bestandteil von Softwarequalitätssicherungsmaßnahmen. Bei der Betrachtung einzelner Autoren, zum Beispiel Suzanne und James Robertson und Lauesen, kann der Eindruck entstehen, dass in der Praxis die Begriffe *nicht-funktionale Anforderungen* und *Qualitätsanforderungen* verstärkt synonym verwendet werden.^{98,103} Obgleich einzelne persönliche Beobachtungen im WMS-Kontext diese Annahme bestätigen, wird in dieser Ausarbeitung zunächst davon ausgegangen, dass dies im Allgemeinen nicht der Fall ist.

Randbedingungen sind basierend auf dem IREB-Standard ein Sammelbegriff für Anforderungen die weder den funktionalen noch den Qualitätsanforderungen zuzuordnen sind und dabei ergänzende Anforderungen enthalten.¹⁰⁰ Mögliche Ausprägungen werden im Folgenden vorgestellt.

Organisatorische Anforderungen beschreiben Anforderungen, mit denen sichergestellt werden soll, dass „structure, objectives and characteristics“¹⁰⁴ der Organisation durch das Softwareprodukt unterstützt werden.¹⁰⁵ Damit umfassen diese Anforderungen, die sich aus den Arbeitsabläufen, dem Verhalten von Mitarbeitern und dem Verhalten weiterer Systeme ergeben.

Rechtliche Anforderungen werden durch rechtliche Rahmenbedingungen definiert, zu denen Gesetze, Normen, Verträge und andere Vorgaben oder Anordnungen zählen, die Einfluss auf das Umfeld des zu erstellenden Systems haben. Dabei beinhalten „[r]echtlich-vertragliche Anforderungen“¹⁰⁶ auch Informationen zu den Konsequenzen bei Nichterfüllung.¹⁰⁷ Angesichts einer Vielzahl von rechtlichen Vorgaben ist für den Einzelfall zu prüfen, welche Gesetze oder anderen Vorgaben zu berücksichtigen sind.

Technologische Anforderungen umfassen sowohl Anforderungen der Systemumgebung an die zu verwendenden Technologien als auch Vorgaben bezüglich der anzubindenden elektrischen oder mechanischen Schnittstellen.¹⁰⁸ Hierbei führen Günther und Queins von den SOPHISTen als Orientierung für relevante Anforderungen in diesem Bereich klimatische Aspekte an, unter denen das System lauffähig sein muss oder weisen darauf hin, dass Anforderungen an die Schnittstellen zu umliegenden Systemen berücksichtigt werden sollten.¹⁰⁸ Im Kontext der Intralogistik sind hier unter anderem Anforderungen aufgrund der Schnittstellen zur Lager- und Fördertechnik zu erwarten.

95 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 12 ff.

96 Vergleiche [Hruschka; 2014], Seite 12 f.

97 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 18.

98 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 217.

99 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 15.

100 Vergleiche [Pohl et al.; 2015], Seite 9.

101 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], unter anderem Seite 18.

102 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 220 ff.

103 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 245 ff.

104 Siehe [Dobson et al.; 1993], Seite 1/2.

105 Vergleiche [Dobson et al.; 1993].

106 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 280.

107 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 280.

108 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 255 ff.

2.2. Warehouse Management Systeme (WMS)¹⁰⁹

Warehouse Management Systeme sind Softwareprodukte, die innerhalb der Intralogistik von Unternehmen eingesetzt werden, wobei die Intralogistik ein Teilgebiet der Logistik ist, dessen Fokus auf Prozessen und Materialflüssen innerhalb der Unternehmens- und Lagerstandorte liegt. Um einen detaillierten Blick auf diese Systeme zu ermöglichen, wird im Folgenden verstärkt auf die *VDI-Richtlinie 3601 Warehouse-Management-Systeme*¹¹⁰ verwiesen. Diese definiert, insbesondere für den deutschen Markt, was Warehouse Management Systeme sind, welche Funktionsumfänge diese mindestens enthalten und wie ihre Systemumgebungen beschaffen sind. Die Richtlinie wurde durch Mitarbeiter des Teams warehouse logistics¹¹¹ am Fraunhofer IML in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern des Beirats warehouse logistics¹¹² gemeinsam erarbeitet. Damit vereint diese Impulse und Begriffsdefinitionen aus dem Forschungskontext sowie aus Veröffentlichungen des Fraunhofer IML mit den Ansichten und Begriffsprägungen verschiedener Unternehmen, die WMS anbieten.

„Die Aufgabe eines WMS besteht [basierend auf der VDI-Richtlinie 3601] [...] in der Führung und Optimierung von innerbetrieblichen Lagersystemen“¹¹³, wobei in Abgrenzung zum Lagerverwaltungssystem neben „den elementaren Funktionen einer Lagerverwaltung“¹¹³, bestehend aus „Mengen- und Lagerplatzverwaltung sowie Fördermittelsteuerung und disposition [,] [...] auch umfangreiche Methoden und Mittel zur Kontrolle der Systemzustände und eine Auswahl an Betriebs- und Optimierungsstrategien“¹¹³ durch das WMS bereitgestellt werden. Vielfach als Standardsoftware angeboten, wird für WMS zwischen der (Weiter-)Entwicklung des Grundproduktes und der Entwicklung zur Anpassung an Kundenbedürfnisse unterschieden.

Ausgehend von den vom Fraunhofer IML veröffentlichten Analysen des WMS-Markts hat sich eine Unterscheidung der WMS-Anbieter in *Suite-Anbieter*, *Lagertechnik-Anbieter* und „pure“ *WMS-Anbieter* etabliert.¹¹⁴ Dabei bieten Suite-Anbieter ihr WMS als „Teil einer größeren Software-Suite“¹¹⁵ an, zu der zum Beispiel Softwareprodukte wie unter anderem Enterprise Resource Planning Systeme (ERP), Supply Chain Management Systeme (SCM) und Transport Management Systeme (TMS) gehören können. Darüber hinaus sind ihre WMS häufig auch eigenständig und von der Suite losgelöst verwendbar. Auch Lagertechnik-Anbieter weisen eine große Produktpalette auf, deren Schwerpunkt allerdings auf der Lager- und Fördertechnik liegt, also auf Metall- und Maschinenbau-Komponenten wie Regalen, Regalbediengeräten oder Förderanlagen. Ihre WMS sind im Allgemeinen stark auf die Technikkomponenten abgestimmt und werden zusammen mit diesen angeboten.¹¹⁶ Die verbleibende Restgruppe wird als „pure“ WMS-Anbieter bezeichnet. Diese bieten verstärkt WMS an, obgleich einige von ihnen weitere, lagerrelevante Softwareprodukte, wie „Staplerleitsystem[e] und Kommissioniersystem[e]“¹¹⁷, anbieten.¹¹⁶

109 Ausarbeitungen zur Definition von WMS erfolgten bereits durch die Autorin in den Arbeiten [Wohlgemuth, 2014], Seite 12 ff. und [Wohlgemuth, 2016a], Seite 6 ff. Um Wiederholungen zu vermeiden wird an dieser Stelle auf eine vollumfängliche Darstellung verzichtet und es werden stattdessen thematische Schwerpunkte gesetzt.

110 Vergleiche [VDI 3601; 2015].

111 Als *Team warehouse logistics* werden Mitarbeiter des Fraunhofer IML und kooperierender Unternehmen bezeichnet, sofern sie in die Arbeiten rund um die Online-Plattform warehouse logistics involviert sind. Kernelement der Plattform warehouse logistics ist die WMS Datenbank (siehe [IML whl; 2016]) mit dem zugehörigen Vergleichstool für die Auswahl eines WMS.

112 Der Beirat warehouse logistics stellt ein Beratungsgremium sowie einen Impulsgeber für die WMS Plattform warehouse logistics dar. Dieser besteht aus einer wechselnden Zusammensetzung von Anbietern, die mit ihren WMS auf der Plattform warehouse logistics gelistet sind (vergleiche unter anderem [IML whl; 2016]).

113 Siehe [VDI 3601; 2015], Seite 2 f.

114 Die Charakteristika der verschiedenen Anbietertypen wurde in [Wohlgemuth, 2016b], Seite 9 ff. bereits vorgestellt und werden hier nur knapp umrissen.

115 Siehe [Geißen et al.; 2014], Seite 5.

116 Vergleiche [Geißen et al.; 2010], Seite 144 ff.

117 Siehe [Geißen et al.; 2010], Seite 144.

WMS werden im Allgemeinen als erweiterbare Standardsoftware angeboten. Dabei sind auf dem WMS-Markt sowohl Anbieter zu finden, die ausgehend von kundenspezifischen Anpassungen, häufig gefragte Leistungsumfänge in den Standard überführen, als auch solche, die eine eigene Produktlinienentwicklung durchführen. Des Weiteren, ist es aufgrund der Vertriebs- und Partnerschaftsmodelle auch möglich, dass die Produktentwicklung und die kundenspezifische Erweiterung für das gleiche WMS von unterschiedlichen WMS-Anbietern durchgeführt werden. So erfolgt im Fall der SAP EWM Lösung die Produktlinienentwicklung primär durch die SAP, während die kundenspezifischen Erweiterungen für SAP EWM verstärkt durch Vertriebs- und Entwicklungspartner erfolgen.¹¹⁸

Die weitere Betrachtung von WMS erfolgt auf der Basis der in Kapitel 2.1, als *Vorbereitung* aufgeführten Themenfelder sowie den im selben Kapitel vorgestellten *Anforderungsarten*. Hierbei ist zu beachten, dass an dieser Stelle nur eine projektunabhängige, allgemeine Betrachtung vorgenommen werden kann, die für individuelle Anwendungsfälle projektspezifisch angepasst werden müsste.

WMS werden in verschiedenen Kontexten eingeführt und eingesetzt. Dabei können unter anderem die Art des Projekts, die Betriebsart, die Branche und der Automatisierungsgrad unterschieden werden. Beispiele für Projektarten finden sich in den Referenzprojektvalidierungen des Teams warehouse logistics, wo unter anderem zwischen der Ablöse eines bestehenden Systems, der Ersteinführung eines WMS und dem Retrofit eines Systems differenziert wird.¹¹⁹ Geht es um die Betriebsart, so ist zum Beispiel eine Unterscheidung in produzierende Betriebe, Zulieferer, Handelsbetriebe oder Logistikdienstleister möglich. Hinsichtlich der Branche kann fast das gesamte Branchenspektrum betrachtet werden. So könnten WMS unter anderem für den Einzelhandel, für die Automobilindustrie oder im Kontext von Medizinprodukten eingesetzt werden. Im Hinblick auf den Automatisierungsgrad wird, angelehnt an die Dokumente zur Validierung und zur Referenzvalidierung des Teams warehouse logistics, zwischen manuellen, teilautomatischen und vollautomatischen Lagern unterschieden.^{119,120,121}

Für WMS lässt sich keine eindeutige und allgemeingültige Abgrenzung von ihrer Systemumgebung aufzeigen, da Unterschiede zwischen den einzelnen, auf dem Markt verfügbaren WMS und den projektspezifischen Systemumgebungen bestehen. Dennoch finden sich verschiedene Anhaltspunkte für eine Systemabgrenzung. So liefert die VDI-Richtlinie 3601 mit den *Kernfunktionen*¹²² eine Abgrenzung auf funktionaler Ebene.

Hierzu ist anzumerken, dass die in dieser Richtlinie aufgeführten Zusatzfunktionen nicht nur als Bestandteil von WMS existieren, sondern dass diese Kernfunktionen häufig auch als eigenständige Softwareprodukte verfügbar sind, die mit dem WMS verbunden werden können.¹²³ Dies unterstreicht, dass für WMS auch hinsichtlich der IT-Systemlandschaft und

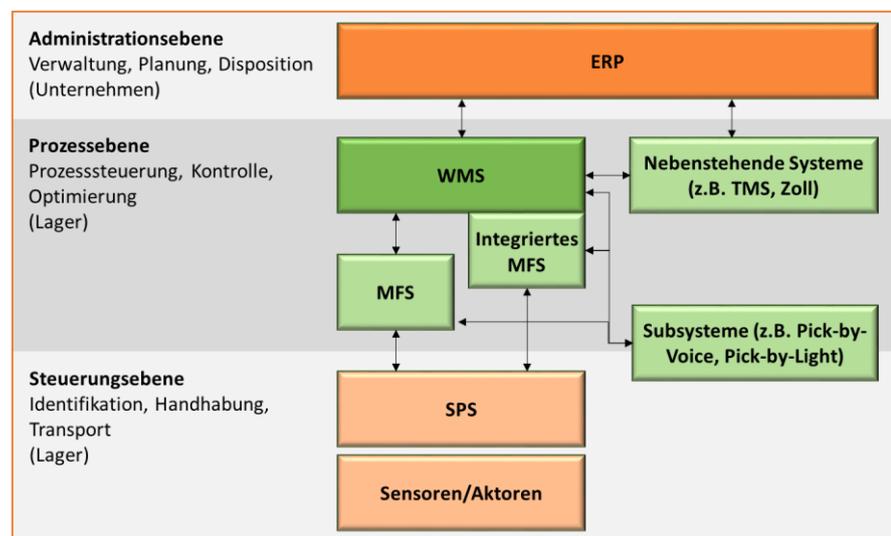


Abbildung 4: Systemlandschaft WMS nach [VDI 3601; 2015] Abbildung 1

118 Persönliche Kenntnisse aus Validierungsgesprächen bei diversen WMS-Anbietern einschließlich der SAP und diverser SAP-Partner.

119 Vergleiche unter anderem, Projektarten der Referenzprojekte in [IML whl; 2016].

120 Vergleiche unter anderem [IML V16; 2016].

121 Dieser Abschnitt beruht größtenteils auf Erfahrungen aus WMS-Projekten und der Validierung von WMS-Referenzprojekten diverser Anbieter im Rahmen der Tätigkeit am Fraunhofer IML.

122 Vergleiche [VDI 3601; 2015], Seite 9 ff.

123 Vergleiche [VDI 3601; 2015], Seite 28.

des zugehörigen Datenflusses Unterschiede bestehen. In Abbildung 4 wird das in der VDI-Richtlinie 3601 aufgeführte Beispiel einer Systemlandschaft wiedergegeben. Die doppelte Aufführung der Materialflusssteuerung (MFS) sowie die generischen Elemente für nebenstehende Systeme und Subsysteme visualisieren das Variantenspektrum.¹²⁴

Im WMS-Kontext existieren verschiedene Stakeholder, die Anforderungen an das System und das Projekt stellen. In Anlehnung an die Ausführungen von Robertson und Robertson¹²⁵ können Gruppen von Stakeholdern ermittelt werden, die, in unterschiedlichen Zusammensetzungen, in WMS-Projekten Einfluss auf die Anforderungen haben. Für den WMS-Kontext sind dies das *Kernteam der Entwicklung*, operative und administrative *Anwender* des WMS, Mitglieder der *Geschäftsleitung*, *Firmeninhaber*, Mitarbeiter anderer interner Firmenbereiche, wie unter anderem des *Vertriebs*, der *Rechnungsstelle* oder der *Personalplanung*, sowie externe Einflussnehmer, zu denen *Kunden*, *politische Entscheidungsträger* oder *Berater* gehören können. So stellen die Forderungen nach umfassenden Auswertungen zu Durchsatzzahlen oder Mitarbeiterauslastungen Anforderungen dar, wie sie insbesondere seitens der Logistik- oder der Firmenleitung genannt werden, während die Vorgabe, eine Lieferung zu einem definierten Zeitpunkt (Just-in-Time) und in einer vorbestimmten Reihenfolge (Just-in-Sequence) auszuführen, eine typische Anforderung innerhalb der Automobilindustrie darstellt. Diese Anforderung wird von dem Automobilhersteller als Kunde an den Zulieferer gestellt und ist bereits im WMS des Zulieferers zu berücksichtigen.

Softwaresysteme werden häufig über ihren Funktionsumfang definiert, sodass sich auch für WMS *funktionale Anforderungen* aufzeigen lassen. In Anlehnung an die VDI Richtlinie 3601 kann dabei zwischen *Kern-* und *Zusatzfunktionen* unterschieden werden, wobei die Kernfunktionen „den minimalen Lieferumfang eines [...] WMS“¹²⁶ umfassen und neben datenverwaltenden Funktionen auch Funktionen zur Prozessunterstützung vom Wareneingang, über „lagerinterne Prozesse“¹²⁷ bis hin zum Warenausgang einschließen. Die in der VDI Richtlinie 3601 aufgeführten Zusatzfunktionen stellen eine Sammlung von häufig verfügbaren oder geforderten Funktionen dar, die „installiert oder aktiviert“¹²⁸ werden, wenn das Unternehmensumfeld des Kunden dies verlangt.¹²⁹

Eng mit den oben genannten Funktionen verbunden sind die relevanten Daten im WMS-Kontext, aus denen sich *Datenanforderungen* ergeben. Hier zeigen die datenverwaltenden Funktionen innerhalb der Kernfunktionen auf, dass insbesondere Daten zur *Lagerstruktur*, zu *Stammdaten*, zu *Bestandsdaten* und zu *Transportdaten* relevant sind.¹²⁹ Stark mit den Datenanforderungen verknüpft sind auch aktuelle Ansätze, bei denen WMS verstärkt Massendaten erfassen, auswerten und darauf basierend (Echtzeit-) Entscheidungen im WMS getroffen werden.¹³⁰

Organisatorische Anforderungen werden im WMS-Kontext stark durch die Materialflussprozesse beeinflusst. So variiert die Reihenfolge, in der Aktivitäten der Kern- und Zusatzfunktionen ausgeführt werden, deutlich zwischen verschiedenen Unternehmen. Zum Beispiel kann die Wareneingangsbuchung auf Basis einer Avise beim Eintreffen des LKWs auf dem Gelände erfolgen, womit die Bestände des LKWs unmittelbar für neue Aufträge verfügbar sind, oder sie kann nach erfolgreicher Entladung, Dekonsolidierung und Qualitätsprüfung stattfinden, womit die Ware beim Eintreffen des LKWs, obgleich sie sich physisch bereits am Standort befindet, noch nicht für die Auftragsfreigabe berücksichtigt wird.

Abhängig von dem Einsatzkontext sind unterschiedliche *rechtliche Anforderungen* zu berücksichtigen. So sind zum Beispiel in *Gefahrstofflagern* Zusammenlagerungsverbote, Minimal- und Maximalmengen für Stoffe oder Vorgaben bezüglich der zu verwendenden Löschmittel zu berücksichtigen. Für Kühl-

124 Vergleiche [VDI 3601; 2015].

125 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 44 ff.

126 Siehe [VDI 3601; 2015], Seite 9.

127 Siehe [VDI 3601; 2015], Seite 10.

128 Siehe [VDI 3601; 2015], Seite 28.

129 Vergleiche [VDI 3601; 2015].

130 So bietet die SAP AG in ihrem WMS-Produkt EWM mit der eigenen In-Memory-Datenbank HANA eine schnelle Datenauswertung an, die unter anderem für Reports und Simulationen verwendet werden kann. Vergleiche [IGZ; 2016].

und Tiefkühlager bestehen Anforderungen aus dem Bereich des *Arbeitsschutzes*, sodass zum Beispiel Aktivitäten und Verweildauer einzelner Mitarbeiter in diesen Bereichen zu überwachen und gegebenenfalls Alarmer auszulösen sind. Für die Lebensmittelindustrie gelten unter anderem Hygienevorschriften. Über viele Branchen hinweg gibt es Vorgaben zu einer lückenlosen Rückverfolgbarkeit von Produkten und Halbfertigprodukten, wie dies zum Beispiel für Automobilbauteile der Fall ist. Darüber hinaus existiert eine Vielzahl weiterer rechtlicher Anforderungen.¹³¹

Wie bereits oben angemerkt, ist das WMS in seinem Ökosystem zu betrachten. Hier ergeben sich durch die starke Abhängigkeit zwischen der Software und der Lager- und Fördertechnik *technologische Anforderungen*, die über die Computerhardware hinausreichen. Abhängig von der eingesetzten Lager- und Fördertechnik sind verschiedene Strategien oder Übertragungswege zur Interaktion mit den Technikkomponenten zu verwenden. So erfordern *mehrfach tiefe Lager* (mehrere Stellplätze hintereinander) andere Ein- und Auslagerstrategien als *einfach tiefe Lager*. Und auch der Einsatz einer Datenbrille für ein Pick-by-Vision-System stellt andere Anforderungen als eine Lichtanlage für ein Pick-by-Light-System.¹³¹

Die *Qualitätsanforderungen* an WMS stammen insbesondere aus den Bereichen Performance, Ausfallsicherheit, Fehlerfreiheit, Datenschutz und Bedienbarkeit. Darüber hinaus lassen sich kundenindividuell weitere Themenfelder identifizieren, aus denen Qualitätsanforderungen an WMS gestellt werden können.¹³²

2.3. Empirische (Sozial-)Forschung

Obgleich die Informatik eine Wissenschaft ist, die in der Tradition der Mathematik und Elektrotechnik steht, darf nicht vernachlässigt werden, dass die Informatik auf soziotechnische Systeme ausgerichtet ist. So haben bereits Friedrich, Herrmann, Peschek und Rolf im Jahr 1995, ausgehend von Definitionen der Informatik und Diskussionen zu deren Selbstverständnis im Wandel der Zeit, eine Entwicklung von ihren technisch-mathematischen Wurzeln hin zu einer in der Gesellschaft verankerten und auf diese einwirkende Informatik aufgezeigt.¹³³ Eine Entwicklung, die in den letzten Jahren, nicht zuletzt durch Konzepte wie das *Internet der Dinge*, *Augmented Reality*, *Soziale Netzwerke*, *Industrie 4.0* und eine höhere *Pro-Kopf-Verfügbarkeit* von Informatiksystemen an Bedeutung gewonnen hat. Hierbei handelt es sich um Konzepte, die auch verstärkt in das WMS-Umfeld integriert werden.¹³⁴ So reichen die klassischen mathematisch und elektrotechnisch geprägten Methoden nicht aus, wenn Bereiche der Informatik, in denen Menschen eine zentrale Rolle einnehmen, wie das Requirements Engineering, untersucht werden. Die starke Verzahnung zwischen Mensch, Software und Maschine erfordert darüber hinaus auch Methoden, die für die Untersuchung von sozialen Systemen konzipiert und etabliert sind. In diesem Bereich verfügt die Sozialforschung über vielfältige Methoden, von denen im Folgenden eine für den Kontext dieser Arbeit relevante Auswahl zusammen mit grundlegenden Konzepten der empirischen Forschung vorgestellt wird.

Von ihrer Wortbedeutung abgeleitet, basiert die empirische Forschung auf Erfahrungen, zum Beispiel in Form von Beobachtungen.¹³⁵ Dabei werden die notwendigen Erfahrungsdaten systematisch erhoben, ausgewertet und anschließend interpretiert.¹³⁶ Dieser Ansatz findet sich, in unterschiedlichen Ausprägungen, in verschiedenen Wissenschaftsbereichen, in denen er sowohl zur Erkenntnisgewinnung als auch zu deren Verifikation angewendet wird. Dabei existieren insbesondere innerhalb der Sozialforschung eine Vielzahl von Fachpublikationen, in denen Methoden und Vorgehensweisen beleuchtet werden. Die in der Sozialforschung etablierten Methoden werden dabei unter anderem „zur wissenschaftlich korrekten Durchführung von Untersuchungen [...] sozialer Phänomene“¹³⁷ eingesetzt, wobei dies für

131 Vergleiche unter anderem den Validierungsfragbogen für WMS am IML [IML V16; 2016].

132 Diese Aussage basiert auf dem Abgleich von WMS-Lastenheften, die am Fraunhofer IML erstellt wurden.

133 Vergleiche [Friedrich et al.; 1995], Seite 3 ff.

134 Vergleiche [Wohlgemuth; 2016a], Seite 2 ff.

135 Vergleiche [Duden; 2016] für *empirisch*.

136 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite XVII.

137 Siehe [Häder; 2015] Seite 12.

„unterschiedliche[...] Wissensgebiete“¹³⁷, wie unter anderem auch der Informatik, erfolgen kann.¹³⁸ Obgleich eine Unterscheidung der Methoden in „[q]ualitative und quantitative“¹³⁹ möglich und üblich ist,¹⁴⁰ existieren weitere Formen der Kategorisierung innerhalb der empirischen Forschung. Zu diesen gehört unter anderem die Differenzierung hinsichtlich der Untersuchungsziele. So verwenden Raab-Steiner und Benesch eine Unterteilung dieser Ziele in die Bereiche „Deskription“¹⁴¹, „Überprüfung“¹⁴¹, „Evaluation“¹⁴¹ und „Exploration“¹⁴¹. In diesem Kontext ist anzumerken, dass andere Quellen¹⁴² auch abweichende Zielbereiche aufführen. Einen weiteren wesentlichen Aspekt im Rahmen der empirischen Forschung stellt ihre Qualitätssicherung dar.^{143,144} Im Folgenden werden die einzelnen Methoden- und Ziel-Kategorien sowie ausgewählte Aspekte zur Sicherstellung der Qualität erläutert.

Merkmale und Methoden

Die Unterscheidung in qualitative und quantitative Forschungen basiert nach Bortz und Döring auf der Art der Daten und ihrer Verwendung. So „werden verbale bzw. nichtnumerische Daten“¹⁴⁵ im Rahmen der *qualitativen Forschung* interpretiert und für die *quantitative Forschung* „Messwerte statistisch analysiert“¹⁴⁵. Dabei stellen die Messwerte numerische oder leicht und eindeutig in numerische Daten konvertierbare Antworten auf einer Ratingskala dar, deren Pendant in der qualitativen Forschung frei von den Befragten formulierte, verbale Antworten darstellen. Relevant für die Entscheidung, welche Methode für eine Untersuchung zu wählen ist, sind deren Vor- und Nachteile. Dabei fallen diese insbesondere abhängig von dem Untersuchungsziel und der Zielgruppe unterschiedlich ins Gewicht. Relevante Aspekte sind hier der für die Untersuchung verfügbare und benötigte Zeitaufwand, die Vergleichbarkeit von Antworten, die Möglichkeit, nicht vorhergesehene Antworten erfassen zu können, das Nähe-Distanz-Verhältnis zwischen Forscher und Teilnehmer sowie die Kommunikationsstärke der Probanden. So führen Bortz und Döring ergänzend zur isolierten Betrachtung der beiden Ansätze zudem an, die vermeintliche Gegensätzlichkeit der qualitativen und quantitativen Herangehensweisen sei „nur äußerst vorsichtig zu verwenden“¹⁴⁶ und vielmehr seien die Methoden zu kombinieren. Damit können bei der kombinierten Verwendung der beiden Grundkonzepte Vor- und Nachteile ausgeglichen werden.¹⁴⁷

Unterscheidung der Forschungsarten hinsichtlich der Ziele

Sofern „keine oder nur wenige empirische Erkenntnisse vorliegen“¹⁴⁸, können *explorative Forschungen* durchgeführt werden, um ein Themenfeld zu erkunden und „erste Einblick[e]“¹⁴⁸ zu gewinnen. Explorative Forschungen werden insbesondere als Vorbereitung auf weitere Untersuchungen eingesetzt und bieten eine Grundlage, um vertiefende Zielsetzungen oder Hypothesen abzuleiten.^{142,149} Zu ihnen gehört auch die „hypothesenerkundende oder induktive Funktion empirischer Forschung“¹⁵⁰. Für die explorative Forschung wird vielfach der Einsatz von qualitativen Methoden und vereinzelt quantitativen Methoden empfohlen.^{151,149}

Besteht das Ziel einer empirischen Arbeit darin, zu beschreiben, wie sich ein Sachverhalt darstellt, so handelt es sich um eine *deskriptive Forschung*.¹⁵² Dazu führen Jacob, Heinz und Décieux an, dass eine

-
- 138 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite V.
 - 139 Siehe [Häder, 2015], Seite 15.
 - 140 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 137 ff. Kapitel 4 und 5.
 - 141 Siehe [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 35.
 - 142 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 62.
 - 143 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 32 f.
 - 144 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 35.
 - 145 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 295 ff.
 - 146 Siehe [Bortz et al.; 2006], Seite 299.
 - 147 Vergleich [Bortz et al., 2006], Seite 298.
 - 148 Siehe [Jacob et al.; 2013], Seite 62.
 - 149 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 50 f.
 - 150 Siehe und vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 30 ff.
 - 151 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 295 ff.
 - 152 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 35.

abgrenzende Definition von dem Untersuchungsbereich, der Grundgesamtheit und der Stichprobe erforderlich sei.¹⁵³ So beschreiben deskriptive Daten die Ausprägungen, in denen die untersuchten Eigenschaften, Meinungen oder Ähnliches in der Untersuchungsgruppe vorkommen. Für die deskriptive Forschung wird der Einsatz von quantitativen Methoden empfohlen.¹⁵⁴

Überprüfende Forschungen, zum Beispiel die *hypothesentestende Forschung*, setzen, wie der Begriff schon sagt, eine „gut begründete[...]“¹⁵⁵ Hypothese oder Ähnliches voraus, die es zu überprüfen gilt.¹⁵⁶ ¹⁵⁷ Dieser Ansatz wird auch als „deduktive Funktion empirischer Forschung“¹⁵⁸ bezeichnet. Hierbei stellt die saubere Ableitung der Hypothese aus den bisherigen Kenntnissen über den Untersuchungsbereich, die Basis für die Validität der späteren Untersuchungsergebnisse dar. Ausgehend von dieser Hypothese werden dann Untersuchungsaspekte abgeleitet, die zur Überprüfung oder Widerlegung dieser Hypothese betrachtet werden. Diesbezüglich merken Jacob, Heinz und Décieux an, dass bei dieser Art der Forschung das Interesse nicht allein auf der Beschreibung von Phänomenen liege, sondern es vielmehr darum gehe diese „ursächlich zu erklären“¹⁵⁹.¹⁵⁶ Nach der Ableitung geeigneter Untersuchungsfragen können hier verstärkt quantitative Techniken eingesetzt werden. Hier ist zu beachten, dass „Hypothesentestende Forschung [...] deskriptive Forschung immer mit ein[schließt]“¹⁵⁹.

Die „Überprüfung der Wirksamkeit von [...] Prozessen [...]“¹⁶⁰ und Vergleichbarem steht im Fokus der *evaluativen Forschung*, wobei diese eine Erfassung der Situation beziehungsweise der relevanten Daten zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfordert, um Veränderungen, zum Beispiel als Folge der Prozesse, erfassen zu können.¹⁶¹ Hier sollten sowohl quantitative als auch qualitative Erhebungstechniken zum Einsatz kommen. Dies sichert zum einen die Vergleichbarkeit der erhobenen Daten zu unterschiedlichen Zeitpunkten ab, bietet darüber hinaus aber auch die Möglichkeit im Vorfeld nicht vorhersehbare Auswirkungen erfassen zu können.

Unterscheidung der Vorgehensweise

Abhängig von der Argumentationsrichtung sowie der Reihenfolge in welcher Informationen oder Arbeitsschritte aufeinander aufbauen, kann in empirischen Untersuchungen zwischen einem induktiven und einem deduktiven Vorgehen unterschieden werden. Diese Unterscheidung kann sich dabei auf den Gesamtprozess der Untersuchung oder auf Teilbereiche beziehen. So handelt es sich bei der hypothesenprüfenden Forschung um einen deduktiven Ansatz, während die hypothesenerkundende Forschung, als Teil der explorativen Forschung, einem induktiven Ansatz folgt.^{162, 163}

Sicherstellung der Qualität

Um die Qualität einer empirischen Arbeit sicherzustellen, sind verschiedene Bereiche und Qualitätsaspekte zu betrachten. So führen Autoren wie Raab-Steiner und Benesch die Erweiterung „bestehende[n] Wissen[s] [...] [im] Untersuchungsfeld“¹⁶⁰ als Qualitätsmerkmal an,¹⁵⁷ während Jacob, Heinz und Décieux unter anderem die Stichprobenziehung als Grundlage für die Ergebnisqualität verstehen.¹⁶⁴ Darüber hinaus finden sich bei Bortz und Döring drei Hauptkriterien für die Qualität von Fragebögen. Diese sind „Objektivität, Reliabilität und Validität“¹⁶⁵, wobei sich jedes dieser Qualitätskriterien wieder in Unterkriterien zergliedert. So gibt die Objektivität an, ob und in welchem Maße die „Testergebnisse

153 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 62.

154 Vergleiche [Bortz et al. 2006], Seite 137 ff.

155 Siehe [Bortz et al.; 2006] Seite 50.

156 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 63.

157 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 35.

158 Siehe [Bortz et al.; 2006], Seite 30.

159 Siehe [Jacob et al.; 2013], Seite 63.

160 Siehe [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 35.

161 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 64 f.

162 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 300 f.

163 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 30 f.

164 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 66 ff.

165 Siehe [Bortz et al.; 2006], Seite 195 f.

vom Testanwender unabhängig¹⁶⁵ sind, während die Reliabilität Auskunft über die Zuverlässigkeit der Messung gibt und die Validität eine Aussage über die Gültigkeit der Ergebnisse für die Untersuchungsgruppe (zum Beispiel WMS-Anbieter in Deutschland) liefert.¹⁶⁶ Für jede Untersuchung ist eine kontextabhängige Betrachtung einer Auswahl dieser Kriterien notwendig, um sicherstellen zu können, dass die ermittelten oder abgeleiteten Ergebnisse der Untersuchung korrekt und verwertbar sind.

Operationalisierung

Sollen Daten mit Hilfe von Fragebögen erhoben werden, dann muss sichergestellt werden, dass die abgefragten Daten dazu geeignet sind, die Untersuchungsziele zu erreichen. So müssen für quantitative Umfragen messbare Untersuchungsfragen aus den Untersuchungszielen abgeleitet werden und es muss sichergestellt werden, dass die so entwickelten Untersuchungsfragen den Untersuchungsraum vollständig abdecken und keine inhaltsverzerrenden Redundanzen zwischen den Fragen bestehen.¹⁶⁷ Zu diesem Zweck wird sowohl in dem von Basili und Weiss entworfenen „Goal-Question-Metric (GQM) approach“¹⁶⁸, den in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Fraunhofer IESE daraus weiterentwickelten GQM⁺Strategien sowie in diversen Quellen der Sozialwissenschaften^{169,170,171} über empirische Forschung aufgezeigt, wie aus Zielen beziehungsweise Annahmen und Kernfragen normierte, also messbare, Untersuchungsfragen abgeleitet werden können. Dabei wird ein Qualitätsmodell geschaffen an dem sich die Messungen ausrichtet. Dieses Qualitätsmodell kann sowohl aus der Perspektive der Stakeholder als auch aus der übergeordneten Sicht des Forschers gebildet werden. In allen Vorgehensmodellen wird zur Bezeichnung dieses Ableitungsprozesses der Begriff *Operationalisierung* verwendet.^{169,170,171,172,173,174} Dabei steht diese Bezeichnung für die Idee, eine Definition eines Begriffs anhand der „mit ihm verbundenen Operationen“¹⁷⁵ vorzunehmen,¹⁷⁶ wobei dies „eine [...] Bedeutungsanalyse des zu definierenden Begriffs“¹⁷⁷ voraussetzt. Der elementare Unterschied zwischen den einzelnen Ansätzen besteht zunächst darin, dass die im GQM-Modell aufgezeigten Ziele aus dem Kontext der Softwareentwicklung stammen, in dem bereits aus der Struktur der Software heraus Operationen existieren, die betrachtet werden können. So ist es zum Beispiel möglich, dass die Anzahl von Schleifen, bestehende Schnittstellen oder verwendete Datenstrukturen am Ende dieser Ableitungskette stehen. In sozialwissenschaftlichen Untersuchungen fehlt es wiederholt an natürlich existierenden und messbaren Basiselementen, auf die hin Untersuchungsziele oder Annahmen operationalisiert werden können.¹⁷⁰ Hier liegt es vielmehr in der Verantwortung des Fragebogenerstellers, im Rahmen der Operationalisierung durch Bedeutungsanalysen und (gegebenenfalls künstlich geschaffene) Abgrenzungen sowie die Einführung von Normierungsskalen messbare Operationen zu identifizieren. Dabei muss im Sinne einer wissenschaftlich korrekten Arbeitsweise durch eine Argumentationskette nachgewiesen werden, dass die vorgenommenen Operationalisierungen korrekt sind und die damit identifizierten Elemente und Normierungen dazu geeignet sind, das Untersuchungsziel zu erreichen.^{178,179,176} Die GQM⁺Strategie ist auf die Untersuchung von Unternehmensstrategien hin ausgerichtet. Wobei das zugehörige Konzept¹⁸⁰ sowohl Gemeinsamkeiten zu dem GQM als auch zu den, in den Sozialwissenschaften etablierten Ansätzen aufweist.

166 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 195 ff.

167 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 253 ff.

168 Siehe [Basili et al.; 2014], Seite 3.

169 Vergleiche unter anderem [Bortz et al.; 2006], Seite 60 ff.

170 Vergleiche unter anderem [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 114 ff.

171 Vergleiche unter anderem [Jacob et al.; 2013], Seite 23 ff.

172 Vergleiche unter anderem [Basili et al.; 2014], Seite 66 f.

173 Vergleiche [Basili et al.; -].

174 Vergleiche unter anderem [Dow; 2007], Folie 12.

175 Siehe [Bortz et al.; 2006], Seite 62.

176 Vergleiche [Bortz et al. 2006], Seite 62 ff.

177 Siehe [Bortz et al.; 2006], Seite 63.

178 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 3.

179 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 32 f.

180 Vergleiche [Basili et al.; 2014], Seite 15 ff.

Potentiale

Im Fokus dieser Arbeit stehen Optimierungspotentiale. Dabei ist ein Potential zunächst eine vorhandene oder gebotene Möglichkeit.¹⁸¹ Bezogen auf die Optimierung von Prozessen oder Vorgehensweisen stellt ein Potential die Differenz zwischen der gegenwärtigen Ausprägung dieses Vorgehens und einer möglichen besseren oder optimalen Ausprägung des Vorgehens dar. Innerhalb der Informatik existiert mit SPICE eine Norm die Aspekte der Prozessbewertung sowie der Prozessverbesserung enthält.¹⁸² Ausgerichtet auf den Softwareentwicklungsprozess werden auch die Ermittlung und Analyse von Anforderungen in einer groben Form betrachtet.¹⁸³ Die dort verwendeten Unterasspekte sind, bezogen auf das Requirements Engineering allerdings grob und erlauben kein umfassendes Abbild des Prozesses. Des Weiteren ist anzumerken, dass eine Prozessbewertung nach SPICE bei den WMS-Anbietern aktuell nicht verwendet wird, hier aber verstärkt Vorgehensweisen und Methoden aus der Betriebswirtschaft eingesetzt werden, wenn es um die Optimierung von Prozessen geht. So sind als Ansätze zur Identifizierung von Potentialen die Potentialanalyse sowie das Benchmarking bekannt. Beide Ansätze lassen sich grob in die Erfassung des Ist-Zustandes, die Erfassung von Referenzwerten und den Vergleich zwischen diesen Werten unterteilen. Referenzwerte können dabei Angaben zu einem Ideal, wie es zum Beispiel in der Fachliteratur der zugehörigen Disziplin aufgezeigt wird, sein oder die Referenzwerte beziehen sich auf Daten über ein oder über mehrere vergleichbare Prozesse, wobei diese Daten mit geeigneten Methoden zu erheben sind.

2.4. Vergleichbare Arbeiten

Als mit der vorliegenden Master-Thesis vergleichbar werden Arbeiten betrachtet, in denen mit Hilfe empirischer Methoden untersucht wird, wie der Requirements Engineering-Prozess oder einzelne Schritte dieses Prozesses von Softwareherstellern durchgeführt werden. Dabei sind insbesondere jene Arbeiten von Interesse, die anwendungsorientiert Optimierungspotentiale für das Requirements Engineering thematisieren. In den Fachveröffentlichungen finden sich mehrere Beispiele entsprechender Studien, von denen im Folgenden eine Auswahl von 8 Untersuchungen (vergleiche Tabelle 1) betrachtet wird. Hierzu ist anzumerken, dass in keiner der gesichteten Veröffentlichungen dieses Themenfeld mit einem Fokus auf WMS-Anbieter analysiert wird. Die vergleichbaren Arbeiten werden unter anderem herangezogen, um die vorliegende Master-Thesis in den Stand der wissenschaftlichen Forschung einzuordnen. Darüber hinaus werden diese Arbeiten ebenfalls als Impulse für die Untersuchungsfragen sowie als Vergleichsbasis für die erhobenen Daten im Rahmen der Auswertung und der Ableitung von Optimierungspotentialen und Handlungsempfehlungen verwendet.

Quelle(n)	Teilnehmende Unternehmen	Fokus auf ...		
		Region	Branche	Unternehmensgröße
[Kamsties et al.; 1998]	10	Deutschland ¹⁸⁶	-	KMU
[Hall et al.; 2002]	12	k.A.	-	-
[Aranda et al.; 2007]	8	Toronto (CAN)	-	Klein
[Solemon et al.; 2008]	63	Malaysia	-	-
[Cox et al.; 2009]	10	Australien	-	-
[Svensson et al.; 2011]	11	-	-	-
[Todoran et al.; 2013]	19	-	Cloud Provider	-
[Basharat et al.; 2013]	15	Pakistan	-	KMU

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungsgruppen in vergleichbaren Arbeiten

Bei den hier betrachteten Studien sind die Auswahl der Stichproben und die Stichprobengröße auffällig (vergleiche Tabelle 1). So wurde vielfach eine geringe Anzahl von Unternehmen untersucht und nur vereinzelt auf die Gesamtheit aller Unternehmen in dem Untersuchungsbereich oder auf die Art der

181 Vergleiche [Duden; 2016], zu „potenzial, potential“.

182 Vergleiche [ISO 15504; 2012].

183 Vergleiche [VDA; 2015].

Stichprobenziehung eingegangen. Ähnliche Beobachtungen führen auch Aranda, Easterbrook und Wilson an.¹⁸⁴ Aufgrund der geringen Teilnehmerzahlen, der starken Streuung der Teilnehmer innerhalb einzelner Studien und der als umfangreich zu beurteilenden Grundgesamtheit der jeweiligen Zielgruppen ist davon auszugehen, dass diese Untersuchungen keinen repräsentativen Charakter haben und somit vielmehr zu Hypothesenbildungen herangezogen werden können. So weisen unter anderem Hall, Beecham und Rainer darauf hin, dass ihre Daten „potential start-points for further study[s]“¹⁸⁵ liefern. Im Folgenden werden die einzelnen Forschungsbeiträge in chronologischer Reihenfolge vorgestellt und dabei Aspekte hervorgehoben, die für den WMS-Kontext relevant sein können.

In der von Kamsties, Hörmann und Schlich im Jahr 1998 veröffentlichten Studie wurden Aspekte des Requirements Engineerings bei kleinen und mittelständischen Unternehmen aus verschiedenen Bereichen der Softwareentwicklung in Deutschland¹⁸⁶ untersucht. Dies erfolgte im Rahmen von mehreren Workshops, an denen Mitarbeiter von 10 Softwareherstellern teilnahmen. Zum Einsatz kamen sowohl Techniken der Selbstbeschreibung durch die Teilnehmer als auch kurze Trainings und die experimentelle Anwendung von Requirements Engineering Techniken. Dabei konnten die Autoren unter anderem ermitteln, dass innerhalb des Teilnehmerkreises gehäuft marktgetriebene Produkte entwickelt wurden,¹⁸⁷ umfangreiche Software Requirements Spezifikationen fehlten,¹⁸⁷ Schwierigkeiten bei der Integration neuer Mitarbeiter in laufende Projekte existierten¹⁸⁷ und die Anforderung bestand, Requirements Spezifikationen mit geringem Aufwand zu erstellen.¹⁸⁷ Darüber hinaus wurden aus dem Anwendungskontext getriebene Fragen aufgeworfen, die sich auf den notwendigen Umfang der Spezifikationen,¹⁸⁷ auf Möglichkeiten der Spezifikation von grafischen Benutzerschnittstellen¹⁸⁷ und auf „re-engineer [of] a requirements document for an existing system“¹⁸⁸ bezogen.¹⁸⁹

Im Jahr 2002 veröffentlichten Hall, Beecham und Rainer die Ergebnisse einer empirischen Studie, die bei 12 Softwareherstellern durchgeführt wurde. Die von ihnen betrachteten Unternehmen weisen eine große Streuung hinsichtlich der Größe, des Alters und der angebotenen Softwaretypen auf. Zur Datenerhebung wurden Fokus-Gruppen, Interviews, Fragebögen und vereinzelt Dokumentenauswertungen eingesetzt. Dabei wurden insgesamt 45 rollenreine Fokus-Gruppen aus Entwicklern, Projekt-Managern und Senior-Managern¹⁹⁰ involviert. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf Problemen im Requirements Engineering, wobei diese bezüglich der Problemstruktur, des Reifegrads der Prozesse und der Aussagen von Mitarbeitern verschiedener Gruppen evaluiert und analysiert wurden. In diesem Zusammenhang konnten die Forscher für die Testgruppe ermitteln, dass ein Großteil (63%)¹⁹¹ der erhobenen Probleme im Requirements Engineering auf organisatorischen Bedingungen fußt und die Anzahl der Probleme mit zunehmendem Reifegrad der Organisation abnimmt. In Bezug auf die betrachteten Rollen beurteilten die Forscher das „understanding of requirements process problems“¹⁹² der Entwickler am besten und schlugen vor, diese in die Entwicklung des Requirements Engineerings-Prozesses einzubeziehen. Hierzu ist anzumerken, dass eine Rolle wie die des Requirements Engineers nicht betrachtet wurde und unklar ist, wer innerhalb der Unternehmen für das Requirements Engineering verantwortlich ist.¹⁹³

In ihrem Konferenzbeitrag aus dem Jahr 2007 stellten Aranda, Easterbrook und Wilson die Ergebnisse aus der qualitativen Untersuchung des Requirements Engineerings bei 7 kleinen Softwareentwicklungsunternehmen¹⁹⁴ in und um Toronto (Kanada) vor. Dabei variierten die einzelnen, von ihnen aufgeführten Fallstudien stark hinsichtlich der Branche, der Produkte und der Softwareentwicklungskonzepte. Im

184 Vergleiche [Aranda et al.; 2007], Seite 47.

185 Siehe [Hall et al.; 2002], Seite 154.

186 Die Information zur Region stammt aus dem persönlichen Gespräch mit Herr Prof. Dr. Erik Kamsties vom 26.08.2016.

187 Vergleiche [Kamsties et al.; 1998], Seite 10.

188 Siehe [Kamsties et al.; 1998], Seite 10.

189 Vergleiche [Kamsties et al.; 1998].

190 Vergleiche [Hall et al.; 2002], Seite 153.

191 Vergleiche [Hall et al.; 2002], Seite 155.

192 Siehe [Hall et al.; 2002], Seite 156.

193 Vergleiche [Hall et al.; 2002].

194 Kleine Unternehmen sind gemäß [Aranda et al.; 2007], Seite 40 solche, mit weniger als 50 Mitarbeitern.

Vordergrund der Untersuchung stand die Ermittlung der Vorgehensweise und der verwendeten Techniken, wobei darüber hinaus auch das Unternehmensumfeld evaluiert wurde. Für die Erhebung der Daten wurden offene Interviews und vereinzelt Beobachtungen aus den Unternehmen eingesetzt. Primär konnten die Wissenschaftler feststellen, dass Requirements Engineering bei den betrachteten Unternehmen unterschiedlich durchgeführt wird, und eine Reihe von Hypothesen für weitere Untersuchungen ableiten, die sich auf Einflussfaktoren und deren Wirkung auf das Requirements Engineering bei kleinen Softwareunternehmen beziehen. So merkten sie an, dass die Eignung von Requirements Engineering-Techniken kontextbezogen beurteilt werden solle¹⁹⁵ und die Auswirkungen von einer „culture and business strategy“¹⁹⁶ zu erkunden seien. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der evolutionäre Gedanke, wonach die Vielfalt der vorgefundenen Techniken als Ergebnis der Anpassung an „specific niche“¹⁹⁷ verstanden werden kann. Darüber hinaus führten die Autoren Akzeptanz- und Einführungsaspekte auf, zu denen der Nachweis der Eignung der Techniken vor ihrer Einführung sowie ein langsamer Einführungsprozess gehören.¹⁹⁸

Aus dem Jahr 2008 stammt die von Solemon, Sahibuddin und Abd Ghani verfasste Studie über „Requirements Engineering Problems in 63 Software Companies in Malaysia“¹⁹⁹. Diese Untersuchung weist unter den betrachteten Studien den größten Teilnehmerkreis²⁰⁰ auf, obgleich auch hier nur eine geringe Rücklaufquote erreicht wurde. Für die Erhebung der Daten wurde eine schriftliche Umfrage durchgeführt, in der ergänzend zu den Problemen im Requirements Engineering und dem verwendeten Vorgehen auch unternehmensspezifische Aspekte abgefragt wurden.²⁰¹ Die im Anschluss an die detaillierte Vorstellung der erhobenen Daten aufgeführte Zusammenfassung lässt eine Analyse der Daten vermissen und verweist an dieser Stelle auf spätere Arbeiten. Als Auszug aus den vorgestellten Ergebnissen kann festgehalten werden, dass nur 25 Prozent der Befragten angaben, den „[u]ndefined RE process“²⁰² als Problem erlebt zu haben. Darüber hinaus führen die Autoren bereits an, dass die von ihnen erhobene Verteilung auf „requirements-based“²⁰³ und „organisational-based“²⁰³ Faktoren im Kontrast zu den von Hall, Beecham und Rainer¹⁹³ vorgestellten Ergebnissen stehe und somit also verstärkt „requirements-based“²⁰³-Schwierigkeiten angeführt worden seien.²⁰⁴

Cox, Niazi und Verner veröffentlichten im Jahr 2009 Untersuchungsergebnisse, die auf Interviews mit Experten für das Requirements Engineering aus 10 australischen Softwareentwicklungsunternehmen basieren.²⁰⁵ Hierbei war der Teilnehmerkreis bezüglich der Unternehmensgröße und der Branchenschwerpunkte weit gestreut. Dabei standen zwei Aspekte im Fokus der Untersuchung. Dies war zum einen die Evaluation, welche der von Sommerville und Sawyer bereits veröffentlichten „requirements practices“²⁰⁶ von den Befragten als *valuable*, also wertvoll oder nützlich, beurteilt wurde. Sowie zum andern die Prüfung, ob die von Sommerville und Sawyer vorgenommenen Klassifizierungen als „basic“²⁰⁷, „intermediate“²⁰⁷ oder „advanced“²⁰⁷ aus Sicht der Testgruppe zutreffend sind. Dabei konnten die Autoren mehrere Abweichungen feststellen, zu denen insbesondere Schwächen im Bereich der Anforderungsermittlung, Stärken im Bereich der Anforderungsmodellierung und eine abweichende Einschätzung der Notwendigkeit von Requirements Management Anwendungen gehören. So gab der Großteil der Untersuchungsgruppe an, die Basisanwendungen „identify and consult system stakeholders“²⁰⁷ und „record requirements sources“²⁰⁷ aus dem Bereich der Anforderungsermittlung nur *normal* und

195 Vergleiche [Aranda et al.; 2007], Seite 47.

196 Siehe [Aranda et al.; 2007], Seite 47.

197 Siehe [Aranda et al.; 2007], Seite 45.

198 Vergleiche [Aranda et al.; 2007].

199 Siehe [Solemon et al.; 2008], Seite 1.

200 Nur der später identifizierte RE-Kompass siehe [Adam et al.; 2015] hat einen größeren Teilnehmerkreis.

201 Vergleiche [Solemon et al., 2008], Seite 2.

202 Vergleiche [Solemon et al., 2008], Seite 4.

203 Siehe [Solemon et al.; 2008], Seite 5.

204 Vergleiche [Solemon et al.; 2008].

205 Vergleiche [Cox et al.; 2009], Seite 341.

206 Siehe [Cox et al.; 2009], Seite 340.

207 Siehe [Cox et al.; 2009], Seite 344.

nicht *standardisiert* zu verwenden. Bezüglich der Modellierung konnten die Autoren „all system modelling as basic“²⁰⁸ ermitteln. Obgleich auch ihre Ergebnisse deutliche Schwächen im Bereich des Requirements Managements in der Untersuchungsgruppe aufzeigten, sprechen sich die Autoren dafür aus, insbesondere das „change management“²⁰⁸ und die Verwendung von „requirements databases“²⁰⁸ als Basisanwendungen zu beurteilen, da sie „fundamental to project success“²⁰⁸ seien.²⁰⁹

Svensson, Gorschek, Member, Regnell, Torkar, Shahrokni und Feldt veröffentlichten um das Jahr 2011 mehrere Fachbeiträge²¹⁰, in denen sie Untersuchungsergebnisse zur Verwendung von Qualitätsanforderungen in Softwareunternehmen vorstellten. Dabei besitzt der im Jahr 2011 veröffentlichte Ergebnisbericht zur Priorisierung die höchste Relevanz für die hier vorliegende Master-Thesis. Zur Datenerhebung setzten die Forscher Interviews mit Mitarbeitern aus 11 Softwareunternehmen ein. Die teilnehmenden Unternehmen wiesen dabei eine hohe Streuung hinsichtlich der Unternehmensgröße auf und agierten in verschiedenen Branchen. Für den Teilnehmerkreis konnten die Autoren neben der Erkenntnis, dass verstärkt Ad-hoc-Methoden zur Priorisierung eingesetzt werden, auch „reasons for difficulties in prioritizing QR“²¹¹ identifizieren. In diesem Zusammenhang stellen Ad-hoc-Methoden keine klassisch erarbeiteten Methoden dar, sondern Vorgehensweisen, die spontan entwickelt und eingesetzt werden und deren Anwendung gegebenenfalls durch Erfolge manifestiert wird. Schwierigkeiten im Rahmen der Priorisierung wurden von den Teilnehmern der Studie unter anderem als Folge von Herausforderungen bei der Erhebung und der Spezifikation von Qualitätsanforderungen benannt. Dies kann, so auch die Auffassung der Autoren, auf fehlende Kompetenzen der verantwortlichen Mitarbeiter in diesem Bereich hinweisen.²¹²

Von den, im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit betrachteten Studien basiert die von Todoran, Seyff und Glinz erstellte als einzige auf Angaben von Softwareanbietern, die gleichartige Produkte vertreiben. Im Jahr 2013 veröffentlicht, wurden in dieser Fachpublikation Ergebnisse aus der qualitativen Untersuchung der Anforderungsaufnahme durch Cloud-Anbieter vorgestellt. Hierzu wurden Interviews mit Mitarbeitern aus 19 Unternehmen durchgeführt, die hinsichtlich der Mitarbeiterzahlen stark divergierten und in 10 verschiedenen Ländern ansässig waren. Bezüglich der verwendeten Methoden für die Anforderungsermittlung konnten die Wissenschaftler feststellen, dass Interviews, Fokus-Gruppen, Dokumentenanalysen und Prototyping am wichtigsten²¹³ für die Teilnehmergruppe waren und dass insbesondere die Wichtigkeit von „cognitive and model-driven methods“²¹⁴ schwach ausgeprägt waren. Darüber hinaus konnten Abweichungen zwischen den Anforderungen von Cloud-Anbietern an Ermittlungstechniken und den Eigenschaften bekannter Techniken dokumentiert werden. So wurde unter anderem angeführt, dass große Distanzen zwischen dem Anbieter und dem Kunden Techniken ausschließen oder eine Anpassung selbiger erfordern, die auf dem persönlichen Kontakt oder der Beobachtung von Abläufen vor Ort basieren. Zusätzlich wurden in 94,7 Prozent der Unternehmen Ad-hoc-Methoden eingesetzt.²¹⁵ Wie auch die Autoren anführen, lassen hier die Antworten der Studienteilnehmer vermuten, dass diese Techniken entwickelt wurden, um den Herausforderungen bei der Anforderungsermittlung entgegenzuwirken, wobei deren Einsatz durch Aspekte, wie die Erreichbarkeit der Kunden, die Anwendbarkeit der Techniken, sowie durch die Zielgruppe beeinflusst werden.²¹⁶ Todoran, Seyff und Glinz untersuchten darüber hinaus Veränderungen der Anforderungserhebung bei den Unternehmen, die erst im Laufe der Unternehmensgeschichte dazu übergegangen waren, als Cloud-Anbieter zu agieren. Hier konnten sie feststellen, dass 65 Prozent von 16 Unternehmen mit der Verwendung zuvor etablierter Methoden scheiterten.²¹⁶ Diese Beobachtung unterstreicht die produktspezifischen Unterschiede bei der Anforderungsermittlung. In diesem Rahmen konnte unter anderem auch erfasst werden, dass Ideen und

208 Siehe [Cox et al.; 2009], Seite 352.

209 Vergleiche [Cox et al.; 2009].

210 Unter anderem [Svensson et al.; 2011] und [Svensson et al.; 2012].

211 Siehe [Svensson et al.; 2011], Seite 74.

212 Vergleiche [Svensson et al.; 2011].

213 Hier wurde in [Todoran et al.; 2013], Seite 109, eine Relation aus der Bekanntheit der Techniken und der Verwendung selbiger gebildet.

214 Siehe [Todoran et al., 2013], Seite 109.

215 Vergleiche [Todoran et al.; 2013], Seite 110.

216 Vergleiche [Todoran et al.; 2013], Seite 111.

Konzepte zur automatischen Ermittlung von Anforderungen angedacht und realisiert werden. So wurden zum Beispiel ausgewertet wie die Software bei den Kunden verwendet wird.²¹⁷

Die von Basharat, Fatima, Nisa, Hashim und Khanum im Jahr 2013 publizierte Studie untersucht, wie das Requirements Engineering von kleinen und mittelständischen Unternehmen in Pakistan durchgeführt wird. Die hier verwendeten Daten wurden mit Hilfe eines per E-Mail zugesandten Fragebogens von 15 Unternehmen erhoben. In grober Form zeigt die Veröffentlichung die erfassten Merkmale der Teilnehmergruppe sowie die eingesetzten Techniken des Requirements Engineerings auf. So nennt ein Großteil der Teilnehmer Interviews und Prototyping als eingesetzte Ermittlungstechniken. Darüber hinaus wurden Problemfelder erfasst, zu denen unter anderem „lack of customer understanding about project scope“²¹⁸, „Information hiding“²¹⁸ und „People Availability and Tight project schedule“²¹⁸ gehören. Die in dieser Studie aufgeführten Verbesserungsvorschläge sind allgemein gehalten und führen neben der Empfehlung, das Projektmanagement zu verbessern, eine Liste von Kerngedanken des Requirements Engineerings auf, zu denen der Einsatz geeigneter Werkzeuge, die Priorisierung von Anforderungen und die Einhaltung von definierten Prozessen gehören.²¹⁹

Über alle vorgestellten Studien hinweg, zeigen sich Themenfelder, von denen zu erwarten ist, dass sie gegebenenfalls im Kontext des Requirements Engineerings für WMS relevant sind. Somit ist für diese Aspekte zu prüfen ob sie für die Datenerhebung sowie für die anschließende Optimierung einbezogen werden sollen. Für die den gesamten Prozess von der Abgrenzung des Untersuchungsbedarfs im Kapitel 3 bis zur Untersuchungsvorbereitung im Kapitel 4 sind die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Produktentwicklung versus Kundenentwicklung
- Organisatorische Einflussfaktoren
- Klassische Techniken des Requirements Engineerings versus Ad-hoc-Ansätze
- WMS-Kontext als Nische für spezifisches Requirements Engineering
- Verwendete Techniken der Anforderungsermittlung
- Verwendete Techniken der Anforderungsdokumentation
- Umgang mit Requirements Management
- Mögliche Einflussfaktoren, wie Unternehmensgröße, Region oder Produkt (WMS)
- Herausforderungen des Requirements Engineerings
- Automatisierung der Anforderungsermittlung

Insgesamt wurde in diesem Kapitel aufgezeigt, dass in den Fachveröffentlichungen bisher nur vereinzelt die praktische Anwendung des Requirements Engineerings bei Softwareherstellern mit empirischen Methoden untersucht wurde und dabei verstärkt nicht repräsentative Stichproben aus der Gesamtheit der jeweiligen Untersuchungsgruppe untersucht wurden. Aus den betrachteten Studien wurde eine Auswahl von Aspekten extrahiert, von denen angenommen wird, dass sie auch im WMS-Umfeld vorzufinden sind und für die zu prüfen ist eine explizite Untersuchung im weiteren Verlauf der Arbeit erfolgen soll.

Nachtrag: Zwei weitere vergleichbare Arbeiten (siehe Tabelle 2) wurden erst nach der Fertigstellung des Fragebogens und nach der Freigabe der Online-Umfrage identifiziert und haben damit keinen Einfluss auf die Fragebogenerstellung. Aufgrund ihrer Relevanz für die vorliegende Arbeit werden sie im Rahmen der Datenauswertung in Kapitel 5 sowie bei der Ableitung von Optimierungspotentialen in Kapitel 6 als Vergleichsbasis verwendet. Bei den angeführten Quellen handelt es sich um den von Adam, Seyff und Wüsch erstellten *RE-Kompass*²²⁰ aus den Jahren 2014 und 2015 sowie um eine von Fricker, Grau und Zwingli um 2014 erstellte Studie (Datenerhebung 2012, Veröffentlichungen ab 2014) die unter anderem als *Requirements Engineering: Best Practice*²²¹ veröffentlicht wurde.

Im *RE-Kompass* werden die Ergebnisse einer Evaluation zum Requirements Engineering vorgestellt. Die Daten wurden dabei von mehr als 200 Teilnehmern erhoben, die zu 96 Prozent aus der DACH-

217 Vergleiche [Todoran et al.; 2013].

218 Siehe [Basharat et al.; 2013], Seite 221.

219 Vergleiche [Basharat et al.; 2013].

220 Vergleiche [Adam et al., 2015].

221 Vergleiche [Fricker et al.; 2014].

Region stammen. Erfasst wurden dabei sowohl Herausforderungen als auch verwendete Techniken und Werkzeuge im Requirements Engineering. Im RE-Kompass werden die erhobenen Daten unkommentiert vorgestellt.²²⁰

Für die von Fricker, Grau und Zwingli vorgestellte *Requirements Engineering: Best Practice* wurden Antworten von 419 Teilnehmern ausgewertet. Dabei basierte die Untersuchung auf den Kernfragen nach den verwendeten Techniken des Requirements Engineerings, den Zielen des Requirements Engineerings sowie nach einem Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Requirements Engineering Techniken und dem Erfolg von Projekten. 75 Prozent der Teilnehmer stammten aus der Schweiz (59 Prozent) oder aus Deutschland (16 Prozent). Fricker, Grau und Zwingli geben an, dass „[t]he large variations of the requirements engineering techniques used by the software projects indicates that technique use may depend on context“²²² und weisen damit darauf hin, dass kontextspezifische Untersuchungen wie Requirements Engineering durchgeführt wird erfolgen sollten.²²¹

Aufgrund der hohen Anzahl vergleichbarer Fragen sowie des gemeinsamen räumlichen Fokus können der *RE-Kompass* sowie *Requirements Engineering: Best Practice* herangezogen werden, um Gemeinsamkeiten und Abweichungen zwischen dem Requirements Engineering bei WMS-Anbietern und dem Requirements Engineering im Allgemeinen zu identifizieren sowie Optimierungspotentiale abzuleiten.

Quelle(n)	Teilnehmende Unternehmen	Fokus auf ...		
		Region	Branche	Unternehmensgröße
[Adam et al.; 2015]	> 200	D/ A/CH (96%)	-	-
[Fricker et al.; 2014]	419	CH / DE (75%)	-	-

Tabelle 2: Übersicht der Untersuchungsgruppen – Nachtrag

222 Siehe [Fricker et al.; 2014], Absatz 5.3.

3. Vom dem Untersuchungsbedarf zu den Untersuchungsfragen

Im vorliegenden Kapitel werden die Untersuchungsziele und übergeordneten Untersuchungsfragen entsprechend der bei Jacob, Heinz und Décieux beschriebenen Herangehensweise²²³ für die später folgende Evaluation und Analyse herausgearbeitet. Dazu wird zunächst der Untersuchungsbedarf aufgezeigt, der zu Beginn dieser Arbeit aus dem WMS-Umfelds bekannt ist. Aufbauend auf diesem Untersuchungsbedarf sowie den im Grundlagenkapitel vorgestellten Informationen erfolgt anschließend die Identifikation und Eingrenzung der Untersuchungsziele. Ausgehend von diesen Zielen werden abschließend die übergeordneten Untersuchungsfragen operationalisiert und präzisiert. Diese Fragen bilden die Basis für die weitere Untersuchung.

3.1. Untersuchungsbedarf aus dem WMS-Umfeld

WMS werden weltweit und branchenübergreifend in Lagerstandorten verwendet, um die Lagerbestände zu verwalten und darüber hinaus die intralogistischen Abläufe innerhalb des Lagers zu verwalten und zu optimieren.²²⁴ Somit kommen sämtliche Unternehmen, die Lagerstandorte betreiben, als WMS-Kunden in Betracht. Wie bereits in der Einleitung in Kapitel 1 aufgeführt kann für ein WMS von einer durchschnittlichen Verwendungsdauer von mehr als 10 Jahren ausgegangen werden.²²⁵ Womit sicher zu stellen ist, dass WMS optimal auf den jeweiligen Einsatzkontext ausgerichtet sind. Dies setzt voraus, dass Anforderungen an das WMS korrekt ermittelt und realisiert werden, womit ein zielgerichtetes und korrektes Requirements Engineering bei WMS-Anbietern erforderlich ist. Hier zeigen, die gewonnenen Einblicke in diverse WMS-Projekte verschiedener WMS-Anbieter auf, dass dies nicht immer zutrifft. So sind insbesondere Konflikte zwischen Kunde und Anbieter über den zu erbringenden Leistungsumfang Anzeichen für ein Missverhältnis zwischen den gewünschten und den realisierten Anforderungen.

In diesem Unterkapitel werden Erfahrungen und Einblicke in das WMS-Umfeld vorgestellt, die den Untersuchungsbedarf im Themenfeld Requirements Engineering für WMS aufzeigen. Hierzu ist anzumerken, dass diese Angaben auf mehrjährigen beruflichen Erfahrungen und nicht auf einer explizit durchgeführten explorativen Untersuchung des Requirements Engineerings bei WMS-Anbietern basieren. Um im weiteren Verlauf der Arbeit fundierte Aussagen treffen zu können ist eine Absicherung der bisher an Einzelfällen beobachteten Aspekte sowie die systematische Erfassung möglicher weiterer relevanter Aspekte erforderlich.

Das Team warehouse logistics des Fraunhofer IML bietet WMS-suchenden Unternehmen Unterstützung bei der Auswahl und Einführung eines WMS an. Im Rahmen dieser Projekte erfolgt eine erste Anforderungsaufnahme durch das Projektteam des IML, an die sich in späteren Phasen Fachgespräche mit den Anbietern, Machbarkeitsstudien oder, durch die IML-Mitarbeiter begleitete und von den WMS-Anbietern durchgeführte, vertiefende Anforderungsaufnahmen anschließen können. Darüber hinaus gehören auch die Erstellung von Lastenheften mit integrierten Anforderungsspezifikationen und die Prüfung von Angeboten und Pflichtenheften zum Leistungsumfang des IML-Teams. Im Rahmen der Mitarbeit an diversen Projekten, an denen wechselnde WMS-Anbieter sowie unterschiedliche Mitarbeiter der gleichen WMS-Unternehmen beteiligt waren, konnten unter anderem folgende Beobachtungen gemacht werden:

- Alle betrachteten WMS-Anbieter nutzen Interviewtechniken für die Erhebung von Anforderungen.
- Die verschiedenen WMS-Anbieter setzen darüber hinaus weitere, unterschiedliche Techniken für die Anforderungserhebung ein. Dabei fällt eine breite Streuung der verwendeten Techniken auf, die den Eindruck erzeugt, jedes Unternehmen und stellenweise sogar jeder Mitarbeiter hätte eine andere Vorgehensweise.
- Die Dokumente, wie das Angebot und das Pflichtenheft, variieren stark zwischen den einzelnen Unternehmen hinsichtlich des Umfangs, der Form und der Qualität. Dabei finden sich WMS-Unternehmen mit einer gleichbleibenden Struktur und Qualität der Dokumente, aber auch solche, bei denen die Dokumente eines Unternehmens stark voneinander abweichen.

223 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 75 ff.

224 Vergleiche [VDI 3601; 2015], Seite 3.

225 Vergleiche [Geißel et al.; 2014], Folie 36.

- Anforderungen werden von einzelnen Unternehmen als Textdokument in Fließtext und von anderen in Tabellenform mit ausformulierten Zeileninhalten dokumentiert.
- Die gesichteten Lastenheften, Angeboten und Pflichtenheften zeigen, dass insbesondere funktionale Anforderungen und vereinzelt, qualitative Anforderungen in WMS-Projekten berücksichtigt zu werden.
- Einzelne Erhebungstechniken und Dokumentationsarten stoßen auf den Widerstand des Kunden. Zu beobachten sind hier ein erhöhter Aufwand bei der Anwendung der Techniken sowie unvermittelte Methodenwechsel.
- Verstärkt werden von den einzelnen Unternehmen Vertriebsmitarbeiter für die Erhebung erster Anforderungen eingesetzt.

Des Weiteren werden durch die Mitarbeiter des Teams warehouse logistics am IML WMS-Validierungen durchgeführt, bei denen insbesondere die funktionalen Leistungsumfänge der WMS bei den WMS-Anbietern vor Ort überprüft werden. Diese Validierungen werden jährlich bei den auf www.warehouse-logistics.com gelisteten WMS-Anbietern durchgeführt. Im Rahmen dieser Termine finden auch ergänzende Gespräche statt, in denen unter anderem auch Aspekte des Requirements Engineerings thematisiert werden. Aus den persönlich durchgeführten Gesprächen konnten folgende für diesen Kontext relevante Anliegen und Impulse der WMS-Anbieter extrahiert werden:

- Bei mehreren Gesprächspartnern bestanden Unsicherheiten bezüglich existierender und im WMS-Kontext verwendbarer Möglichkeiten zur Anforderungserhebung und Dokumentation.
- Einzelne Gesprächspartner führten an, dass sie aktiv versuchen, ihren Entwicklungsprozess und, darin enthalten, auch Aspekte des Requirements Engineerings zu verbessern. Dabei wurde ein experimentelles Vorgehen beschrieben, wobei zufällige Techniken getestet und im Falle des Scheiterns verworfen wurden.
- Einzelne Gesprächspartnern gaben an, dass Sie unterschiedliche Vorgehensweisen im Requirements Engineering für die Produktentwicklung und kundenspezifische Entwicklung einsetzen, hier für sich aber bisher kein optimales Vorgehen gefunden haben.

Im Rahmen von Fachmessen, wie der LogiMAT oder der CeMAT, sowie auf Fachveranstaltungen, wie dem Teilnehmertreffen warehouse logistics, wurde in Einzelgesprächen mit verschiedenen Anbietern das Interesse für eine Untersuchung des Requirements Engineerings im WMS-Kontext abgefragt. Die Rückmeldungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Ein Großteil der Gesprächspartner zeigte ein generelles Interesse an dem Themenfeld.
- Ein Großteil der Gesprächspartner wünschte sich praxisrelevante Ergebnisse, die dazu beitragen, die eigenen Arbeitsprozesse und -ergebnisse zu verbessern.
- Bis auf wenige Ausnahmen, in denen persönliche Interviews bevorzugt wurden, gaben die Gesprächspartner an, generell eine Online-Umfrage zu präferieren.

Schwierigkeiten und Herausforderungen, die im WMS-Kontext auftreten, sind ein Anhaltspunkt für Verbesserungspotentiale. Aus diesem Grund werden die in WMS-Projekten, selbst beobachteten, die im Rahmen von Reviews im Team warehouse logistics thematisierten und in Gesprächen mit WMS-Anbietern durch diese hervorgebrachten Herausforderungen an dieser Stelle zusammengetragen. Dabei werden die als häufig wahrgenommenen Aspekte aufgeführt, wobei zu beachten ist, dass es sich hier um eine subjektive Einschätzung handelt. Diese sind:

- Eine unzureichende Abstimmung der Kommunikationswege oder das Nicht-Einhalten von definierten Kommunikationswegen innerhalb des Projekts.
- Eine schlechte Verfügbarkeit von relevanten Ansprechpartnern.
- Stellenweise fehlende Kenntnisse der Projektsprechpartner im Kunden-Unternehmen zu relevanten Prozessen oder anderen Themen auf dem erforderlichen Detaillierungsgrad.
- Unverständliche oder missverständliche Anforderungen.
- Missverständnisse aufgrund unterschiedlich geprägter Begriffe.
- Implizite Anforderungen. Insbesondere bei der Ablösung von Altsystemen konnte wiederholt beobachtet werden, dass lediglich Änderungswünsche, nicht aber die zu übernehmenden Aspekte benannt wurden.

3.2. Identifikation möglicher Untersuchungsziele

Ausgehend von dem zuvor aufgezeigten Untersuchungsbedarf sowie den im Grundlagenkapitel vorgestellten Erkenntnissen und etablierten Meinungen werden mögliche Untersuchungsziele (im Folgenden MZ) identifiziert. Dies entspricht einem induktiven Ansatz (vergleiche Kapitel 2.3), bei dem ausgehend von konkreten Erfahrungswerten und Kenntnissen²²⁶ allgemeine und damit übergeordnete Ziele abgeleitet werden. Hierzu werden im Folgenden zunächst bereits vorgestellte Herausforderungen, Beobachtungen und Ansichten aufgegriffen, zueinander in Bezug gesetzt und mögliche Untersuchungsziele skizziert. Diese bilden die Grundlage für die Hierarchisierung und Präzisierung der finalen Untersuchungsziele (im Folgenden UZ). Dabei werden zunächst auch mögliche Ziele aufgezeigt, die wieder verworfen und nicht im Rahmen dieser Arbeit untersucht werden.

Der Austausch mit Anbietern von WMS offenbart deren generellen Wunsch, die eigene Arbeitsweise und die eigenen Prozesse im Bereich des Requirements Engineerings zu verbessern. Dieses Anliegen ist, insbesondere aufgrund marktwirtschaftlicher Interessen der Unternehmen, nachvollziehbar. Dabei ist davon auszugehen, dass mit einer Verbesserung der Arbeitsweise und der Prozesse generell die drei Zieldimensionen *Kosten*, *Qualität* und *Zeit*, wie sie auch im *magischen Dreieck* des Projektmanagements²²⁷ zu finden sind, beeinflusst werden sollen und dass Verschwendungen²²⁸ – im Lean-Konzept auch mit dem japanischen Begriff *Muda* bezeichnet –, die Auswirkungen auf diese Zieldimensionen haben, vermieden werden sollen. Die auf die Produktion zugeschnittenen *Mudas*²²⁹ liefern hier mögliche Anhaltspunkte für Arten der Verschwendung, wie sie in WMS-Projekten auftreten können. Generell existieren verschiedene Ansätze, die verfolgt werden können, um Verbesserungen zu erzielen. Hierbei handelt es sich zum einen um die sowohl im WMS-Umfeld berichteten als auch um die in den vergleichbaren Studien wiederholt dokumentierten Ad-hoc-Ansätze (vergleiche Kapitel 2.4), bei denen (unsystematisch) experimentell eine geeignete Vorgehensweise ermittelt werden soll. Zum anderen kann aber auch ein wissenschaftlicher, systematischer und analytischer Ansatz gewählt werden, bei dem zunächst Herausforderungen und Verbesserungspotentiale identifiziert werden. Diese werden anschließend hinsichtlich ihrer Ursachen und Auswirkungen untersucht um abschließend Maßnahmen abzuleiten, mit denen die Problemfelder aufgelöst oder abgeschwächt werden können. Dies entspricht dem von Häder erläuterten „Maßnahmenproblem“²³⁰ und würde zunächst die Frage nach möglichen Herausforderungen und Optimierungspotentialen und in einer zweiten Instanz nach Optimierungsmaßnahmen für den Requirements Engineering-Prozess, ausgehend von bestehenden Herausforderungen im WMS-Kontext, aufwerfen.

MZ-1: Identifikation bestehender Herausforderungen innerhalb der von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse.

MZ-2: Identifikation von Optimierungspotentialen innerhalb der von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse.

MZ-3: Identifizieren von Maßnahmen, die eingesetzt werden können, um die von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse zu verbessern.

Sowohl der aus dem WMS-Kontext aufgezeigte Untersuchungsbedarf (vergleiche Kapitel 3.1) als auch die in Kapitel 2.4 betrachteten vergleichbaren Arbeiten liefern Anhaltspunkte, dass der Projekt- und Systemkontext Einfluss auf den Requirements Engineering-Prozess hat. Dies ist ein Aspekt, der inner-

226 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 300 f.

227 Vergleiche [Bergmann et al.; 2016], Seite 251 f.

228 Vergleiche [Künzel; 2016], Seite 14 und Seite 326 f.

229 Nach [Künzel; 2016], Seite 326 f., sind die *Mudas* eine „Überproduktion bzw. Überinformation“, „Bestände“, „Wartezeiten“, „[u]nnötige Bewegungen“, „Transporte bzw. Informationstransporte“, „[u]nnötige Prozesse“, „Fehler“ und eine „[n]icht genutzte Erfahrung oder Kreativität der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter“.

230 Siehe und vergleiche [Häder; 2015], Seite 23 f.

halb der Fachliteratur des Requirements Engineerings bereits mit variierenden thematischen Schwerpunkten aufgezeigt wurde.^{231,232} So haben zum Beispiel die SOPHISTen verschiedene Varianten von Auswahlmatrizen^{233,234} für Ermittlungstechniken zusammengestellt. Dabei werden Einflussfaktoren in „[m]enschliche“^{235,236}, „[o]rganisatorische“^{235, 236} und „[f]achliche/inhaltliche Einflussfaktoren“^{235,236} aufgeteilt, mit Ermittlungstechniken aus den Kategorien „Kreativitätstechniken“²³⁷, „Beobachtungstechniken“²³⁷ und „Befragungstechniken“²³⁷ kombiniert und es wird eine Empfehlung bezüglich der Anwendbarkeit jeder Kombination aufgeführt.²³⁸ Eine vergleichbare Zusammenstellung wurde von den SOPHISTen auch für Techniken zur Dokumentation von Anforderungen vorgenommen.²³⁹ Neben allgemeinen Einflussfaktoren, die, in unterschiedlicher Ausprägung, in verschiedenen Projekten greifen können, deutet die Studie von Todoran, Seyff und Glinz auch an, dass produktabhängige Einflussfaktoren existieren können.²⁴⁰ Darüber hinaus muss auch dem unter anderem von Aranda, Easterbrook und Wilson aufgeführten Gedanken einer Anpassung an die individuelle Nische, die sowohl regional als auch produkt- oder branchenspezifisch sein kann,²⁴¹ Beachtung geschenkt werden. WMS werden größtenteils als erweiterbares Standardprodukt entwickelt und auf dem Markt angeboten.²⁴² Dabei ist davon auszugehen, dass zum einen marktgetriebene Anforderungen für die Produktentwicklung und zum anderen kundenindividuelle Anforderungen existieren. Dies ist ein Aspekt der unabhängig von einer konkreten Produktgruppe auch in der Fachliteratur genannt wird, womit mögliche Auswirkungen aufgrund einer Differenzierung zwischen einer marktgetriebenen Produktentwicklung²⁴³ und einer kundenspezifischen Entwicklung nicht ignoriert werden sollten. Diese Aspekte werfen die Frage auf, ob die bereits in der Fachliteratur aufgeführten und bekannten Einflussfaktoren in dem WMS-Kontext greifen oder ob spezifische, gegebenenfalls regionale Einflussfaktoren für den WMS-Kontext existieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass vorhandene Eigenschaften nicht notwendigerweise Einflussfaktoren sein müssen, sondern dass auch eine Einflussnahme auf den Prozess, also eine Adaption des Vorgehens, abhängig von den Einflussfaktoren erfolgen muss. Daraus ergeben sich mögliche Untersuchungsziele, die sowohl mit Ausrichtung auf eine explorative Untersuchung als auch mit Fokus auf eine hypothesenprüfende Untersuchung weiterentwickelt werden können (vergleiche Kapitel 2.3).

MZ-4: Identifikation von Einflussfaktoren auf die von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse.

MZ-5: Klären der Frage, ob es sich bei den von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozessen um ein an die Nische *WMS-Markt* angepasstes Vorgehen handelt.

MZ-6: Klären der Frage, ob es Unterschiede hinsichtlich der von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineerings-Prozesse für die marktgetriebene Produktentwicklung und die kundengetriebene Produktentwicklung gibt.

In Gesprächen mit Mitarbeitern von WMS-Anbietern äußerten diese Unsicherheiten bezüglich existierender und geeigneter Techniken für ihren Requirements Engineering-Prozess (vergleiche Kapitel 3.1). Obgleich diese Anbieter erfolgreiche Projekte abwickeln, geben sie an, dass ihnen Informationen zu alternativen Vorgehensweisen und deren Vorteilen fehlen. Dies ist ein Eindruck, der zusammen mit der im Fachgebiet Requirements Engineering mehrfach thematisierten Frage nach der Praxisrelevanz von

231 Vergleiche unter anderem die Ausführungen bei [Robertson et al.; 2013], Seite 87 ff.

232 Vergleiche unter anderem die Ausführungen bei [Lauesen; 2002], Seite 331 ff. und insbesondere Seite 338.

233 Vergleiche [Sophisten; 2016], Seite 32.

234 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 110.

235 Siehe [Sophisten; 2016], Seite 32.

236 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 110.

237 Siehe [Sophisten; 2016], Seite 23 ff.

238 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 85 ff.

239 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 241.

240 Vergleiche [Todoran et al.; 2013].

241 Vergleiche [Aranda et al.; 2007].

242 Verweis auf [Wohlgemuth; 2014], Seite 4 ff.

243 Vergleiche [Kamsties et al.; 1998].

Forschungen²⁴⁴ und der wiederholten Forderung nach einer stärkeren Verknüpfung von Forschung und Anwendung,²⁴⁵ die Frage aufwirft, wie Mitarbeiter von WMS-Anbietern bisher an Kenntnisse über Requirements Engineering gelangen. Dabei können die bisher beobachtete Vielzahl der eingesetzten Techniken und die Varianten der dokumentierten Ergebnisse (vergleiche Kapitel 3.1) Anhaltspunkte sowohl für eine kontextspezifische Methodenauswahl als auch für eine stark individuell getriebene und nicht unternehmensweit geprägte Wissensvermittlung sein. Darüber hinaus sind weitere Erklärungen für dieses Phänomen nicht auszuschließen.

MZ-7: Identifikation wie in die Requirements Engineering-Prozesse involvierte Mitarbeiter bei WMS-Anbietern an Wissen über Aspekte des Requirements Engineerings gelangen.

Damit wurden sieben mögliche Untersuchungsziele formuliert, die im Folgenden vertiefend betrachtet werden.

3.3. Eingrenzen der Untersuchungsziele

Zunächst werden die möglichen Untersuchungsziele hierarchisiert und dahingehend betrachtet, ob eine Untersuchung im Rahmen dieser Master-Thesis möglich ist. Für die Hierarchisierung der Untersuchungsziele werden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Zielen aufgezeigt. Daran anschließend werden die Rahmenbedingungen abschließend fixiert und die verbleibenden Untersuchungsziele präzisiert. Dazu werden die *Perspektive*, die *Untersuchungsgegenstände* und die *Untersuchungspersonen* final festgelegt.²⁴⁶

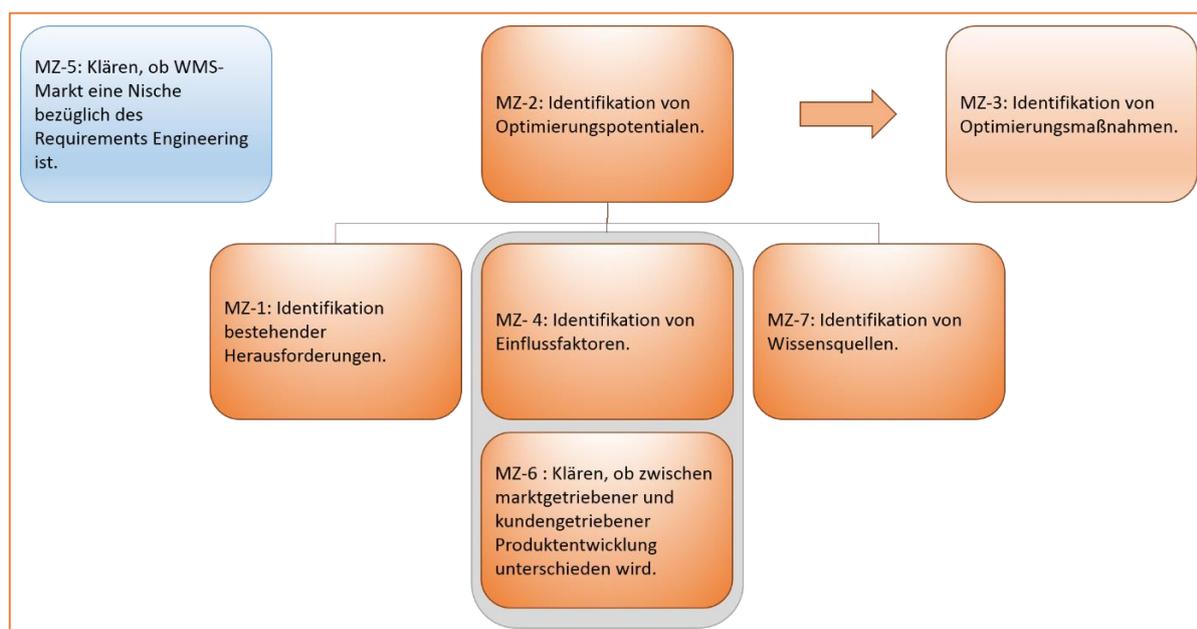


Abbildung 5: Beziehungen zwischen den möglichen Untersuchungszielen

Das Untersuchungsziel MZ-2, welches sich auf die Optimierung des Gesamtprozesses bezieht, kann als übergeordnetes Ziel verstanden werden, dem andere Ziele inne liegen. Wobei insbesondere die Untersuchungsziele *Herausforderungen identifizieren* (MZ-1), *Einflussfaktoren identifizieren* (MZ-4), *Klärung, ob eine Differenzierung zwischen der markt- und kundengetriebenen Entwicklung vorliegt* (MZ-6), sowie *Wissensquellen identifizieren* (MZ-7) diesem Ziel unterzuordnen sind. Dabei werden durch die Ziele MZ-1, MZ-4, MZ-6 und MZ-7 thematische Ausrichtungen für das übergeordnete Ziel eingebracht. Die *Identifizierung von Optimierungsmaßnahmen* (MZ-3) baut auf der Erfüllung des Untersu-

244 Vergleiche unter anderem [Fricker et al.; 2014].

245 Vergleiche unter anderem [Svensson et al.; 2012].

246 Vergleiche [Häder; 2015], Seite 19.

chungsziels (MZ-2) auf, schließt dieses aber nicht ein, so dass es unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten als eigenständige Zielsetzung verstanden werden kann. Ähnlich verhält es sich auch mit der als MZ-5 aufgeführten Klärung, ob der WMS-Markt eine Nische mit darauf angepasstem Requirements Engineering ist. Diese Zielsetzung kann losgelöst von den anderen betrachtet werden, obgleich das Ergebnis, also die Erkenntnis, ob es eine Nische darstellt, sich in den Ergebnissen der anderen Ziele niederschlagen kann. In Abbildung 5 wird der Zusammenhang aufgezeigt. Ausgehend von dieser Betrachtung ist das Untersuchungsziel MZ-2 (Optimierungspotentiale identifizieren) zu Priorisieren.

Abgewiesene Untersuchungsziele

Für das Untersuchungsziel MZ-5, welches die Betrachtung des WMS-Marktes als Nische bezüglich des Requirements Engineerings thematisiert, ist eine Untersuchung im Rahmen dieser Master-Thesis nicht möglich. Als Begründung ist anzuführen, dass für die Überprüfung, ob eine Anpassung des Vorgehens an die Nische *WMS-Markt*, erfolgt valide Referenzwerte über den Requirements Engineering-Prozess bei Softwareherstellern aus der gleichen Region erforderlich wären. Diese Daten müssten repräsentativen Charakter haben und mit den von den WMS-Anbietern erhobenen Daten vergleichbar sein. Entsprechende Referenzdaten liegen nicht vor und deren Erhebung würde neben der Untersuchung der WMS-Anbieter auch die Untersuchung anderer Softwareanbieter erfordern und so den Zeitrahmen und Umfang dieser Arbeit übersteigen.

Nachtrag: Im weiteren Verlauf der Arbeit wurde mit dem *RE-Kompass*²⁴⁷ und den *Requirements Engineering: Best Practice*²⁴⁸ zwei Quellen ermittelt, die für ausgewählte Aspekte als Vergleichsbasis herangezogen werden können. Somit liegen entgegen der hier getroffenen Aussage, Referenzdaten vor, mit denen die erhobenen Daten verglichen werden können. Sofern die erhobenen Daten nachträglich einen Abgleich mit diesen Quellen zulassen wird im Rahmen der Auswertungen das Ziel MZ-5 betrachtet und Abweichungen des WMS-Marktes vom allgemeinen Vorgehen aufgezeigt.

Das Untersuchungsziel MZ-3, welches sich auf die Identifizierung von Optimierungsmaßnahmen bezieht, kann in dieser Form im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht verfolgt werden. Sollen Maßnahmen identifiziert werden, mit denen eine Optimierung umzusetzen ist, müssen zum einen die Ziele bekannt sein, die mit diesen Maßnahmen erreicht werden sollen und zum anderen ist eine Auswahl von, bezüglich ihrer Eignung bewerteten, Maßnahmen erforderlich. Obgleich sich die Ziele generell auf Basis der in MZ-2 geforderten Optimierungspotentiale ableiten lassen, bleibt die Frage nach möglichen und bereits bewerteten Maßnahmen offen. Die dafür notwendige Erhebung setzt ein mehrstufiges Vorgehen voraus. Hierbei sind zunächst Kandidaten für geeignete Techniken zu identifizieren, die anschließend im Rahmen einer geeigneten Evaluation bewertet werden. Optimal wäre hier auch eine Anwendung der Maßnahmen im Rahmen eines Versuchsaufbaus. Eine derartige Untersuchung ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht möglich, sodass eine Anpassung des Untersuchungsziels vorzunehmen ist. Aus der Identifizierung von Maßnahmen wird so die Aufstellung von Thesen über geeignete Maßnahmen für die Optimierung (siehe UZ-4).

Angenommene Untersuchungsziele

Das Untersuchungsziel MZ-2 liefert mit der Identifizierung von Optimierungspotentialen für den Requirements Engineering-Prozesses das übergeordnete Ziel für diese Arbeit. Da es generell verschiedene Zieldimensionen für Optimierungen gibt (vergleiche Kapitel 3.2) erfolgt im Rahmen dieser Arbeit eine Fokussierung auf ausgewählte Aspekte. Diese Beschränkung dient sowohl der Präzisierung des Untersuchungsgegenstandes als auch der Einhaltung von Rahmenbedingungen (wie Umfang und Zeit) dieser Arbeit. So werden aufgrund der Verfügbarkeit von Informationen die Optimierung von Kosten- und Zeitfaktoren ausgeschlossen und der Fokus auf die Optimierung der Qualität gelegt. Dabei wird aus den möglichen Qualitätsaspekten eine Auswahl getroffen, welche die *Eignung*, *Anwendbarkeit* und die *Akzeptanz* der verwendeten Methoden und Werkzeuge beinhaltet. Eine Untersuchung der Ergebnisqualität

247 Vergleiche [Adam et al.; 2015].

248 Vergleiche [Fricker et al.; 2014].

von erhobenen Anforderungen oder verfassten Anforderungsdokumenten wird aufgrund der Schwierigkeiten, entsprechende Dokumente von den Anbietern zu erhalten, sowie aufgrund der Komplexität der notwendigen Datenanalysen und des damit verbundenen Zeitaufwands von der Untersuchung ausgeschlossen.

Die Identifikation bestehender Herausforderungen wie sie im Untersuchungsziel MZ-1 aufgeführt ist, kann im Rahmen dieser Arbeit verfolgt werden. Die Erhebung entsprechender Daten kann durch die Bereitstellung einer Vorauswahl möglicher Herausforderungen unterstützt werden.

Die Untersuchungsziele MZ-4 und MZ-6, die sich auf die Identifizierung von Einflussfaktoren (MZ-4) und die Klärung ob eine Unterscheidung zwischen der markt- und kundengetriebenen Entwicklung vorliegt (MZ-6) beziehen, können im Rahmen dieser Arbeit verfolgt werden. Dabei kann MZ-6 als Unteraspekt zu MZ-4 verstanden werden, da die Unterscheidung zwischen marktgetriebener und kundengetriebener Entwicklung einen möglichen Einflussfaktor innerhalb des Requirements Engineerings darstellen. Die Beziehung zwischen diesen Zielen ist insbesondere im Rahmen der Operationalisierung der Untersuchungsfragen Kapitel 3.4 zu beachten, um dort Redundanzen zu vermeiden.

Auch das Untersuchungsziel MZ-7 bei dem es um die Identifizierung von Wissensquellen geht kann innerhalb dieser Arbeit angestrebt werden. Im weiteren Verlauf der Arbeit ist allerdings zu beachten, dass diesem Aspekt nur eine geringe Relevanz im Vergleich zu den vorausgegangenen, angenommenen Untersuchungszielen beizumessen ist.

Zur Präzisierung der Untersuchungsfragen ist anzumerken, dass Untersuchungsdaten bei Mitarbeitern aus WMS anbietenden Unternehmen erhoben werden, die aus ihrer Perspektive Angaben zum dortigen Requirements Engineering-Prozess machen. Wobei die involvierten Mitarbeiter mit diesem Prozess in ihrem Unternehmen vertraut sein sollen. Des Weiteren erfolgt eine regionale Einschränkung auf Anbieter von WMS aus dem DACH-Raum. Die Dokumentation und Erläuterung zu diesen Entscheidungen erfolgt im Rahmen der Untersuchungsvorbereitung in Kapitel 4.

Damit können die folgenden Ziele formuliert werden, aus dem in Kapitel 3.4 mit Hilfe der Operationalisierung die einzelnen Untersuchungsfragen abgeleitet werden:

UZ-1: Identifizierung von Optimierungspotentialen für die von WMS-Anbietern im DACH-Raum durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse, hinsichtlich der Qualität der verwendeten Methoden und Werkzeuge unter Beachtung von bestehenden Herausforderungen und Einflussfaktoren im Requirements Engineering-Prozess bei eben jenen WMS-Anbietern.

Die Identifizierung von Einflussfaktoren (MZ-4) und die Frage nach einer Unterscheidung zwischen der markt- und der kundengetriebenen Entwicklung des WMS (MZ-6) sind nicht nur alleinstehend zu betrachten, sondern werden als Unteraspekt zu UZ-1 gesehen werden. Dabei sollen Einflussfaktoren erfasst werden, die aus Sicht der WMS-Anbieter existieren und neben der bereits angeführten Auswahl der zu verwendenden Methoden und Techniken auch die Auswahl der zu verwendenden Werkzeuge im Requirements Engineering beeinflussen. Die Unterscheidung zwischen der marktgetriebenen Produktlinienentwicklung und der kundenspezifischen Entwicklung des WMS stellt dabei einen möglichen Einflussfaktor dar, der zu untersuchen ist.

UZ-2: Identifizierung von Einflussfaktoren und die Erhebung ihrer Wirkweise wie sie aus Sicht von WMS-Anbieter im DACH-Raum für den WMS-Kontext existieren und die Auswahl und Verwendung von Methoden, Techniken und Werkzeugen des Requirements Engineerings beeinflussen. Dabei stellt die Unterscheidung zwischen der markt- und kundengetriebenen Produktentwicklung einen bereits vorgegebenen möglichen Einflussfaktor dar.

Auch die Frage nach der Wissensvermittlung (MZ-7) stellt einen Unteraspekt zu UZ-1 dar. So ist anzunehmen, dass die Art wie Kenntnisse über Techniken und Methoden des Requirements Engineerings erlangt werden, Auswirkungen auf den gesamten Prozess haben kann. Um der Möglichkeit Rechnung zu tragen, dass Kenntnisse auch außerhalb einer von den WMS-Anbietern durchgeführten Vermittlung

erlangt werden können, wird die Frage dahingehend spezifiziert, dass Mitarbeiter in WMS anbietenden Unternehmen der DACH-Region danach gefragt werden, wodurch sie ihre Kenntnisse in diesem Bereich erlangt haben.

UZ-3: Identifizieren wie die, in den Requirements Engineering-Prozessen involvierten Mitarbeiter in WMS anbietenden Unternehmen der DACH-Region Kenntnisse über Techniken und Methoden des Requirements Engineerings erlangen.

Das Untersuchungsziel MZ-3, welches sich mit der Identifizierung von Optimierungsmaßnahmen beschäftigt, wird dahingehend angepasst, dass Thesen bezüglich möglicherweise geeigneter Maßnahmen für die Optimierung aufzustellen sind.

UZ-4: Aufstellen von begründeten Thesen welche Maßnahmen eingesetzt werden können, um die von WMS-Anbietern in der DACH-Region durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse zu optimieren.

3.4. Operationalisierung der Untersuchungsfragen

Ausgehend von den Untersuchungszielen werden in diesem Kapitel die übergeordneten Untersuchungsfragen (im Folgenden UF) abgeleitet. Diese Fragen stellen den Ausgangspunkt für die Datenerhebung dar und werden im weiteren Verlauf der Arbeit (siehe Kapitel 4.3) abgestimmt auf die gewählte Untersuchungsmethodik verfeinert. Dabei muss gewährleistet werden, dass die abgefragten Daten dafür geeignet sind, die Untersuchungsziele zu erreichen und es muss sichergestellt werden, dass die so entwickelten Untersuchungsfragen den Untersuchungsraum möglichst vollständig abdecken und keine inhaltsverzerrenden Redundanzen zwischen den Fragen bestehen.²⁴⁹ Für die Ableitung der Untersuchungsfragen wird im Folgenden eine Bedeutungsanalyse durchgeführt und es werden Untersuchungsfragen aus den Untersuchungszielen, primär angelehnt an das Vorgehen aus der Sozialwissenschaft^{249,250,251}, operationalisiert (siehe Kapitel 2.3). Dabei orientiert sich der Operationalisierungsprozess an der Perspektive der im Requirements Engineering involvierten Mitarbeiter der WMS-Anbieter. Die Vollständige Abdeckung des Untersuchungsraums durch die Fragen, wird durch die Art der Ableitung der Untersuchungsfragen sichergestellt.

UZ-1: Was ist erforderlich, um das Untersuchungsziel UZ-1, also die Identifizierung von Optimierungspotentialen, zu erreichen? Wie bereits in Kapitel 2.3 angeführt, können Optimierungspotentiale als Differenz zwischen einem als optimal bezeichnetem Referenzprozess und dem Ist-Prozess verstanden werden. Dabei stellt im Kontext dieser Arbeit der Ist-Prozess ein Abbild des derzeitigen Vorgehens von WMS-Anbietern im Requirements Engineering dar. Womit die Erhebung des bestehenden Prozesses eine der Grundlagen für die Identifizierung von Optimierungspotentialen darstellt. Des Weiteren sind Referenzwerte zu ermitteln, mit denen der bestehende Prozess verglichen werden kann. Das hier vorgestellte Untersuchungsziel verlangt darüber hinaus, bestehende Herausforderungen und Einflussfaktoren einzubeziehen.

UZ-1: Identifizierung von Optimierungspotentialen für die von WMS-Anbietern im DACH-Raum durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse, hinsichtlich der Qualität der verwendeten Methoden und Werkzeuge unter Beachtung von bestehenden Herausforderungen und Einflussfaktoren im Requirements Engineering-Prozess bei eben jenen WMS-Anbietern.

Im Fokus dieses Untersuchungsziels stehen demnach auf der einen Seite die Erhebung des bestehenden Vorgehens, die Erhebung aktuellen Herausforderungen, die Erhebung von Einflussfaktoren sowie auf der anderen Seite die Erhebung von Referenzprozessen. Damit zeigt das Untersuchungsziel an dieser Stelle vier Untersuchungszweige auf. Diese Aspekte werden im Folgenden weiter aufgegliedert.

249 Vergleiche [Bortz et al.; 2006], Seite 253 ff.

250 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 23 ff.

251 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 114 ff.

Erhebung des bestehenden Prozesses

In Kapitel 2.1 wurde bereits eine Unterteilung des Requirements Engineering-Prozesses in die Phasen Vorbereiten, Erheben, Dokumentieren, Prüfen und Verwalten vorgestellt. Auf dieser Grundlage kann der bestehende Requirements Engineering-Prozess untersucht werden, indem für die einzelnen Phasen ermittelt wird, wie diese ausgeführt werden. Dabei können unterschiedliche Herangehensweisen eingesetzt werden, die von einer Ablaufbetrachtung bis zu einer Detailbetrachtung einzelner Aspekte innerhalb dieser Phase reichen können. Obgleich bei der Ablaufbetrachtung der Vorteil besteht, dass in der Regel sichergestellt werden kann, dass die gesamte Phase betrachtet wurde und relevante Nebenaspekte ebenfalls angerissen werden, eignet sie sich nicht für eine fragebogenbasierte Online-Umfrage.²⁵² Um die Phasen des Requirements-Engineerings zu erfassen, wird hier die Detailbetrachtung von Einzelaspekten innerhalb der einzelnen Phasen gewählt. Im Rahmen der Phasenbeschreibungen in Kapitel 2.1 wurden bereits Eigenschaften und Aspekte der Phasen aufgezeigt, die hierfür berücksichtigt werden können. Darüber hinaus liefern auch die als vergleichbar betrachteten Arbeiten in Kapitel 2.4 Anhaltspunkte, welche Aspekte in den einzelnen Phasen zu erfassen sind.

Im Fokus der *Vorbereitungsphase*, wie sie für diese Arbeit definiert wurde, steht die Einordnung des Projektes in seinen Kontext. Damit kann diese Phase erfasst werden, indem erhoben wird, welche Kontextinformationen (UF-1) betrachtet werden. Hierbei können die Vorschläge für die Kontextinformationen aus Projekterfahrungen im WMS-Kontext, der Requirements Engineering-Literatur und den vergleichbaren Arbeiten entnommen werden. Im Rahmen der Zusammenstellung und Verfeinerung der Untersuchungsfragen für die Datenerhebung, ist stets zu prüfen ob Redundanzen zu anderen Fragen bestehen.

UF-1: Welche Kontextinformationen werden in der Vorbereitungsphase erfasst?

Für die *Erhebung von Anforderungen* existieren verschiedene Aspekte, die betrachtet werden sollten, um diesen Prozess zu erfassen (vergleiche Kapitel 2.1). Dies sind zum einen die verwendeten Methoden und Techniken der Anforderungserhebung (UF-2), die erfassten Arten von Anforderungen (siehe UF-3) sowie die hier möglichen und getroffenen Entscheidungen für verwendeten Methoden, Techniken (siehe UF-4) und Anforderungsarten (siehe UF-5). Da Entscheidungen Kontextabhängig, getroffen werden können, ist für UF-4 und UF-5 bei der Formulierung der Fragen für die Online-Umfrage zu prüfen, ob Redundanzen mit aus UZ-2 abgeleiteten Aspekten bestehen.

UF-2: Welche Methoden der Anforderungserhebung werden eingesetzt?

UF-3: Welche Arten von Anforderungen werden erfasst?

UF-4: Abhängig von welchen Einflussfaktoren werden Entscheidungen für die Methoden und Technikwahl getroffen?

UF-5: Abhängig von welchen Einflussfaktoren werden Entscheidungen für zu erfassende Anforderungsarten getroffen?

Erste Kernimpulse für die *Dokumentation von Anforderungen* wurden bereits in Kapitel 2.1 aufgeführt, die nun um weitere Anregungen aus der vorherigen Arbeit²⁵³ über Werkzeuge des Requirements Management sowie bereits in Kapitel 3.1 aufgezeigte Erfahrungen aus dem WMS-Kontext bezüglich der

252 So können die möglichen Prozessausprägungen im Vorfeld nicht erahnt werden, sodass eine quantifizierte Befragung ausscheidet und auch die qualifizierte Beschreibung des Ablaufs innerhalb eines Freitextfeldes ist ungeeignet. Hier muss nicht nur mit einem erhöhten Zeitaufwand für die Umfrageteilnehmer gerechnet werden, sondern auch berücksichtigt werden, dass die in der Beschreibung verwendeten Begriffe stark unternehmensgeprägt sein können und am Ende der beschriebene Prozess für den Untersuchenden unverständlich bleibt. Um ablauforientiert vorzugehen sind generell die bereits ausgeschlossenen offenen Interviews oder Beobachtungen des Prozesses bei den WMS-Anbietern zu empfehlen.

253 Vergleiche [Wohlgemuth: 2016b].

Dokumentation erweitert werden können. Dabei können, zusammenfassend über diese Quellen, verschiedene Aspekte als relevant für die Erfassung der Dokumentation von Anforderungen identifiziert werden. So ist zu erfassen in welcher Form Anforderungen dokumentiert werden (UF-6), welche Softwarewerkzeuge für die Dokumentation eingesetzt werden (UF-7) und ob Standards bezüglich der Form der Dokumentation berücksichtigt werden (UF-8).

UF-6: In welcher Form werden Anforderungen dokumentiert?

UF-7: Welche Softwarewerkzeuge werden für die Dokumentation von Anforderungen eingesetzt?

UF-8: Welche Standards werden für die Dokumentation berücksichtigt?

Wie in Kapitel 2.1 bereits aufgeführt, geht es bei der *Prüfung von Anforderungen* darum, diese gegen Qualitätskriterien zu prüfen. Dabei stellt diese Prüfung sowohl ein Qualitätskriterium für die Anforderungen als auch ein Indiz für die Qualität des Requirements Engineering-Prozesses dar. Somit sollte im Rahmen der Untersuchung ermittelt werden, nach welchen Qualitätskriterien die Anforderungen von WMS-Anbietern überprüft werden (UF-9).

UF-9: Nach welchen Qualitätskriterien werden Anforderungen überprüft?

Geht es darum zu erfassen, wie *Anforderungen verwaltet* werden, kann ergänzend der Fokus auf die dafür eingesetzten Werkzeuge gelegt werden. Da Requirements Management Werkzeuge auch Aspekte der Anforderungsverwaltung unterstützen, ergibt sich hiermit eine Überschneidung zu den bereits im Rahmen der Dokumentation verwendeten Werkzeugen (UF-7). An dieser Stelle wird darauf verzichtet, Werkzeuge der Anforderungsverwaltung, die auch für die Dokumentation verwendet werden könnten, erneut zu erfassen. Dennoch soll erfasst werden, ob darüber hinaus eine Dokumentenverwaltung eingesetzt wird, mit der ein zentraler Zugriff auf Dokumente erfolgt. Eine derartige Dokumentenverwaltung bietet generell den Vorteil, den Zugriff auf die aktuellste Version eines Dokuments zu unterstützen. Für diese Frage ist zunächst nur von Interesse, wie hoch der Anteil der über die Dokumentenverwaltung verwalteten Anforderungsdokumente ist (UF-10). Ein weiterer wesentlicher Aspekt im Rahmen der Verwaltung ist der Umgang mit Änderungen. Obgleich es hier durchaus von Interesse wäre im Detail zu erfassen, wie mit Anforderungsänderungen umgegangen wird und wie eine Verfolgung von Anforderungen über den gesamten Prozess erfolgt, wird dieser Aspekt aufgrund des Umfangs dieser Arbeit nur eingeschränkt betrachtet. Dazu wird im Rahmen dieser Arbeit lediglich abgefragt, in welchen Phasen des Projekts Änderungen möglich sind (UF-11).

UF-10: Zu welchem Anteil wird der Zugriff auf Anforderungsdokumente zentral verwaltet?

UF-11: In welchen Projektphasen sind Anforderungsänderungen möglich?

Erhebung bestehender Herausforderungen

Um im Hinblick auf Optimierungspotentiale für den Requirements Engineerings-Prozess verwertbare Aussagen über bestehende Herausforderungen innerhalb des Prozesses zu erfassen, müssen verschiedene Aspekte möglicher Herausforderungen betrachtet werden. Diese sind neben der inhaltlichen Ebene, die umfasst worin die Herausforderung besteht, auch Informationen zur Häufigkeit (UF-18) mit der sie auftritt sowie zu den Auswirkungen der Herausforderungen, die als Risiko (UF-19) verstanden werden können.

Geht es darum im Rahmen der Datenerhebung zu ermitteln, welche Herausforderungen auf *inhaltlicher Ebene* im Requirements Engineerings-Prozess bei WMS-Anbietern auftreten können, so sollten, abhängig von der verwendeten Erhebungsmethode, mögliche Herausforderungen im Vorfeld zusammengetragen werden, damit diese den Untersuchungsteilnehmern im Rahmen der Befragung zur Auswahl vorgelegt werden können. Hierzu können sowohl die speziell für den WMS-Kontext bereits in Einzelfällen wahrgenommenen Herausforderungen (vergleiche Kapitel 3.1) als auch die in der Fachliteratur sowie

in den vergleichbaren Arbeiten des Requirements Engineering beschriebenen Herausforderungen aufgegriffen werden. Eine Sichtung dieser Problemfelder offenbart verschiedene Gruppierungsmöglichkeiten von Herausforderungen. Dabei kann unterschieden werden, vom wem die Herausforderungen ausgehen und in welcher Prozessphase diese auftreten. So kann für die Anforderungsaufnahme unter anderem zwischen Aspekten, die von den Kunden-Unternehmen ausgehen (UF-12) und Aspekten, die von dem WMS-Anbieter ausgehen (UF-13) unterschieden werden. Dass darüber hinaus auch vereinzelt externe Berater in den Projekten involviert sind und auch hierdurch Herausforderungen entstehen können, wird an dieser Stelle mit Rücksicht auf die geringe Anzahl von Projekten, in denen Berater involviert sind, vernachlässigt. Des Weiteren zeigen sich im Rahmen der Anforderungsaufnahme Herausforderungen, die den Kategorien Projektmanagement (UF-14), dem Projektumfeld (UF-15) und dem Umgang mit Anforderungen (UF-16) zuzuordnen sind. Die im Rahmen der Dokumentation von Anforderungen (UF-17) bereits identifizierten möglichen Herausforderungen entstammen sowohl der Fachliteratur als auch den persönlichen Beobachtungen sowie dem Erfahrungsaustausch mit den WMS-Anbietern. Aufgrund der geringen Anzahl dieser Aspekte ist eine weitere Unterteilung nicht sinnvoll.

UF-12: Welche Herausforderungen, die vom Kunden-Unternehmen ausgehen, treten für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten auf?

UF-13: Welche Herausforderungen, die von WMS-Anbietern ausgehen, treten für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten auf?

UF-14: Welche Herausforderungen, die vom Projektmanagement ausgehen, treten für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten auf?

UF-15: Welche Herausforderungen, die vom Projektumfeld ausgehen, treten für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten auf?

UF-16: Welche Herausforderungen, die sich aus dem Umgang mit Anforderungen ergeben, treten für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten auf?

UF-17: Welche Herausforderungen treten im Kontext der Dokumentation von Anforderungen in WMS-Projekten auf?

UF-18: Wie häufig treten die einzelnen Herausforderungen in WMS-Projekten auf?

UF-19: Welche Risiken sind mit dem Auftreten dieser Herausforderungen in WMS-Projekten verbunden?

Erhebung bestehender Einflussfaktoren

Bezüglich der Operationalisierung von Untersuchungsfragen für die Erhebung von Einflussfaktoren wird an dieser Stelle auf das Untersuchungsziel UZ-2 (Identifizierung von Einflussfaktoren) verwiesen, für das im weiteren Verlauf dieses Kapitels Untersuchungsfragen abgeleitet werden.

Erhebung eines Referenzprozesses

Zum jetzigen Zeitpunkt konnte kein Requirements Engineering-Prozess identifiziert werden, für den im WMS-Kontext angenommen werden kann, dass es sich um einen optimalen Prozess handelt, der als Referenz verwendet werden kann. Dabei ist zu beachten, dass im WMS-Umfeld Prozessbewertung nach der SPICE nicht verbreitet sind, sodass sich hieraus ebenfalls keine Referenz ableiten lässt. Somit existiert aktuell kein Referenzprozess, dessen Ausprägungen bekannt sind. Um dennoch eine Vergleichsbasis zu generieren, auf deren Grundlage Optimierungspotentiale ermittelt werden können, werden verschiedene Ansätze kombiniert. So wird zum einen von den WMS-Anbietern erhoben welche Eignung sie den einzelnen Methoden und Werkzeugen zuweisen. Des Weiteren sollen später aus den erhobenen Daten zur Anwendung des Requirements Engineerings ermittelt werden welche Techniken, Methoden

und Werkzeuge verstärkt eingesetzt werden. Darüber hinaus wird für die Empfehlungen aus der verwendeten Requirements Engineering-Fachliteratur hinterfragt, ob diese auf den WMS-Kontext übertragbar sind und sofern möglich, werden diese ergänzende Referenzwerte herangezogen.

UF-20: Wie wird die Eignung der verwendeten Methoden von den WMS-Anbietern beurteilt?

UF-21: Wie wird die Eignung der verwendeten Werkzeuge von den WMS-Anbietern beurteilt?

UZ-2: Im Fokus des Untersuchungsziels UZ-2 stehen Einflussfaktoren und deren Wirkung auf die Auswahl und Verwendung von Methoden, Techniken und Werkzeugen innerhalb des Requirements Engineering-Prozesses. Damit zeigen sich drei Themenfelder auf, die für dieses Ziel zu untersuchen sind. Dies sind in erster Instanz die *Identifizierung möglicher Einflussfaktoren* sowie die *Erhebung verwendeter Methoden, Techniken und Werkzeuge* im WMS-Umfeld. Darauf aufbauend muss erhoben werden, abhängig von *welchen Einflussfaktoren* welche Methoden, Techniken und Werkzeuge ausgewählt werden.

UZ-2: Identifizierung von Einflussfaktoren und die Erhebung ihrer Wirkweise wie sie aus Sicht von WMS-Anbieter im DACH-Raum für den WMS-Kontext existieren und die Auswahl und Verwendung von Methoden, Techniken und Werkzeugen des Requirements Engineerings beeinflussen. Dabei stellt die Unterscheidung zwischen der markt- und kundengetriebenen Produktentwicklung einen bereits vorgegebenen möglichen Einflussfaktor dar.

Identifizierung möglicher Einflussfaktoren

Um zu erheben welche Einflussfaktoren (im Folgenden EF) im WMS-Kontext Auswirkungen auf den Requirements Engineering-Prozess haben, werden, wie zuvor bei den Herausforderungen, zunächst Vorschläge für mögliche Einflussfaktoren generiert. Dabei basieren diese Vorschläge auf den bisherigen Kenntnissen über das WMS-Umfeld. Ergänzend sollen die Teilnehmer der Untersuchung die Möglichkeit erhalten weitere Einflussfaktoren zu benennen. Geht es um die Identifizierung von möglichen Einflussfaktoren auf die Auswahl von Methoden, Techniken und Werkzeugen innerhalb des Requirements Engineering-Prozesses, so ist davon auszugehen, dass diese aus dem WMS-Projektumfeld stammen. Somit ist das Projektumfeld näher zu betrachten. Dabei können neben den in den Grundlagenkapiteln über Requirements Engineering und WMS (siehe Kapitel 2.1 und Kapitel 2.2) bereits aufgeführten Aspekten aus dem Projektumfeld auch weitere mögliche Einflussfaktoren aus Ausarbeitungen im WMS-Umfeld sowie der Fachliteratur des Requirements Engineerings entnommen werden.

Die bereits im Kapitel 2.1 angelehnt an Robertson und Robertson aufgeführte Abgrenzung des Systems von *benachbarten Systemen* stellt einen Ansatzpunkt dar, um mögliche Einflussfaktoren zu identifizieren. So ist davon auszugehen, dass insbesondere benachbarte Softwaresysteme und die zugehörigen Schnittstellen Einfluss auf das WMS haben und somit eine Einflussnahme auf das Vorgehen im Requirements Engineering nicht auszuschließen ist. Für WMS ist allerdings, wie in Kapitel 2.2 bereits aufgezeigt, von einer hohen Anzahl verschiedener Systeme und einer hohen Variation der möglichen WMS-IT-Ökosysteme auszugehen. Aufgrund dieser Variationen sowie aufgrund der funktionalen Überlagerungen zwischen den einzelnen Systemen ist davon auszugehen, dass die Identifizierung und Abgrenzung der einzelnen Systeme als Einflussfaktoren eine eigenständige Untersuchung erfordert die im Rahmen dieser Arbeit nicht zu realisieren ist. Aus diesem Grund wird darauf verzichtet, benachbarte Systeme als Einflussfaktoren zu untersuchen, obgleich sie eine hohe Relevanz haben können und im Rahmen weiterer Arbeiten in diesem Themenfeld betrachtet werden sollten.

Im Kapitel 2.2 wurden mit der *Projektart*, der *Betriebsart*, der *Branche* und dem *Automatisierungsgrad* des Lagers mehrere Aspekte des WMS-Projektumfeldes angeführt, die auch als Einflussfaktoren in Betracht gezogen werden können. So ist zum Beispiel zu erwarten, dass abhängig von der Projektart oder Betriebsart unterschiedliche Quellen für die Ermittlung des Requirements Engineerings existieren und somit zum Beispiel einzelne Techniken nicht anwendbar sein können. Ähnlich wie bei den benachbarten Systemen weisen auch die Branchen, in denen WMS eingesetzt werden, eine hohe Streuung auf, sodass eine vollumfängliche Untersuchung an dieser Stelle nicht möglich ist. Alternativ ist es für die Branchen

allerdings möglich, diese auf die *logistischen Prozesse und Funktionsbereiche* abzuleiten, die innerhalb der verschiedenen Branchen auftreten. Diese sind in variierenden Kombinationen anzutreffen und sollen innerhalb der jeweiligen Branche im Allgemeinen von WMS unterstützt werden.

EF-1: Projektart**EF-2: Betriebsart****EF-3: Branche****EF-4: Automatisierungsgrad****EF-5: Logistische Prozesse und Funktionsbereiche**

Auch aus dem WMS-Umfeld können ergänzende Impulse aufgegriffen werden. So ist es denkbar, dass sich Einflussfaktoren aus dem Produkt, hier dem WMS, heraus ergeben. Da WMS im Allgemeinen als erweiterbare Standardsoftware^{254, 255} angeboten werden, ist generell eine Unterscheidung zwischen der *marktgetriebenen Produktentwicklung* und der *kundenindividuellen Erweiterung* möglich, die wie bereits im Untersuchungsziel festgehalten als Einflussfaktor berücksichtigt werden sollte.

EF-6: Marktgetriebenen Produktentwicklung versus kundenindividuelle Erweiterung

Darüber hinaus führen zum Beispiel Rupp und die SOPHISTen innerhalb ihrer Entscheidungsmatrix für die Auswahl von Techniken (vergleiche Kapitel 2.1 und Kapitel 3.2) Einflussfaktoren auf und teilen diese in „[m]enschliche“²⁵⁶, „[o]rganisatorische“²⁵⁶ und „[f]achlich/inhaltliche“²⁵⁶ auf. Dabei können Einflussfaktoren, die von den Stakeholdern ausgehen, den menschlichen Einflussfaktoren zugeordnet werden. Da auch hier die Anzahl möglicher Differenzierungen innerhalb dieses Einflussfaktors sehr hoch ist, erfolgt im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Fokussierung auf die Mitarbeiter im WMS anwendenden Unternehmen, mit dem Schwerpunkt auf den Grad ihrer Mitarbeit. Auch organisatorische Einflussfaktoren wurden bereits benannt. So kann die markt- beziehungsweise kundengetriebene Entwicklung diesem Punkt zugeordnet werden. Ergänzend kann hier auch eine Unterscheidung der *Projekt-beziehungsweise Entwicklungsphase* vorgenommen werden. Die anderen bereits aufgeführten Punkte können den fachlich/inhaltlichen Einflussfaktoren zugeordnet werden, auch wenn dies nicht dem von Rupp und den SOPHISTen vorgestellten Unterteilungen entspricht.²⁵⁷

EF-7: Umfang der Mitarbeit durch die Mitarbeiter im WMS anwendenden Unternehmen**EF-8: Projekt- beziehungsweise Entwicklungsphase**

Als weitere Einflussfaktoren kommen auch der Kenntnisstand der verantwortlichen Mitarbeiter des WMS-Anbieters sowie die Unternehmensinterne Wissensvermittlung in Frage. Diese Aspekte werden als UZ-3 näher betrachtet.

Damit wurden 8 Kategorien möglicher Einflussfaktoren identifiziert. Für jede der genannten Kategorien von Einflussfaktoren existieren vielfältige Möglichkeiten, diese weiter zu unterteilen. Eine vollständige Betrachtung aller Unterteilungsoptionen ist nicht möglich, sodass im weiteren Verlauf der Arbeit eine reduzierte und verdichtete Auswahl verwendet wird.

254 Vergleiche [Geißen; 2013] Seite 66.

255 Vergleiche [Wohlgemuth; 2014], Seite 5 ff.

256 Siehe [Rupp et al.; 2009], Seite 110.

257 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 110.

Erhebung verwendeter Methoden, Techniken und Werkzeuge

Die Erhebung von verwendeten Methoden, Techniken und Werkzeugen wird bereits durch zuvor aufgeführte Untersuchungsfragen berücksichtigt, sodass an dieser Stelle keine weiteren Fragen abzuleiten sind. Dabei kann hier auf die Untersuchungsfragen nach den eingesetzten Methoden der Anforderungserhebung (UF-2) sowie nach den eingesetzten Softwarewerkzeugen für die Anforderungsdokumentation (UF-7) verwiesen werden.

Erhebung der Abhängigkeit zwischen Einflussfaktor und Auswahl

Abhängigkeiten zwischen den Einflussfaktoren und der Methoden-, Technik- und Werkzeugauswahl sind kein allgemeingültiges und axiomatisch bestehendes Konzept. Vielmehr sind sie ein Abbild des Verhaltens der Anwender. Somit ist an dieser Stelle zu hinterfragen, welche Auswahl Mitarbeiter in WMS-Unternehmen treffen, abhängig von bestimmten Einflussfaktoren. Auch diese Frage kann auf verschiedenen Detaillierungsgraden untersucht werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird ausschließlich betrachtet, unter welchen möglichen Einflussfaktoren bestimmte Methoden, Techniken und Werkzeuge durch die Mitarbeiter der WMS-Anbieter verwendet werden.

UF-22: Welche Methoden und Techniken zur Erhebung von Anforderungen verwenden Mitarbeiter von WMS-Anbietern bei welchen potentiellen Einflussfaktoren?

UF-23: Welche Werkzeuge für die Dokumentation von Anforderungen verwenden Mitarbeiter von WMS-Anbietern bei welchen potentiellen Einflussfaktoren?

UF-24: Bei der Auswahl welche Techniken und Methoden unterscheiden Mitarbeiter bei den WMS-Anbietern zwischen der marktgetriebenen und der kundengetriebenen Entwicklung?

UZ-3: Mit dem Untersuchungsziel UZ-3 soll ermittelt werden, wie die Mitarbeiter der WMS-Anbieter ihre Fachkenntnisse im Bereich des Requirements Engineerings erworben haben. Dabei kann differenziert werden, wo beziehungsweise im Rahmen welcher Tätigkeit dieses Wissen erworben wurde und inwieweit die Wissensvermittlung durch den Arbeitgeber unterstützt wird.

UZ-3: Identifizieren wie die, in die Requirements Engineering-Prozesse involvierten Mitarbeiter in WMS anbietenden Unternehmen der DACH-Region Kenntnisse über Techniken und Methoden des Requirements Engineerings erlangen.

Erheben der Wissensquellen

Generell ist davon auszugehen, dass Wissen zum Requirements Engineering im Rahmen der Ausbildung erworben werden kann. Entsprechend ist zu erheben, welche Ausbildung beziehungsweise welches Studium durch die Teilnehmer der Umfrage absolviert wurde. Darüber hinaus kann das Wissen der Teilnehmer im Rahmen verschiedener Maßnahmen erworben worden sein, sodass zu erfassen ist, zu welchem Anteil Wissen aus verschiedenen Quellen stammt.

UF-25: Welche Ausbildung beziehungsweise welches Studium haben die Teilnehmer der Umfrage absolviert?

UF-26: Zu welchen Anteilen stammt das Wissen der Teilnehmer der Umfrage aus welchen Quellen?

Erheben, wie die Wissensvermittlung vom Arbeitgeber unterstützt wird

Mit Blick auf Möglichkeiten zur Optimierung, darf nicht vernachlässigt werden, dass auch der Aus- und Weiterbildung durch den Arbeitgeber eine entscheidende Rolle beikommen kann. So stellen die theoretischen und praktischen Kenntnisse der Mitarbeiter die Grundlage dar, auf welcher sie Requirements Engineering durchführen können. An dieser Stelle ist zu erfassen, wie der Wissenstransfer erfolgt.

UF-27: Welche Maßnahmen zum Wissenstransfer werden von den WMS-Anbietern angeboten?

UZ-4: Das Untersuchungsziel UZ-4 nimmt unter den aufgeführten Zielen, wie bereits in Kapitel 3.3 aufgezeigt, eine Sonderrolle ein. So ist es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich umfassend validierte Maßnahmen zur Optimierung des Requirements Engineerings bei WMS-Anbietern aufzuzeigen, weshalb die Thesenbildung, über entsprechende Maßnahmen, als Ziel gewählt wird. Die Ableitung von begründeten Thesen setzt eine fundierte Wissensgrundlage über

den Untersuchungsbereich voraus, die im Rahmen dieser Arbeit zu weiten Teilen auf den Ergebnissen der Untersuchungen für das Untersuchungsziel UZ-1 und seinen unterlagerten Zielen basiert. Wobei sich das UZ-1 mit der Identifizierung von Optimierungspotentialen beschäftigt. Des Weiteren wird die bereits in den vorausgegangenen Kapiteln aufgezeigte Fachliteratur des Requirements Engineerings als Wissensgrundlage herangezogen.

UZ-4: Aufstellen von begründeten Thesen welche Maßnahmen eingesetzt werden können, um die von WMS-Anbietern in der DACH-Region durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse zu optimieren.

Um mögliche Maßnahmen für die Optimierung des Requirements Engineering-Prozesses zum Ende dieser Master-Thesis aufzeigen zu können, sind Kenntnisse über die Eignung sowie die Einsatzgebiete verschiedener Methoden und Werkzeuge innerhalb dieses Prozesses erforderlich. Diese können, unter der Annahme, dass der WMS-Kontext weitgehend dem in der Literatur beschriebenen Vorgehen im Requirements Engineering entspricht, aus der Fachliteratur gewonnen werden. Allerdings ist an dieser Stelle anzumerken, dass unter anderem in Kapitel 3.2 in Betracht gezogen wurde, dass der WMS-Markt eine Nische mit individuellen Ausprägungen hinsichtlich des Requirements Engineerings sein kann. Eine groß angelegte Erhebung von möglichen Maßnahmen und deren Beurteilung würde den Umfang dieser Arbeit übersteigen. Dennoch wird mit den Untersuchungsfragen UF-20 und UF-21 im kleinen Rahmen untersucht, welche Eignung den einzelnen Techniken und Werkzeugen durch die WMS-Anbieter zugesprochen wird. Dies liefert zum einen Anhaltspunkte, ob die in der Literatur aufgeführten Kriterien für die Wahl geeigneter Methoden und Werkzeuge anwendbar sind und zum anderen zeigt es die WMS spezifischen Beurteilungen der jeweiligen Eignungen auf, die ebenfalls für die Aufstellung von Thesen über Maßnahmen der Optimierung herangezogen werden können.

4. Von der Untersuchungsvorbereitung zur Durchführung

Das vorliegende Kapitel umfasst die Dokumentation der Vorarbeiten, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit für die zugehörige Evaluation durchgeführt werden, sowie Erläuterungen zur Durchführung der Datenerhebung. Dabei werden zunächst mit der Methodenauswahl und der Eingrenzung von Zielgruppe und erforderlichem Stichprobenumfang ergänzende Randbedingungen dieser Arbeit aufgezeigt. Mit der Entwicklung des Untersuchungsfragebogens wird die Grundlage für die Datenerhebung gelegt, deren Durchführung anschließend skizziert wird.

4.1. Methodenauswahl für die Datenerhebung

Aus den vorausgegangenen Kapiteln, in denen angeführt wurde, dass innerhalb der empirischen Forschung verschiedenen Forschungsarten und Methoden existieren, aus denen für den jeweiligen Untersuchungskontext die geeigneten zu wählen sind, ergibt sich, dass die Untersuchung komplexer Zusammenhänge auch die Kombination verschiedener Methoden erfordern kann. Dieser Ansatz wird im Folgenden gewählt.

Ausgehend von den Untersuchungszielen UZ-1 und UZ-4 ist ein explorativer Forschungsansatz (vergleiche Kapitel 2.3) zu wählen. So kann für die Identifizierung von Optimierungspotentialen in den von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering-Prozessen zunächst explorativ erhoben werden, wie sich der Sachverhalt, in diesem Fall die Ausführung des Requirements Engineerings, darstellt und welche Optimierungspotentiale bestehen. Die innerhalb des Untersuchungsziels UZ-4 aufgeführte Ableitung von begründeten Thesen für Maßnahmen zur Optimierung erfolgt auf der Basis der identifizierten Optimierungspotentiale und entspricht dem hypothesenerkundenden Teil der explorativen Forschung. Im Kontext der vorliegenden Arbeit können die aufgestellten Hypothesen über geeignete Optimierungsmaßnahmen als Entwurf einer Handlungsempfehlung zur Optimierung verstanden werden.

UZ-1: Identifizierung von Optimierungspotentialen für die von WMS-Anbietern im DACH-Raum durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse, hinsichtlich der Qualität der verwendeten Methoden und Werkzeuge unter Beachtung von bestehenden Herausforderungen und Einflussfaktoren im Requirements Engineering-Prozess bei eben jenen WMS-Anbietern.

UZ-4: Aufstellen von begründeten Thesen welche Maßnahmen eingesetzt werden können, um die von WMS-Anbietern in der DACH-Region durchgeführten Requirements Engineering-Prozesse zu optimieren.

Für die Untersuchung der Validität dieser Hypothesen beziehungsweise Handlungsempfehlungen ist eine evaluative Forschung oder hypothesenprüfende Untersuchung anzuschließen (vergleiche Kapitel 2.3). Dabei würde eine evaluative Forschung erfordern, dass Daten über die Ausgangssituation vor Anwendung der Handlungsempfehlungen und Daten zur Situation nach Einführung und Anwendung der Handlungsempfehlungen erhoben und vergleichend betrachtet werden. Eine derartige Untersuchung würde die Anwendung der Methoden bei den WMS-Anbietern über einen längeren Zeitraum voraussetzen, damit die Mitarbeiter Erfahrungswerte sammeln können, auf deren Basis anschließend eine zweite Datenerhebung stattfinden kann. Aufgrund des damit verbundenen Zeit- und Arbeitsaufwands, insbesondere auf Seiten der WMS-Anbieter, ist eine evaluative Untersuchung zur Bestätigung der Handlungsempfehlung im Rahmen dieser Thesis nicht realisierbar. Auch für die hypothesenprüfende Untersuchung kann die Anwendung der Methoden über einen längeren Zeitraum bei den Anbietern erforderlich sein. Aus den bereits genannten Gründen wird in dieser Masterthesis ein alternatives Vorgehen gewählt und auf die praktische Anwendung im Rahmen der Hypothesenprüfung verzichtet. Dabei wird die Hypothesenprüfung als Validierungsprozess^{258,259} durchgeführt, bei dem WMS-Anbieter die Handlungsempfehlungen begutachten und im Rahmen eines halboffenen Interviews eine Einschätzung zur Eignung und Korrektheit abgeben. An dieser Stelle ist zu beachten, dass eine derartige Validierung nur

258 Vergleiche [IEEE 1012; 2012].

259 Vergleiche [Pezzè et al.; 2009].

einen ersten Anhaltspunkt für die Zuverlässigkeit der Handlungsempfehlung darstellt. Hier sind langfristig vertiefende Untersuchungen zu empfehlen, um die Eignung und Korrektheit der Handlungsempfehlungen zu prüfen.

Damit kann die vorliegende Arbeit in die explorative Untersuchung der bei WMS-Anbietern innerhalb der DACH-Region durchgeführten Requirements Engineerings-Prozesse, die Entwicklung von Hypothesen als Handlungsempfehlungen und die anschließende hypothesentestende Untersuchung möglicher Optimierungsmaßnahmen unterteilt werden. Dabei sind für jede dieser Untersuchungen geeignete Methoden der Datenerhebung zu wählen.

Für den deskriptiven Teil innerhalb der explorativen Untersuchung werden, wie in Kapitel 2.3 bereits vorgestellt, verstärkt qualitative und vereinzelt quantitativen Methoden empfohlen, womit fragebogenbasierte Umfragen in Betracht gezogen werden können obgleich diese im Allgemeinen nicht zu präferieren sind. Der Fragebogen sollte dabei sowohl quantitative Fragen als auch qualitative Fragen beinhalten. Die Vorgespräche mit den WMS-Anbietern haben darüber hinaus eine deutliche Präferenz für die Teilnahme an einer Online-Umfrage anstelle eines im persönlichen oder telefonischen Gespräch durchgeführten Interviews aufgezeigt. Dabei bietet die Online-Umfrage für die Teilnehmer den Vorteil einer freien Zeiteinteilung und abhängig von dem verwendeten Softwarewerkzeug auch die Möglichkeit, die Bearbeitung zu unterbrechen und später fortzusetzen. Darüber hinaus bietet die Verwendung einer Online-Umfrage den Vorteil, die Daten unmittelbar konvertieren und für die Auswertung in einem anderen Programm weiter verwenden zu können. Nachteil einer Online-Umfrage, wie auch bei anderen schriftlichen Umfragen ist, dass keine Möglichkeit besteht, auf Rückfragen der Teilnehmer zu reagieren oder Verständnisprobleme zum Beispiel zu einer Frage zu klären. Die Qualität der Ergebnisse ist hier maßgeblich davon abhängig, ob die Fragen eindeutig und gut verständlich formuliert wurden. Ausgehend von der Annahme, dass die Akzeptanz der gewählten Erhebungsmethode durch die potentiellen Umfrageteilnehmer einen entscheidenden Einfluss auf die Rücklaufquote hat und unter Beachtung der generellen Eignung dieser Methode, wird für den deskriptiven Teil der Untersuchung eine Online-Umfrage gewählt. Da die Hypothesenbildung auf den mit der Online-Umfrage erhobenen Daten sowie den Angaben in der Requirements Engineering Fachliteratur basiert, erfolgt darüber hinaus keine Datenerhebung für die Hypothesenbildung.

Aufgrund vorausgegangener Erfahrungen mit der Umfragesoftware der LimeSurvey GmbH²⁶⁰ wird diese als Werkzeug für die Online-Umfrage gewählt. Dazu wird ein Kontingent auf dem von LimeSurvey angebotene Webserver mit der zugehörigen Umfragesoftware angemietet. Diese Software bietet unter anderem die Möglichkeit, die erhobenen Daten später als CVS-Datei zu exportieren.

Innerhalb der Sozialwissenschaft werden für eine hypothesenprüfende Untersuchung verstärkt quantitative Methoden empfohlen, wobei hier auch qualitative Methoden zum Einsatz kommen können (vergleiche Kapitel 2.3). Quantitative Methoden erfordern eine präzise Festlegung der Untersuchungsfragen und der zugehörigen Bewertungsskalen, während sich bei qualitativen Methoden hier mehr Freiheiten ergeben, dafür aber die Aufbereitung und Interpretation der Gesprächsaufzeichnungen aufwendiger sein kann und das Risiko besteht, Daten von den verschiedenen Teilnehmern zu erfassen, die miteinander nicht vergleichbar sind. Andererseits bieten qualitative Untersuchungen die Möglichkeit, ergänzende Erläuterungen und Anmerkungen zu zuvor nicht bedachten Aspekten zu erhalten, die bei der quantitativen Methode nicht erfasst werden könnten. Für die vorliegende Arbeit müssen diese Aspekte gegeneinander abgewogen werden. Da der zeitliche Rahmen für die hypothesenprüfende Untersuchung stark begrenzt ist, wird eine kombinierte quantitative und qualitative Untersuchung mit kalkulierbarem Zeitaufwand gewählt. Hierzu wird eine halboffene Interviewform gewählt, bei der mit Hilfe von Leitfragen die Eignung und Anwendbarkeit der Optimierungsmaßnahmen von den Teilnehmern abgefragt wird und zum anderen ein Rahmen vorgegeben wird in dem der Gesprächspartner in eigenen Worten eine Rückmeldung zu den Handlungsempfehlungen geben kann.

Sowohl um einen möglichen Missbrauch der erhobenen Daten (zum Beispiel zur Diffamierung eines Unternehmens) auszuschließen, als auch um die Bedenken potentieller Teilnehmer bezüglich möglicher

260 Vergleiche [LimeSurvey; 2016].

Auswirkungen ihrer Antworten auf ihr Unternehmen oder auf ihre Person auszuschließen, soll die Datenerhebung im Rahmen der Online-Umfrage anonym erfolgen. Des Weiteren sollen alle im Rahmen dieser Arbeit erfassten Daten ausschließlich anonymisiert verwendet werden.

4.2. Zielgruppe und Stichprobenumfang

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist der Requirements Engineering-Prozess, wie er von WMS-Anbietern durchgeführt wird. Obgleich somit zunächst alle Anbieter von Warehouse Management Systemen weltweit als Zielgruppe der Studie in Frage kommen, werden Einschränkungen hinsichtlich dieser Gruppe vorgenommen. Dies erfolgt mit der Intention, die Repräsentativität der Untersuchungsergebnisse für die verbleibende Zielgruppe abzusichern.

Regionale, kulturelle und sprachliche Unterschiede zwischen den Standorten der Unternehmen sind als Einflussfaktoren auf den Requirements Engineering-Prozess nicht auszuschließen. Vielmehr lassen Studien über interkulturelle Unterschiede, wie die am *Hofstede Centre* der *itim international* durchgeführten Untersuchungen im Bereich „how values in the workplace are influenced by culture“²⁶¹ und der darauf basierende Länder-Vergleich²⁶², eine Beeinflussung annehmen. Auch zeigen die vom Fraunhofer IML und von dessen Kooperationspartnern durchgeführten Studien der französischen und italienischen WMS-Märkte Abweichungen vom deutschsprachigen Raum auf,^{263,264} die ebenfalls Auswirkungen auf den Requirements Engineering-Prozess haben können. Aus diesem Grund wird für die vorliegende Untersuchung, die Zielgruppe auf WMS-Anbieter im deutschsprachigen DACH-Raum begrenzt, wobei dies internationale Anbieter mit Niederlassungen in diesem Bereich, die über reine Vertriebsniederlassungen hinausgehen, einschließt.

Gemäß den Angaben des Fraunhofer IML aus dem Jahr 2014 existieren „[i]n der DACH-Region [...] ca. 150 Anbieter von Warehouse Management Systemen“²⁶⁵. Obgleich es sich hier um einen gerundeten Wert handelt, der zusätzlichen Abweichungen, ausgehend von einer eventuellen Dunkelziffer, ausgesetzt ist, wird dieser Wert für die Grundgesamtheit der zu untersuchenden Zielgruppe aller WMS-Anbieter in der DACH-Region übernommen.

Nachdem festgestellt wurde, von welcher Grundgesamtheit auszugehen ist, kann der erforderliche Stichprobenumfang ermittelt werden.²⁶⁶ Dabei gibt dieser in diesem Kontext an, wie viele verwertbare Rückläufe aus der Online-Befragung erforderlich sind, damit bezogen auf den gewählten *tolerierten Fehler*, repräsentative Aussagen über die Menge der WMS-Anbieter in der DACH-Region getroffen werden können. Dabei ist zu beachten, dass „Ergebnisse von Stichprobenbefragungen [...] nur dann auf eine Grundgesamtheit verallgemeinert werden [können], wenn sie das Ergebnis einer Zufallsauswahl sind“²⁶⁷. Die „Berechnung des minimal erforderlichen Stichprobenumfangs“²⁶⁸ erfolgt analog zu dem von Mossig vorgestellten Vorgehen für eine bekannte Grundgesamtheit.²⁶⁹

Obgleich für die Bestimmung des Stichprobenumfangs für Umfragen in der Literatur wiederholt ein zu tolerierender Fehler beziehungsweise ein Signifikanzniveau von $\epsilon=0,05$ angegeben wird, erscheint dies im WMS-Umfeld angesichts einer Grundgesamtheit von 150 WMS-Anbietern, Kontaktdaten für 80

261 Siehe [Hofstede; 2016] <https://geert-hofstede.com/research.html>.

262 Vergleiche [Hofstede; 2016] <https://geert-hofstede.com/countries.html>.

263 Diese Aussage beruht auf den persönlich ausgeführten Datenanalysen mit den, durch das Team *warehouse logistics* im Jahr 2012 erhobenen Daten, die unter anderem in [Geißen et al.; 2014] verwendet wurden. Neben den veröffentlichten Daten erlaubte die Datenbasis auch einen Vergleich zwischen dem italienischen und dem deutschsprachigen WMS Markt.

264 Vergleiche [Geißen et al.; 2012] Kapitel 3.1 „Unterschiede zwischen dem deutschen und französischen Markt“ eigene Übersetzung des französischen Titels „Différence entre le marché allemand et français“, Seite 37 ff.

265 Siehe [Geißen et al.; 2014], Seite 5.

266 Vergleiche [Jacob et al.; 2013], Seite 65.

267 Siehe [Jacob et al.; 2013], Seite 66.

268 Siehe [Mossig; 2012], Seite 18.

269 Vergleiche [Mossig; 2012], Seite 18 ff.

WMS-Anbieter und einer durchschnittlichen Ausschöpfungsquote von 20%²⁷⁰ als nicht realisierbar. Entsprechend wird ein größerer zu tolerierende Fehler akzeptiert.

Seien $N=150$ die Grundgesamtheit, $\varepsilon=0,17$ der tolerierte Fehler, $z=1,38$ der „aus der zentralen Wahrscheinlichkeit der Standardnormalverteilung berechnete Wert der gewählten Sicherheitswahrscheinlichkeit“²⁷¹ von 83% und die Anteile an der Grundgesamtheit mit $P=0,5$ und $Q=0,5$ so gewählt, dass ihr Produkt maximal sei, dann ist n der minimal erforderliche Stichprobenumfang.^{272, 273}

$$n \geq \left\lceil \frac{N}{1 + \frac{(N-1) \cdot \varepsilon^2}{z^2 \cdot P \cdot Q}} \right\rceil = \left\lceil \frac{150}{1 + \frac{(150-1) \cdot 0,17^2}{1,38^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}} \right\rceil = \lceil 14,93 \rceil = 15$$

Damit sind mindestens 15 verwertbare Fragebögen als Rücklauf der Online-Befragung erforderlich. Um deren Erhebung sicher stellen zu können, muss die Anzahl der kontaktierten Unternehmen auf die zu erwartenden Ausschöpfungsquote²⁷⁴ abgestimmt gewählt werden. Basierend auf einer zu erwartenden durchschnittlichen Ausschöpfungsquote von 20% im WMS-Umfeld.²⁷⁰ Basierend auf den Regeln der Prozentrechnung, müssen somit mindestens 75 WMS-Anbieter angeschrieben werden, um eine Sicherheitswahrscheinlichkeit der Ergebnisse von 83% zu gewährleisten.

$$G = \frac{P_w \cdot 100}{P_s} = \frac{15 \cdot 100}{20} = 75$$

4.3. Entwicklung des Online-Fragebogens

Die Arbeiten im Rahmen der Fragebogenerstellung für die Online-Umfrage gliedern sich grob in die Ausarbeitung eines ersten Fragebogenentwurfs sowie der zugehörigen Anschreiben, die Übertragung des Fragebogens in die Umfragesoftware LimeSurvey, die Durchführung von Vorabtests und die finale Überarbeitung des Fragebogens. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen grob vorgestellt, wozu exemplarisch einzelne Aspekte herausgegriffen und beleuchtet werden. Ergänzende Details, sind den Anhängen zu entnehmen. Dabei ist der finale Fragebogen als Anhang B am Ende dieser Arbeit abgedruckt, während weitere Materialien auf der beigefügten CD zu finden sind.

Fragebogenentwurf

Die zuvor in Kapitel 3.4 operationalisierten Untersuchungsfragen UF-1 bis UF-27 werden im Folgenden weiter verfeinert und um Antwortoptionen erweitert. Ziel dabei ist es, für die Umfrageteilnehmer gut verständliche und widerspruchsfreie Fragen zu formulieren und für die quantitativen Fragen Antwortskalen zu ergänzen mit denen diese beantworten werden können. Um im Vorfeld nicht vorhersehbarere Antworten ebenfalls erfassen zu können, wird für einen Großteil der Fragen eine frei zu formulierende Antwortoption im Sinne einer qualitativen Befragung ergänzt. Darüber hinaus werden auch die Begrüßung der Teilnehmer sowie die Danksagung, die zum Ende des Fragebogens angezeigt werden, verfasst. An dieser Stelle wird darauf verzichtet, die Vorabversion des Fragebogens vollständig aufzuführen. Diese entspricht weitgehend dem auf der CD einsehbaren Fragebogenentwurf, in den bereits erste Impulse eines Vorabtests eingeflossen sind.

Im Rahmen der Begrüßung sollen potentielle Teilnehmer der Umfrage motiviert werden an dieser teilzunehmen. Dazu wird aufgezeigt, wofür die Daten erhoben werden, wie langfristig mit den Daten insbesondere mit Blick auf den Datenschutz umgegangen wird, welche Ziele mit der Umfrage verfolgt

270 Persönliche Erfahrungen mit Online-Umfragen durch das Team warehouse logistics, bei den, bei warehouse logistics gelisteten WMS-Anbietern, zeigen eine durchschnittliche Ausschöpfungsquote von 20% auf.

271 Siehe [Mossig; 2012], Seite 20.

272 Vergleiche [Mossig; 2012], Seite 18 ff.

273 Die verwendeten Werte sind auf zwei Stellen hinter dem Komma gerundet.

274 Die Ausschöpfungsquote wird je nach Quelle auch Rücklaufquote genannt.

werden und welche Gegenleistung die Teilnehmer erwarten können.²⁷⁵ Um die Motivation potentieller Teilnehmer zu steigern sollen die anonymisierten Ergebnisse der Untersuchung in Form eines Exposés nach Abschluss der Master-Thesis an die Teilnehmer übermittelt werden.

Neben den inhaltlichen Fragen, die aus den Untersuchungsfragen UF-1 bis UF-27 abgeleitet werden, sind auch ergänzende Informationen über die Teilnehmer der Umfrage zu erfassen. Diese Daten sind erforderlich, damit die Fragebögen hinsichtlich verschiedener Kriterien überprüft werden können. Zu diesen Kriterien gehören unter anderem die Prüfungen ob die Teilnehmer innerhalb der angestrebten Zielgruppe liegen und ob es sich um eine repräsentative Umfrage handelt. Des Weiteren sind diese Daten erforderlich, um Antworten aus anderen Fragenkategorien Gruppieren zu können, zum Beispiel um mögliche Unterschiede zwischen den Anbietertypen aufzuzeigen. So werden hier unter anderem die Zuordnung zu einem WMS-Anbietertyp sowie die bisherige Erfahrung der Befragten im Umfeld der Anforderungsaufnahme, die Rolle der Umfrageteilnehmer im Unternehmen und das verwendete Vorgehensmodell ermittelt.

Themenfeld	Darin abgebildete Untersuchungsfragen
Anforderungsaufnahme	UF-1, UF-2, UF-3, UF-4, UF-5, UF-20, UF-22, UF-24
Qualitätsprüfung	UF-8, UF-9, UF-11
Dokumentation	UF-1, UF-4, UF-6, UF-7, UF-8, UF-10, UF 21, UF-23, UF-24
Herausforderungen	UF-13, UF-14, UF-16, UF-17, UF-18, UF-19
Wissensquellen	UF-25, UF-26, UF-27

Tabelle 3: Zuordnung der Untersuchungsfragen zu Themenfeldern

Die inhaltlichen Fragen werden in die Themenfelder *Anforderungsaufnahme*, *Qualitätsprüfung*, *Dokumentation von Anforderungen*, *Herausforderungen* und *Wissensquellen* aufgeteilt (vergleiche Tabelle 3). Dabei wird im Bereich der Anforderungsaufnahme auf die bereits im Kapitel 2.1 aufgeführten Kategorien der Erhebungstechniken zurückgegriffen. Je Kategorie werden verschiedene in der Fachliteratur^{276, 277, 278, 279} aufgeführte Untervarianten in den Fragebogen übernommen. Als Antwortoptionen werden Phasen des Requirements Engineerings aufgeführt, für die anzugeben ist, ob die Techniken dort verwendet werden. Für die Qualitätsprüfung wird abgefragt, welche Prüfungen durchgeführt werden und auch hier werden die Inhalte mit der Fachliteratur, wie sie insbesondere in den Kapiteln 2.1 und 2.4 verwendet wurde, abgeglichen. Für die Dokumentation werden bestehende Standards ermittelt und als Auswahloptionen angeboten sowie Varianten der Dokumentation aufgeführt, für die anzugeben ist, welche für die marktgetriebene beziehungsweise für die kundengetriebene Entwicklung verwendet werden. Darüber hinaus werden verschiedene Werkzeuge des Requirements Managements²⁸⁰ aufgeführt, bei denen die Umfrageteilnehmer angeben sollen, in welchen Projektschritten diese verwendet werden. In dem anschließenden Themenfeld *Herausforderungen* werden mögliche Herausforderungen aufgelistet, für die die Teilnehmer angeben sollen, wie häufig diese auftreten und welches Risiko für den Projekterfolg – aus Sicht der Teilnehmer – mit den Herausforderungen verbunden ist. Sowohl für die Häufigkeit als auch für das Risiko wird eine Skala eingeführt, deren Werte textuelle beschrieben werden. Den Abschluss bildet der Bereich *Wissensquellen*, in dem abgefragt wird, wo das Wissen über Requirements Engineering erworben wurde. Im gesamten Fragebogen werden wiederholt Einzelaspekte aus der Fachliteratur des Requirements Engineerings sowie aus Veröffentlichungen und Ausarbeitungen aus dem WMS-Kontext verwendet. Dabei werden insbesondere die im Grundlagenkapitel 2 benannten Quellen herangezogen.²⁸¹ Abschließend wird die Danksagung an die Teilnahme erstellt, in der auch aufgezeigt wird, welche weiteren Schritte folgen.

275 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 54 f.

276 Vergleiche [Rupp et al.; 2009].

277 Vergleiche [Lauesen; 2002].

278 Vergleiche [Pohl et al.; 2015].

279 Vergleiche [Robertson et al.; 2013].

280 Vergleiche [Wohlgemuth; 2016b].

281 Die für den Fragebogen herangezogenen Quellen, werden im Literaturverzeichnis durch ein nachgestelltes Δ gekennzeichnet.

Vorabtest I

Die Vorabtests werden in zwei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase wird im Rahmen eines Expertengesprächs der Fragebogen in einer Papierversion von einem erfahrenen Mitarbeiter²⁸² aus dem Team warehouse logistics getestet, der erste Änderungsimpulse einbringt. Aus diesem Gespräch können erste Anpassungsvorschläge aufgegriffen werden. Diese betreffen insbesondere die Vereinfachung der Sprache, den Verzicht auf Fachbegriffe, sofern diese nicht zwingend notwendig sind und die Ergänzung von Erläuterungen zu den einzelnen Aspekten. Der mit diesen Impulsen überarbeitete Fragebogen ist auf der CD einsehbar.

Fragebogenpflege in LimeSurvey

Als Vorbereitung auf den zweiten Vorabtest wird der Fragebogen in das Umfragewerkzeug LimeSurvey eingepflegt. Diese Arbeit umfasst die Einrichtung des LimeSurvey Dienstes, die Übertragung der Fragen und Antworten in das Umfragewerkzeug, die Einrichtung der Fragebogenlogik, die Einrichtung von Parametern für die Teilnehmergruppe sowie für das Zeitfenster der Umfrage und die Anpassung des Fragebogen-Layouts über CSS-Elemente.

Vorabtests II

Für den Vorabtest der Online-Umfrage konnten 7 Testpersonen gewonnen werden. Bei der Zusammenstellung der Testpersonen wurde auf eine Streuung des Fachwissens geachtet, um sicher zu stellen, dass auch bei der tatsächlichen Umfrage Testpersonen mit unterschiedlichen Fachkenntnissen und Wissensgebieten die Fragen verstehen können. Die Zusammensetzung der Teilnehmer ist der Tabelle 4 zu entnehmen. Per E-Mail erhalten die Testpersonen die Zugangsdaten zum Fragebogen sowie einen Feedbackbogen und sollen innerhalb von einer Woche die Online-Umfrage durchführen und dabei Auffälligkeiten und Schwierigkeiten dokumentieren.

	Logistik	Informatik	Fachfremd
Mitarbeiter / Ehemalige des Teams warehouse logistics	3	1	0
Externe Personen ohne Logistikerfahrung	0	1	2

Tabelle 4: Fachlicher Hintergrund der Testpersonen für den Vorabtest

Im Rahmen des Vorabtests lag die durchschnittliche Bearbeitungszeit bei 58 Minuten, wobei die maximale Bearbeitungszeit bei 117 Minuten lag. Hierbei ist anzumerken, dass einzelne Testpersonen die Funktionsfähigkeit sämtlicher Antwortoptionen innerhalb der Online-Umfrage gewissenhaft getestet haben. Dennoch zeigen sowohl die Zahlen als auch das Feedback der Testpersonen (siehe Anhang A), dass der Fragebogen zu lang ist und Kürzungen vorzunehmen sind.

Die schriftlichen Rückmeldungen aller Testpersonen sind in Anhang A aufgeführt. Dabei reichten die Anmerkungen von Layout-Aspekten bis hin zu Verständnisproblemen. So wurde zum Beispiel vorgeschlagen, größere Textfelder für Freitextantworten zu verwenden oder einzelne Textstellen zur besseren Lesbarkeit hervorzuheben. Auch die verwendeten Skalierungen wurden stellenweise kritisch hinterfragt. Darüber hinaus wurden vereinzelt Fehler entdeckt, zum Beispiel die Auswahl eines falschen Fragetyps, wodurch nur eine Einfachauswahl anstelle der vorgesehenen Mehrfachauswahl möglich war oder fehlende Freitextfelder.

Finale Überarbeitung des Fragebogens

Auf der Basis der Rückmeldungen des Online-Vorabtests wird der Fragebogen grundlegend überarbei-

282 Es handelt sich um einen Diplom Informatiker, der auf mehr als 10 Jahre Erfahrung im WMS Umfeld und insbesondere innerhalb des Expertenteams für WMS am Fraunhofer IML zurückblicken kann.

tet. Dazu werden Fragen und Antworten gekürzt oder umformuliert und unter Beachtung der Untersuchungsziele sowie der Untersuchungsfragen einzelne Fragen und Untersuchungsziele²⁸³ vollständig aus dem Fragebogen entfernt. Auch erfolgt eine erneute Prüfung, ob die Formulierungen neutral gehalten sind und keine Antwortoption implizit vorgeben. Des Weiteren haben die Anmerkungen der Testpersonen und die Beobachtung einzelner Testpersonen während sie den Tests durchgeführt haben gezeigt, dass Aufmerksamkeit und Interesse im Laufe der Befragung stark abgenommen haben. Um dem entgegen zu wirken wird die Anordnung der Frageblöcke noch einmal überdacht. So findet sich unter anderem bei Schnell der Hinweis, dass mit der Anordnung der Fragen unterschiedliche Effekte verbunden sein können, die das Verständnis beeinflussen können.²⁸⁴ Und auch Raab-Steiner und Benesch weisen darauf hin, dass eine „sinnvolle Abfolge der Fragen“²⁸⁵ zu verwenden ist und merken an, dass „[z]u Beginn [...] Aufwärmfragen empfehlenswert [sind], die das Thema einleiten und Interesse wecken“²⁸⁵. Um das Interesse der WMS-Anbieter zu wecken, wird der Fragenblock zu *Herausforderungen*, die mit der Anforderungsaufnahme verbunden sind, nach vorne gestellt. Dabei basiert diese Anordnung auf der Erfahrung, dass WMS-Anbieter mit Herausforderungen im Rahmen der Anforderungserhebung konfrontiert sind, für die sie nach Verbesserungsmöglichkeiten suchen. Somit ist generell davon auszugehen, dass sich Teilnehmer in den aufgeführten Herausforderungen eigene Herausforderungen erkennen, wodurch der Wunsch, hier Verbesserungen anzustoßen, reaktiviert oder verstärkt werden soll, was wiederum die Motivation, an der Umfrage teilzunehmen, steigern soll. Des Weiteren werden die ergänzenden Informationen über die Teilnehmer an das Ende des Fragebogens gestellt, da sie aus Sicht der Teilnehmer die geringste Relevanz aufweisen. Darüber hinaus wird die Struktur des Fragebogens innerhalb des Umfragewerkzeugs noch einmal angepasst. Dies schließt insbesondere Logiken ein, auf deren Basis einzelne Fragen ein- beziehungsweise ausgeblendet werden und umfasst darüber hinaus auch die Anpassung der Fragetypen und Skalen. Der finale Fragebogen kann in Anhang B eingesehen werden.

Freigabe des Fragebogens

Bei der Freigabe des Fragebogens durch das IML handelt sich lediglich um eine Prüfung, ob die Inhalte des Fragebogens vom Team warehouse logistics vertreten werden können. Wobei hier keine Impulse zur Veränderung des Fragebogens eingebracht werden. Mit der erteilten Freigabe verbunden war die Erlaubnis, im Namen des Teams warehouse logistics WMS-Anbieter auf die Umfrage aufmerksam zu machen und den monatliche Newsletter warehouse logistics hierfür verwenden zu können.

4.4. Interview

In verschiedenen Phasen der Vorbereitung und Durchführung dieser Master-Thesis werden Interviews eingesetzt. Dabei kommen verschiedene Interviewformen zum Einsatz. Im Rahmen der Vorbereitung wurden *offene Interviews* durchgeführt. Die Interviewpartner stammten dabei sowohl aus dem Team warehouse logistics als auch von einzelnen WMS-Anbietern. Im Rahmen der Validierung des erarbeiteten Entwurfs einer Handlungsempfehlung werden *Leitfadeninterviews* mit Mitarbeitern einzelner WMS-Anbieter sowie einzelner WMS-Berater durchgeführt.

Die offenen Interview-Gespräche wurden mit verschiedenen Intentionen eingesetzt. Zum einen wurde mit ihnen im Vorfeld der Arbeit das generelle Interesse an dem Themenfeld Requirements Engineering bei den WMS-Anbietern und innerhalb des Teams warehouse logistics abgefragt. Zum anderen wurden Impulse zur Eingrenzung des Themenfelds dieser Arbeit gesammelt, wie sie unter anderem in das Kapitel 3.1 eingeflossen sind. Die Rahmenbedingungen der einzelnen Interviews weichen dabei stark voneinander ab. So fanden 22 Gespräche auf den Logistik-Fachmessen LogiMAT und CeMAT im Jahr 2016 statt. Hier konnten abhängig von dem Besucherzustrom auf den jeweiligen Stand Gespräche mit einer Dauer von 5 bis zu 30 Minuten geführt werden. Weitere 5 Gespräche fanden im Anschluss an einen Vor-Ort-Termin bei den jeweiligen WMS-Anbietern statt. Dabei stand das Thema Requirements

283 Nicht mit dem Fragebogen abgebildet werden UF-1 (Kontextinformationen in der Vorbereitungsphase), UF-5 (Einflussfaktoren für die zu erfassenden Anforderungsarten) und UF-21 (Eignung der verwendeten Werkzeuge).

284 Vergleiche [Schnell; 2012], Seite 39.

285 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 56.

Engineering für durchschnittliche 15 Minuten im Fokus. Diese Arten der Befragung waren einem hohem Störungspotential ausgesetzt. Des Weiteren konnten 2 offene Interviews mit Mitarbeitern des Teams warehouse logistics durchgeführt werden, für die jeweils 30 Minuten zur Verfügung standen. Die Kernfragen, mit denen die Gespräche begonnen beziehungsweise gelenkt wurde waren:

- Wie führen Sie/WMS-Anbieter die Anforderungserhebung aus?
- Gibt es Schwierigkeiten, die Ihnen/Dir im Bereich der Anforderungserhebung begegnen?

Für die Validierung des Entwurfs der Handlungsempfehlung sind Leitfadeninterviews angedacht, bei denen die Interviewfragen auch schriftlich vorgelegt werden. Diese Interviews sollen, abhängig vom jeweiligen Ansprechpartner, als Telefoninterview beziehungsweise als Vor-Ort-Termine bei den WMS-Anbietern beziehungsweise bei dem WMS-Berater durchgeführt werden. Dabei soll die zuvor zugesandte Handlungsempfehlung durchgesprochen werden und anschließend in offener Reihenfolge alle vorbereiteten Fragen besprochen werden, um ein Feedback der WMS-Anbieter einzuholen. Für diese Gespräche wird ein Zeitfenster von einer Stunde geplant, wobei die Auslastung der Interviewpartner gegebenenfalls eine Kürzung des Termins erfordern kann.

4.5. Online-Fragebogen

Die Bitte um Teilnahme an der Online-Umfrage wird den Teilnehmern der WMS-Datenbank über den E-Mail Verteiler des Teams warehouse logistics zugesandt. Das dafür verwendete Anschreiben ist auf der CD als Anhang einzusehen. Darin enthalten ist bereits der Link zur Online-Umfrage. Weitere potentielle Teilnehmer werden persönlich per E-Mail angeschrieben und auch ihnen wird der Link zur Umfrage mitgeschickt. Darüber hinaus wird der Link auch mit einer kurzen Erläuterung in den persönlichen Profilen bei www.xing.com und www.linkedin.com publiziert.

Der Online-Fragebogen wird für einen Zeitraum von einem Monat zur Bearbeitung für die Umfrageteilnehmer frei gegeben. Dabei wird darauf geachtet, dass die Umfrage bereits unmittelbar vor dem Versand der Teilnahmeaufforderungen online verfügbar ist. Ein Zugriff auf den Fragebogen ist außerhalb dieses Zeitfenster für die Teilnehmer nicht möglich. Allerdings besteht innerhalb des gesamten Bearbeitungszeitraums die Möglichkeit jederzeit auf den Fragebogen zuzugreifen. Darüber hinaus können die Teilnehmer zu jedem Zeitpunkt innerhalb der Bearbeitung den Prozess unterbrechen, ihre Daten speichern und mit einem selbst generierten Login die Bearbeitung zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt fortsetzen.

Da es sich um eine Online-Umfrage handelt, liegen keine Informationen zu möglichen Störfaktoren vor, die während der Bearbeitung im Umfeld der Untersuchungsteilnehmer aufgetreten sind.

Eine Woche vor dem Ende des Umfragezeitraums wird eine Erinnerung zum Ablauf der Bearbeitungszeit an alle zuvor kontaktierten E-Mailadressen gesendet. Darüber hinaus werden zwei Tage vor Ablauf der Bearbeitungsfrist noch einmal die Teilnehmer angeschrieben, die ihre Daten zwischengespeichert haben, ein Login erzeugt haben und den Fragebogen nicht abgeschlossen haben, mit der Bitte die Umfrage abzuschließen. Hier ist anzumerken, dass die E-Mailadressen losgelöst von den für die Umfrage erhobenen Daten in der LimeSurvey Oberfläche einzusehen sind.

5. Ergebnisse der Evaluation

In dem vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse der Online-Umfrage vorgestellt. Die erhobenen Daten werden dabei angelehnt an die Untersuchungsziele und Untersuchungsfragen präsentiert. Hierbei wird zuerst die Zusammensetzung der Umfrageteilnehmer vorgestellt, bevor anschließend aufgezeigt wird, welche Techniken und Methoden generell von den WMS-Anbietern eingesetzt werden beziehungsweise welche Daten von ihnen betrachtet werden. Daran anschließend werden die ermittelten Herausforderungen im Bereich des Requirements Engineerings aus Sicht der WMS-Anbieter sowie die evaluierten Daten zu möglichen Einflussfaktoren auf das Requirements Engineering bei WMS-Anbietern vorgestellt. Die Requirements Engineering spezifischen Wissensquellen der Umfrageteilnehmer sowie die von den Teilnehmern zugesprochenen Eignungen für ausgewählte Methoden, Techniken und Werkzeuge schließen die Vorstellung der erhobenen Daten ab. Nachgestellt erfolgt eine Zusammenfassung dieses Kapitels mit Ausrichtung auf die in Kapitel 6 folgenden thesenbildenden Arbeitsschritte.

Anmerkung: Bei den im Folgenden aufgeführten prozentualen Anteilen und Prozentpunkten der jeweiligen Antworten handelt es sich um mathematisch gerundete Werte auf Basis der ersten Nachkommastelle. Hieraus ergeben sich stellenweise für die Summe der Antworten zu einer Fragen Abweichungen um wenige Prozentpunkte zu der Gesamtheit von 100 Prozent.

Mit Rücksicht auf den Datenschutz, der den Teilnehmern der Umfrage zugesichert wurde, erfolgt kein Abdruck der einzelnen Rohdaten, die eine Zuordnung auf einen der WMS-Anbieter zuließen. Entsprechend können nur kumulierte Daten vorgestellt werden. Des Weiteren werden die absoluten Zahlen zu den einzelnen Antworten auf der beigefügten CD als Anhang aufgeführt und in dem vorliegenden Kapitel die prozentualen Angaben verwendet.

5.1. Zusammensetzung der Teilnehmer der Online-Evaluation

Insgesamt werden 80 Unternehmen, die Anbieter von WMS sind, für die Online-Umfrage direkt angeschrieben. Davon erhalten 72 Unternehmen die Zugangsdaten und die Bitte um Teilnahme an der Umfrage über den Verteiler des Teams warehouse logistics am Fraunhofer IML. 8 weitere WMS-Anbieter werden über die im Rahmen einer persönlichen Kontaktaufnahme auf der LogiMAT 2016 erfassten Adressen direkt angeschrieben. Darüber hinaus werden ergänzende Aufrufe mit einer Verlinkung zur Evaluation innerhalb der persönlichen Profile bei www.xing.com und www.linkedin.com veröffentlicht. Diese dienen insbesondere als Erinnerung für die bereits kontaktierten Ansprechpartner.

Die Möglichkeit, dass über die Aufrufe auf www.xing.com und www.linkedin.com weitere Umfrageteilnehmer erreicht wurden, wird, aufgrund der hohen Überdeckung der persönlichen Kontakte im WMS-Umfeld mit den zuvor angeschriebenen Personen, als gering eingestuft. Aus diesem Grund werden die Quoten für die Reaktion²⁸⁶ und die Ausschöpfung²⁸⁷ auf der Basis der direkt angeschriebenen Unternehmen gebildet. Ausgehend von 80 kontaktierten WMS-Anbietern ergeben sich eine Reaktionsquote von 36,3 Prozent, eine Quote der regulär abgeschlossenen Fragebögen von 20 Prozent und eine Ausschöpfungsquote aller verwertbaren Fragebögen von 22,5 Prozent.

Damit liegt die Ausschöpfungsquote von 22,5 Prozent knapp oberhalb der erwarteten Ausschöpfungsquote von 20 Prozent (vergleiche Kapitel 4.2). Auf der Grundlage der zuvor in Kapitel 4.2 angestellten Berechnungen ist eine Stichprobe von 15 Fragebögen ausreichend, um eine Aussage mit dem Unsicherheitsintervall²⁸⁸ von +/- 17 Prozent über die WMS-Anbieter auf dem deutschsprachigen Markt der DACH-Region treffen zu können. Aus den vorliegenden 18 Fragebögen ergibt sich ein Unsicherheitsintervall für die vorliegende Datenbasis von +/- 16 Prozent.

Unsicherheitsintervall: +/- 16 Prozent

Sicherheitswahrscheinlichkeit: 84%

286 Diese Zahl umfasst alle registrierten Zugriffe auf die Umfrageseite abzüglich der selbst verursachten Zugriffe.

287 Diese Zahl umfasst die verwertbaren Fragebogen Rückläufe. Dies sind regulär abgeschlossene oder zu mehr als 80% bearbeitete, gespeicherte jedoch nicht regulär abgeschlossene Fragebögen.

288 Vergleiche [Raab-Steiner et al.;2015], Seite 23.

Obgleich es sich um eine geringe Anzahl von Antworten handelt, spricht die Zusammensetzung der Teilnehmer für einen repräsentativen Auszug aus dem WMS-Markt. Wird betrachtet, welchem der vom Team warehouse logistics am Fraunhofer IML etablierten Anbietertypen *Suite-Anbieter*, *Lagertechnik-Anbieter* und „*reiner*“ *WMS-Anbieter*, sich die Teilnehmer zuordnen, so weicht die Komposition der teilnehmenden Unternehmen nur um wenige Prozentpunkte von der im WMS MARKTREPORT KOMPAKT 2014 vom Fraunhofer IML vorgestellten Anbieterzusammensetzung auf dem WMS-Markt in der DACH-Region ab (vergleiche Abbildung 6).²⁸⁹

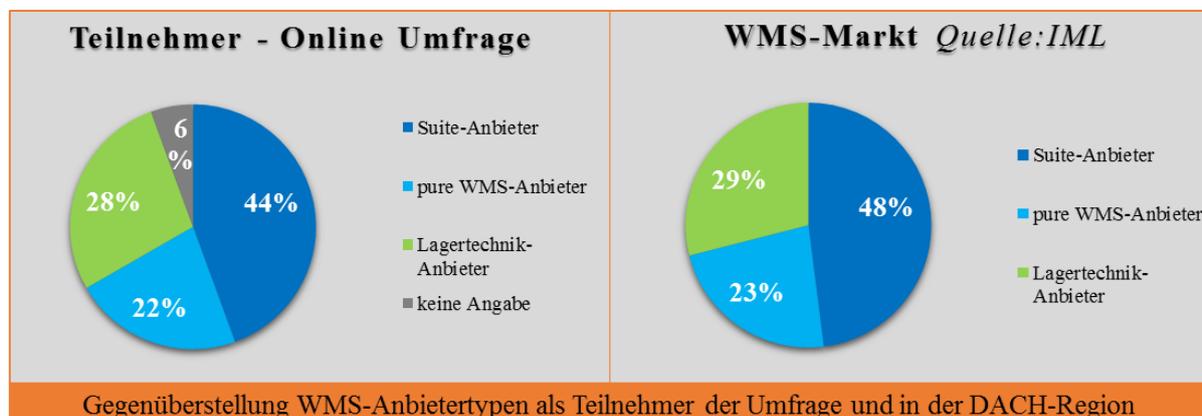


Abbildung 6: Teilnehmer der Umfrage und Zusammensetzung des Marktes; Quelle der Daten rechts: [Geißen et al.; 2014]

Die Zusammensetzung der Umfrageteilnehmer weist, bezogen auf die Mitarbeiterzahlen der jeweiligen Unternehmen im Bereich WMS, eine breite Streuung auf. Dabei stammt die größte Gruppe der Befragten (39 Prozent) aus Unternehmen die *101 bis 250 Mitarbeiter* im Bereich WMS beschäftigen (vergleiche Abbildung 7). Nach der Anzahl der Mitarbeiter gefragt, die für die Erhebung von Anforderungen an WMS innerhalb des Unternehmens zuständig sind, variieren die Antworten ebenfalls. Dabei stammen 28 Prozent der Befragten aus Unternehmen in denen *6 bis 10 Mitarbeiter* für die WMS-Anforderungserhebung zuständig sind (vergleiche Abbildung 8).

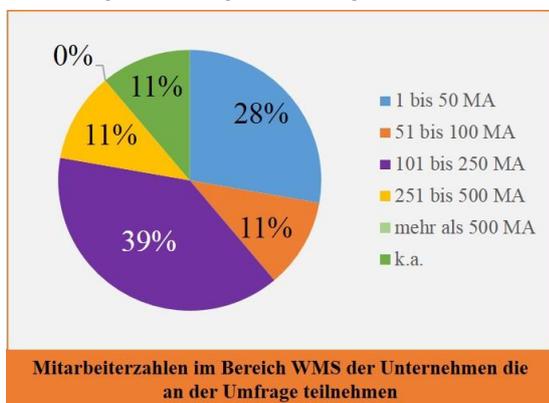


Abbildung 7: Mitarbeiterzahlen im Bereich WMS

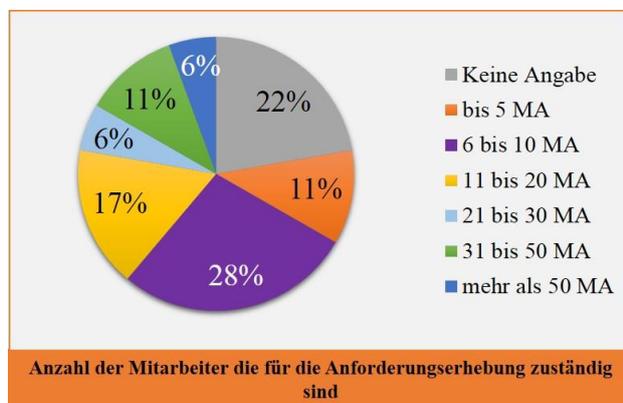


Abbildung 8: Anzahl der Mitarbeiter in der Anforderungserhebung

Bei den stellvertretend für ihr Unternehmen befragten Personen handelt es sich größtenteils (insgesamt 67 Prozent) um Mitarbeiter, zu deren Aufgaben die Aufnahme von Anforderungen gehört, oder die den Bereich der Anforderungsaufnahme verantworten. Ihre Rollen gaben die befragten Personen wie in Abbildung 9 aufgeführt an, wobei keiner der Umfrageteilnehmer seine Rolle als *Requirements Engineer* angegeben hat. Dennoch wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit weiterhin der Begriff *Requirements Engineer* verwendet. Sofern die Teilnehmer die Anforderungsaufnahme durchführen oder diesen Bereich verantworten ist davon auszugehen, dass ihre Aussagen innerhalb der Umfrage weitgehend zu dem im Unternehmen gelebten *Requirements Engineering*-Prozess passen. Abweichungen sind dort zu erwarten, wo die eigenen Problemfelder abgefragt oder tangiert werden. Hier ist davon auszugehen, dass

289 Siehe [Geißen et al.; 2014] Anbietertypen und Marktpräsenz Seite 5.

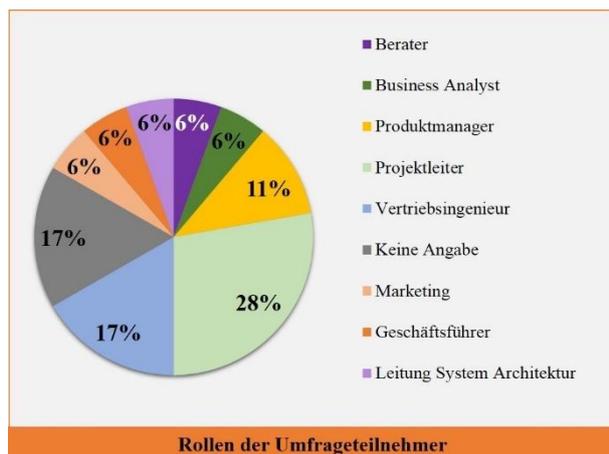


Abbildung 9: Rollen der Umfrageteilnehmer

aufgrund von fehlenden Detailkenntnissen über das Requirements Engineering im eigenen Unternehmen. Generell ist im Hinblick auf die hier betrachtete Online-Umfrage davon auszugehen, dass Personen, die diese (weitgehend) vollständig ausgefüllt haben, ein ernsthaftes Interesse an dem Thema und den Ergebnissen besitzen²⁹² und somit die aus ihrer Sicht korrekten Antworten gewählt haben. So überstieg die angegebene durchschnittliche Bearbeitungsdauer von 30 Minuten die maximal empfohlene Dauer von Online-Umfragen bereits um 10 Minuten²⁹³. Diesbezüglich ist anzunehmen, dass dieser Aufwand nur in Kauf genommen wird, wenn mit einem Mehrwert als Gegenleistung gerechnet wird. Einem Mehrwert, der in Form eines Exposés der Auswertungsergebnisse offeriert wurde.

Eine Auskunft über die Zeitdauer, seit der Erfahrungen im Bereich der Anforderungsaufnahme bestehen, fehlt von 44 Prozent der Teilnehmer. Ausgehend von den verbleibenden Teilnehmern kann festgehalten werden, dass nahezu gleichverteilt Mitarbeiter mit unterschiedlich langen Erfahrungszeiträumen zwischen einem Jahr und 20 Jahren an der Studie teilgenommen haben.

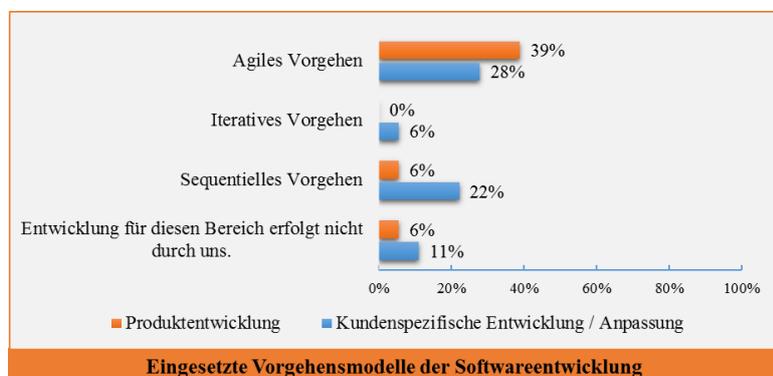


Abbildung 10: Vorgehensmodelle in der WMS-Entwicklung

Der Großteil der befragten WMS-Anbieter gibt an, dass in der *Produktentwicklung* agil (39 Prozent) gearbeitet wird und weitere 6 Prozent geben an, dass nach einem sequentiellen Vorgehensmodell gearbeitet wird. Für die *kundenspezifische Anpassung* oder *Entwicklung* werden von 28 Prozent der befragten agile Vorgehensmodelle verwendet während 22 Prozent sequentiell arbeiten (vergleiche Abbildung 10).

5.2. Überblick des Requirements Engineerings im WMS-Umfeld

Wie bereits in Kapitel 3.4 aufgeführt, sollte mit der Online-Umfrage unter anderem ermittelt werden, wie WMS-Anbieter Requirements Engineering für WMS durchführen. Die hierfür erhobenen Daten sollen im weiteren Verlauf der vorliegenden Master-Thesis herangezogen werden, um Optimierungspotentiale für den Requirements Engineerings-Prozess im WMS-Umfeld zu identifizieren (siehe UZ-1 Kapitel 3.3). In dem vorliegenden Kapitel werden nun die erhobenen Daten, die sich auf die verwendeten

290 Siehe [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 65.

291 Vergleiche [Raab-Steiner et al.; 2015], Seite 65 f.

292 Dafür spricht auch, dass 78 Prozent der Teilnehmer im Anschluss an die Umfrage ihrer E-Mail-Adresse zur Übermittlung des Exposés angegeben haben.

293 Vergleiche [Jacob et al; 2013], Seite 117.

Techniken, Methoden und Werkzeuge des Requirements Engineerings bei den WMS-Anbietern beziehen, vorgestellt. Die einzelnen Merkmalsausprägungen werden dabei aufgeteilt in die Phasen *Anforderungserhebung*, *Qualitätsprüfung* und *Dokumentation* von Anforderungen vorgestellt.

Anforderungserhebung²⁹⁴

Danach gefragt, ob ein standardisiertes Vorgehen in ihrem Unternehmen für die Aufnahme von Anforderungen eingesetzt wird, gaben 17 Prozent der Befragten an einen externen Standard einzusetzen, 61 Prozent gaben an einen selbst entwickelten Standard einzusetzen und 11 Prozent gaben an keinen Standard zu verwenden. Weitere 11 Prozent der Befragten beantworteten diese Frage nicht.

Um ausgehend von den erhobenen Daten aufzuzeigen, welche Techniken beziehungsweise Methoden für die Anforderungserhebung von den WMS-Anbietern eingesetzt werden (vergleiche UF-2 in Kapitel 3.4), werden diese Daten aus den erhobenen Antworten²⁹⁵ extrahiert. Dafür wird für jeden Teilnehmer ausgewertet, welche Techniken und Methoden *generell verwendet* werden,²⁹⁶ *nicht verwendet* werden²⁹⁷ oder zu welchen der Techniken und Methoden *keine Angaben*²⁹⁸ gemacht wurden.

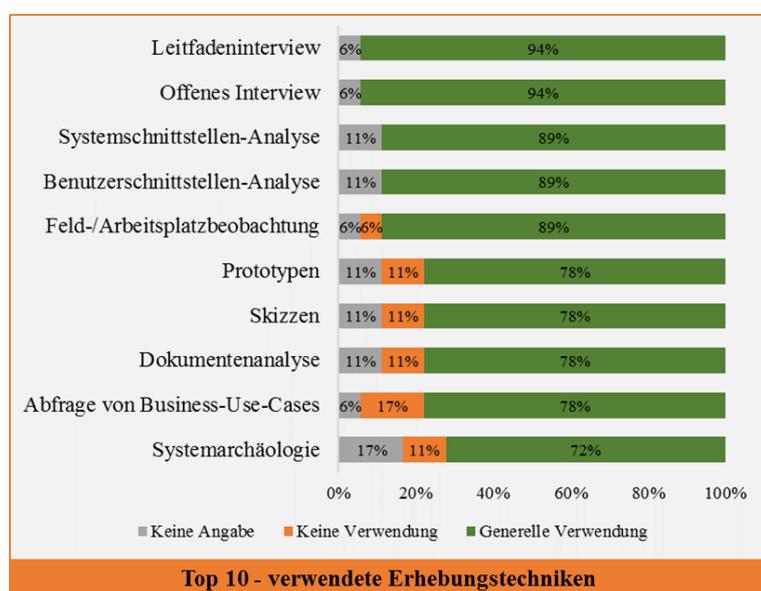


Abbildung 11: Top 10 – verwendete Erhebungstechniken

Arbeitsplatzbeobachtung 6 Prozent der Befragten angeben, dass sie diese Technik nicht verwenden. Bezogen auf die anderen, zuvor genannten Techniken, führt keiner der Umfrageteilnehmer an, die jeweiligen Techniken nicht zu verwenden. Ebenfalls stark verbreitet sind der Einsatz von *Prototypen*, von *Skizzen*, von *Dokumentenanalysen*, die *Abfrage von Business-Use-Cases* und die *Systemarchäologie* zur Erhebung von Anforderungen bei den befragten WMS-Anbietern (vergleiche Abbildung 11). Die erfassten Daten zu den verwendeten Erhebungstechniken zeigen darüber hinaus auf, dass *Umfragen*, *geschlossene Interviews*, *mehrstufige Methoden*, *Persona* und *Story Boarding* (vergleiche Abbildung 12) die Techniken sind, die in den wenigsten der untersuchten WMS-Unternehmen eingesetzt werden. Auffällig

Bezogen auf die generelle Verwendung der einzelnen Erhebungstechniken durch die Mitarbeiter bei WMS-Anbietern zeigt sich, dass einzelne Techniken von einem Großteil der WMS-Anbieter eingesetzt werden. Hier stellen, über alle Kategorien hinweg, die *Leitfadeninterviews* (verwendet von 94 Prozent), die *offenen Interviews* (verwendet von 94 Prozent) sowie die *Systemschnittstellen-* (verwendet von 89 Prozent) beziehungsweise *Benutzerschnittstellen-Analyse* (verwendet von 89 Prozent) und die *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtung* (verwendet von 89 Prozent) die am häufigsten verwendeten Techniken dar (vergleiche Abbildung 11). Wobei für die *Feld- beziehungsweise Ar-*

294 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfragen UF-2 und UF-3.

UF-2: Welche Methoden der Anforderungserhebung werden eingesetzt?

UF-3: Welche Arten von Anforderungen werden erfasst?

295 Die hier aufgeführten Daten basieren auf den Antworten zu den Fragen 6, 8, 10, 12, 14 und 16 des Fragebogens, wie er für die Online-Umfrage verwendet wurde und in Anhang B einzusehen ist.

296 Je Teilnehmer wird eine Technik als „generell verwendet“ bewertet, wenn der Teilnehmer mindestens einmal die Technik mit einer Antwortoption, die nicht „Keine Verwendung“ ist, beantwortet hat.

297 Je Teilnehmer wird eine Technik als „nicht verwendet“ bewertet, wenn der Teilnehmer die Technik nur mit der Antwortoption „Keine Verwendung“ beantwortet hat.

298 Je Teilnehmer wird eine Technik als „keine Angabe“ bewertet, wenn der Teilnehmer keine Antwortoption für die Technik ausgewählt hat.

erscheint hier, dass unter den Bottom 10 auch Techniken zu finden sind, wie die *Code Analyse* (verwendet von 39 Prozent), *Cloning* (verwendet von 33 Prozent) und *Apprenticing / Einarbeiten* (verwendet von 28 Prozent).

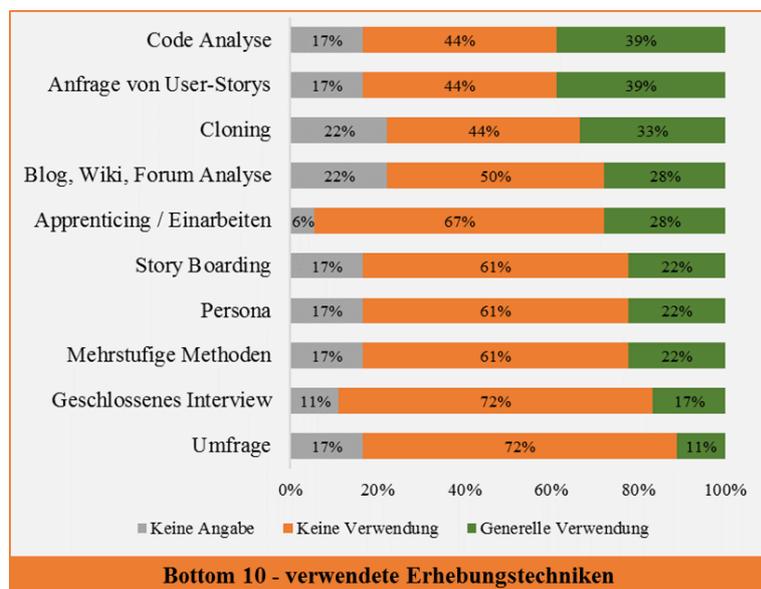


Abbildung 12: Bottom 10 – verwendet Erhebungstechniken

hier die Nennung von „Simulation“ und „Emulation“, die im Kontext der *artefaktbasierten Techniken* und nicht als Ergänzung der modellierenden Techniken von Umfrageteilnehmern genannt wurden. Dabei ist zu beachten, dass im WMS-Kontext Simulationen verstärkt eingesetzt werden, wenn es darum geht, die erforderliche Ausprägung des Systems hinsichtlich verschiedener Leistungsparameter (Performance, Durchsatzzahlen, Picks-pro-Minute²⁹⁹, Batchgröße und ähnlichem) abzuschätzen und so unter anderem helfen Anforderungen an die Server- und Client-Hardware oder die Datenbank zu ermitteln. Mit Hilfe der Emulation werden im WMS-Kontext die umgebenden Systeme und deren Datenaustausch mit dem WMS emuliert. Obgleich diese verstärkt zum Testen der WMS eingesetzt werden, unterstützt die Emulation durch die exakte Nachbildung der umgebenden Systeme auch die Anforderungserhebung, insbesondere in Bezug auf die Schnittstellen. So enthält eine Emulation zum Beispiel Detailinformationen über die ausgetauschten Nachrichten und den genauen Aufbau von Nachrichten zwischen den Systemen.³⁰⁰

Auch die folgende Aufstellung der von den WMS-Anbietern generell verwendeten Anforderungsarten (vergleiche UF-3 in Kapitel 3.4) wird aus den erhobenen Daten³⁰¹ extrahiert.³⁰² Dabei ist in Abbildung 13 zu sehen, dass alle aufgeführten und in der Umfrage bedachten Anforderungsarten von einem Großteil der WMS-Anbieter verwendet werden. Wobei mit 83 Prozent die meisten der befragten WMS-Anbieter angeben, *funktionale Anforderungen* zu erfassen. Als weitere Anforderungsarten nannten einzelne Teilnehmer in dem Freitextfeld „availability“ und „shifts (z.b. 24/7)“ als Anforderungsarten die erfasst werden. Hierbei ist anzumerken, dass „availability“ den *Qualitätsanforderungen* und „shifts“ den *organisatorischen Anforderungen* zuzuordnen ist und somit beide Angaben im Rahmen dieser Arbeit nicht als eigene Anforderungsarten betrachtet werden. Da in dem zugehörigen Datensatz, in dem diese Ergänzungen aufgeführt wurden, keine *Qualitäts-* beziehungsweise *organisatorischen Anforderungen* ausgewählt wurden, liegt hier eine Verzerrung der Ergebnisse vor. Auch deuten diese Ergänzungen darauf

Eine Übersicht, welche der abgefragten Techniken von wie viel Prozent der WMS-Anbieter zur Anforderungserhebung eingesetzt werden, zeigt Tabelle 15, die im Anhang C einzusehen ist. Die Option, weitere Techniken als Freitextantwort zu ergänzen, wurde von den Teilnehmern der Umfrage genutzt. Dabei wurden für die *Befragungstechniken* die Verwendung von „Checklisten“, für die *artefaktbasierten Techniken* die Verwendung von „Simulationen“ und „Emulationen“ sowie für die modellierenden Techniken „Detailmodelle“ und „Mock-ups“ neben verschiedenen Modellierungssprachen („BPMN“, „UML“ und „ARIS“) sowie MS „Visio“ als Werkzeug der Modellierung ergänzt. Interessant ist

299 Picks-pro-Minute bezeichnet die Anzahl *genommener* Artikel pro Minute in der Kommissionierung.

300 Die Angaben zu Emulation und Simulation basieren auf dem persönlichen Wissen aus WMS-Projekten.

301 Als Daten werden hier die Antworten zu den Fragen 31, 32, 33 und 34 des Online-Fragebogen verwendet.

302 Dabei wird eine Anforderungsart als durch den Teilnehmer verwendet betrachtet, wenn sie mindestens einmal innerhalb der Frage 32 oder innerhalb der Frage 33 ausgewählt wurde. Keine Angabe liegt vor, wenn der Teilnehmer bei keiner der Fragen 31, 32 oder 33 eine Antwort abgegeben hat. In allen anderen Fällen wird die Anforderung nicht verwendet.

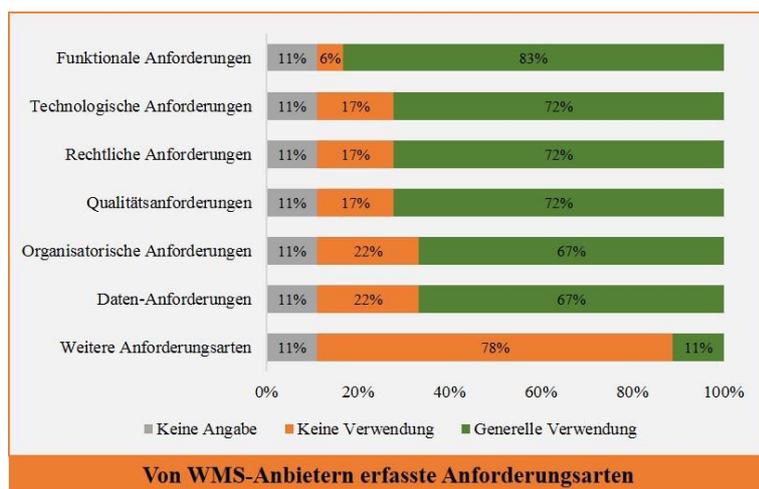


Abbildung 13: Von WMS-Anbietern erfasste Anforderungsarten

hin, dass die Zuordnung zu diesen Anforderungsarten nicht allen Umfrageteilnehmern bekannt ist. Hier sind weitere Verzerrungen der Antworten aufgrund variierender Verständnisse nicht auszuschließen.

Qualitätsprüfung von Anforderungen³⁰³

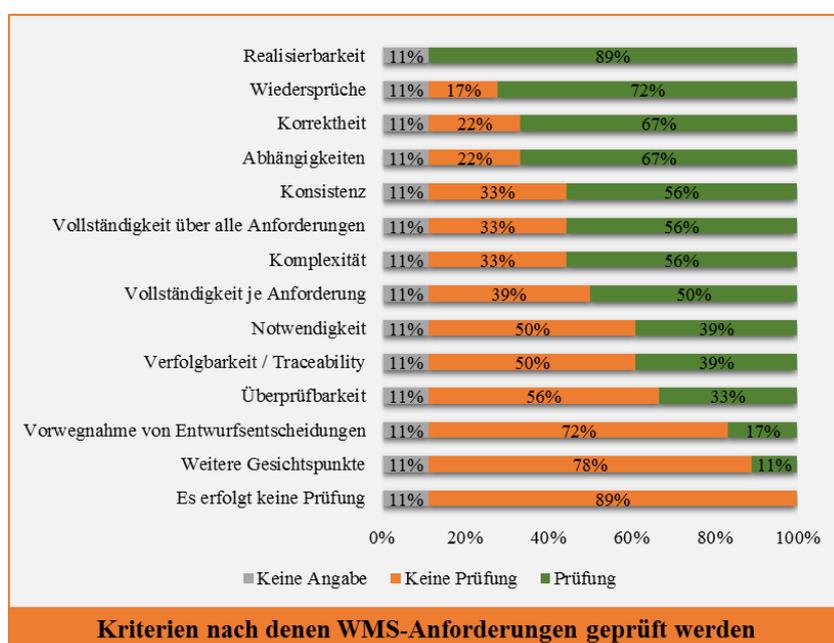


Abbildung 14: Kriterien nach denen WMS-Anforderungen geprüft werden

Im Rahmen der Online-Umfrage wurden die Teilnehmer gefragt, nach welchen Gesichtspunkten Anforderungen an WMS in ihrem Unternehmen geprüft werden (vergleiche Frage 36 in Anhang B). Dabei zeigt die Auswertung der Antworten (vergleiche Abbildung 14), dass Anforderungen insbesondere auf ihre *Realisierbarkeit* (89 Prozent) und auf *Widersprüche* (72 Prozent) hin überprüft werden. Keiner der Umfrageteilnehmer gab an, dass *eine Prüfung von Anforderungen nicht durchgeführt* wird. Auffällig ist, dass nur 17 Prozent der Befragten angeben, dass in ihrem Unternehmen eine Prüfung auf die *Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen* erfolgt.

Als weitere Gesichtspunkte, nach denen Anforderungen geprüft werden, wurden eine „Generelle Prüfung nach dem vier Augen Prinzip“, „Kosten“, „Nutzen des Standards“, „Systemvergleiche“, „Nachhaltigkeit“ sowie der „Integrationsgedanke“ angeführt, wobei hier die „Generelle Prüfung nach dem vier Augen Prinzip“ eine Methodik und nicht einen Gesichtspunkt darstellt.

Auch die Klassifizierung von Anforderungen wird für diese Arbeit der Qualitätsprüfung zugeordnet. Innerhalb der Online-Umfrage wurde erfasst, wonach die Teilnehmer Anforderungen klassifizieren (vergleiche Frage 38 Anhang B). Dabei gaben 89 Prozent der Teilnehmer an, dass eine Form der Klassifizierung angewendet wird und die verbleibenden 11 Prozent gaben zu dieser Frage keine Antwort ab. Wie in Abbildung 15 zu sehen ist, verwenden die WMS-Anbieter unterschiedliche Klassifizierungen für WMS-Anforderungen. Obgleich für die am stärksten vertretenden Antworten jeweils 39 Prozent der

303 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfragen UF-9 und UF-11.
 UF-9: Nach welchen Qualitätskriterien werden Anforderungen überprüft?
 UF-11: In welchen Projektphasen sind Anforderungsänderungen möglich?

befragten Teilnehmer angeben, eine Klassifizierung nach *Notwendigkeit und Option* sowie eine *Priorisierung bezüglich der Relevanz* vorzunehmen, sind keine Klassifizierungen auszumachen, die von einem Großteil der Teilnehmer verwendet werden. Keiner der Umfrageteilnehmer hat neben den gelisteten Aspekten weitere Klassifizierungen ergänzt. An dieser Stelle wird aus den Antworten auf die Frage 40 des Online-Fragebogens (siehe Anhang B) extrahiert, wie mit Anforderungsänderungen bei den WMS-Anbietern umgegangen wird. Dabei machten 17 Prozent der Befragten keine Aussage zu dieser Frage. 83 Prozent der Befragten gaben an, dass Änderungen als *Changerequest* zusätzlich zu den kalkulierten Aufwänden erfasst werden und 33 Prozent gaben an, dass ein *Tausch von Anforderungen gegen Änderungen mit vergleichbarem Realisierungsaufwand* praktiziert wird. Des Weiteren zeigen die in Abbildung 16 aufgeführten Antworten, dass bei einem Großteil der Unternehmen (50 Prozent) Anforderungsänderungen bis zum *Go-Live* aufgenommen werden.

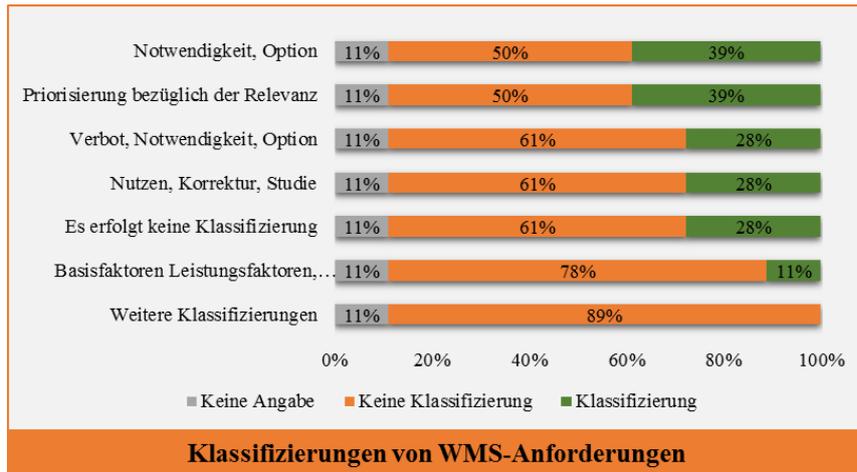


Abbildung 15: Klassifizierung von WMS-Anforderungen

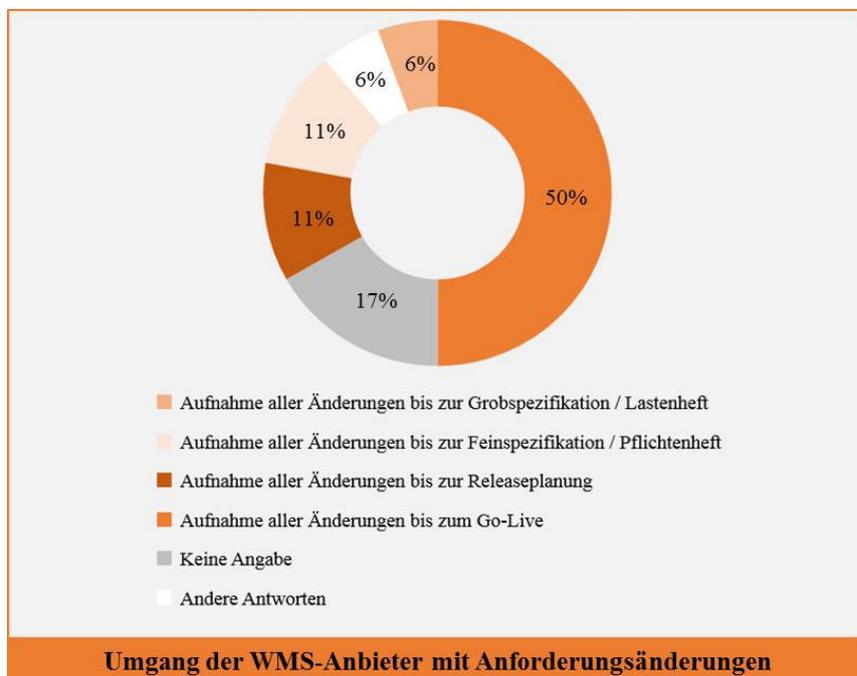
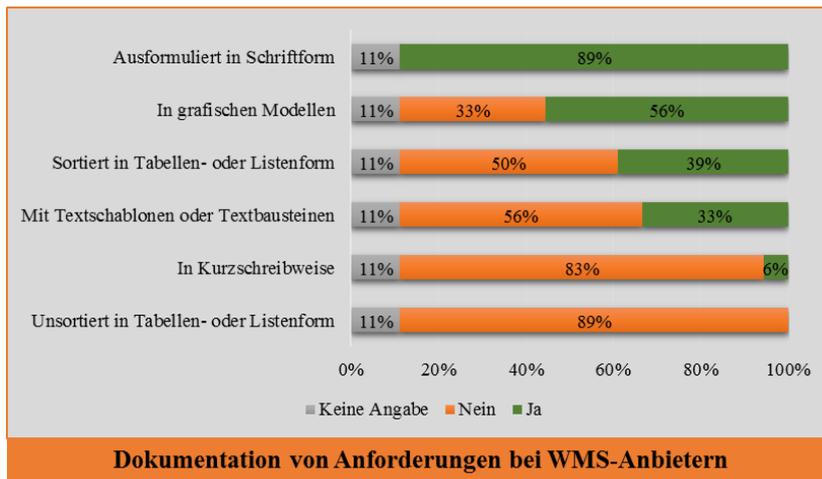


Abbildung 16: Umgang der WMS-Anbieter mit Anforderungsänderungen

Dokumentation³⁰⁴

Im Rahmen der Online-Umfrage wurde erfasst, in welcher Form Anforderungen von den WMS-Anbietern dokumentiert werden (vergleiche Frage 41 Anhang B). Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, werden verschiedene Varianten für die Dokumentation von Anforderungen verwendet. Dabei stellt die von 89 Prozent der Befragten genannte Antwort, dass *Anforderungen ausformuliert in Schriftform* dokumentiert werden, die am häufigsten genannte Art der Dokumentation dar. Auffällig an den Antworten ist,

304 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfragen UF-6, UF-7, UF-8 und UF-10.
 UF-6: In welcher Form werden Anforderungen dokumentiert?
 UF-7: Welche Software Werkzeuge werden für die Dokumentation von Anforderungen eingesetzt?
 UF-8: Welche Standards werden für die Dokumentation berücksichtigt?
 UF-10: Zu welchen Anteilen wird der Zugriff auf Anforderungsdokumente zentral verwaltet?



dass 56 Prozent der Umfrageteilnehmer angaben, *grafische Modelle* für die Dokumentation von Anforderungen zu verwenden, sowie der mit 33 Prozent geringe Anteil der Teilnehmer die *Textschablonen oder Textbausteine* nutzen.

Aus den Antworten auf die Frage 46 in der Online-Umfrage (vergleiche Anhang B) wurden die in Abbildung 18 dargestellte Verteilung der von den Umfrageteilnehmern verwendeten Programme für die Erfassung und Verwaltung von

Abbildung 17: Dokumentation von Anforderungen bei WMS-Anbietern

Anforderungen extrahiert. Auffällig ist hier, dass die Befragten verstärkt angeben, *Office-Programme* für die Erfassung und Verwaltung von Anforderungen zu verwenden. Wohingegen die innerhalb des Fragebogens aufgeführten Requirements Management Programme beziehungsweise Application Lifecycle Management Programme nur vereinzelt verwendet werden (vergleiche Abbildung 18). Hier ist anzumerken, dass einzelne der Unternehmen, die auf das Requirements Management ausgerichtete Programme nutzen, bis zu vier dieser Programme parallel im Einsatz haben. Für die im Fragebogen aufgeführten Programme *Hive*, *Caliber*, *codeBeamer Requirements Management*, *CognitionCockpit* und *Jama* gab keiner der Teilnehmer an, diese zu verwenden.³⁰⁵ Als weitere Programme, die in diesem Kontext verwendet werden, führten die Befragten die auf der linken Seite in Tabelle 5 vorgestellten Lösungen an. Darüber hinaus gaben 11 Prozent der Befragten an, *selbst entwickelte Softwarelösungen* für das Erfassen und Verwalten von Anforderungen einzusetzen.

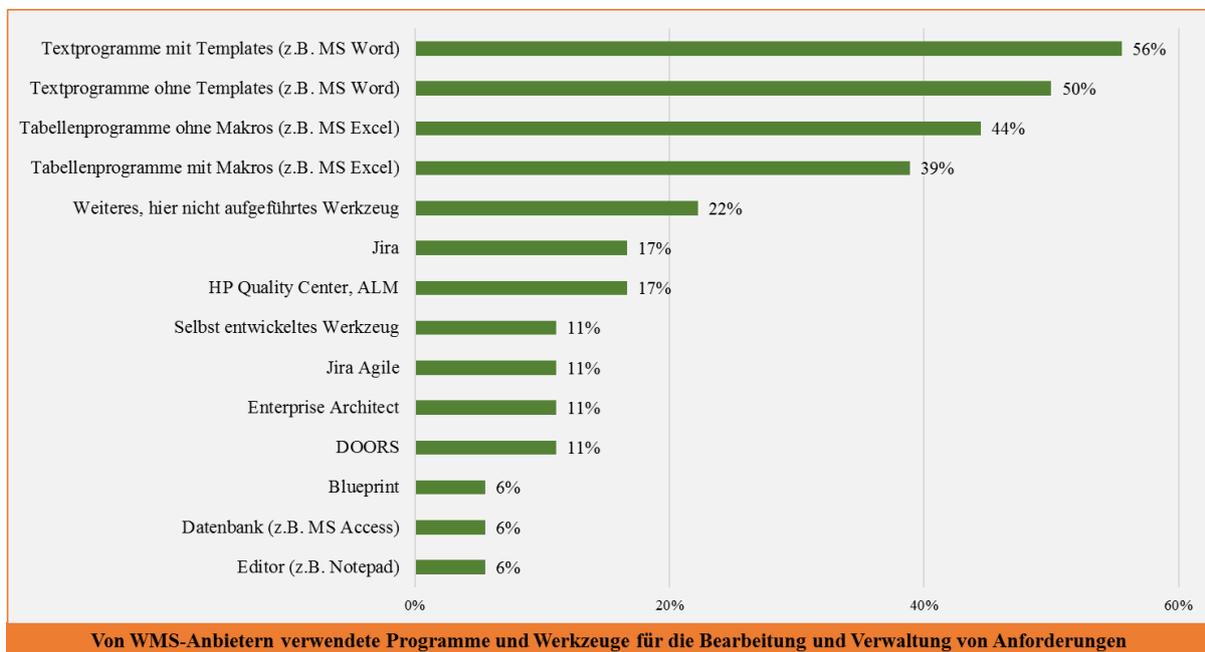


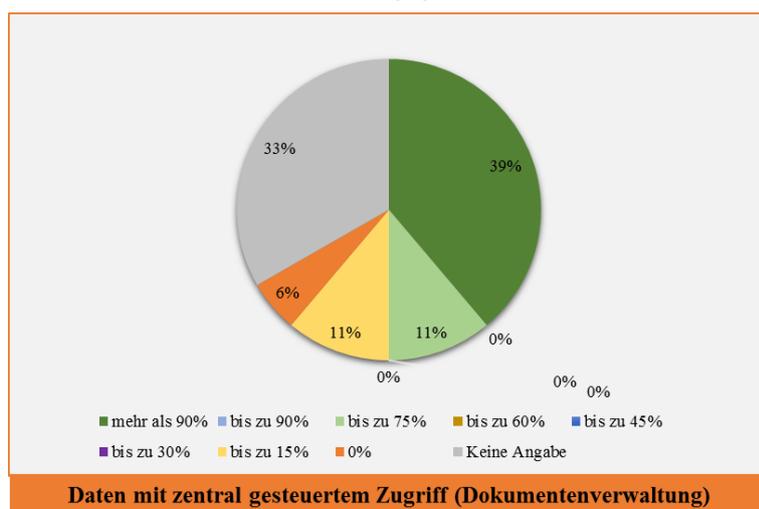
Abbildung 18: Werkzeuge und Programme der Bearbeitung und Verwaltung von Anforderungen

305 Das im Fragebogen als Telelogic aufgeführte Programm, wird hier nicht weiter betrachtet, da ein Fehler im Fragebogen vorlag. Telelogic war einer der früheren Anbieter von DOORS und kein eigenständiges Programm. Die Antwortoption Telelogic wurde von keinem der Befragten gewählt.

Programm	Erläuterung
„SAP Solution Manager“ (2 x genannt)	Der SAP Solution Manager ist eine von der SAP vertriebene Application Lifecycle Management Software.
„Process4Biz“	Process4Biz ist eine Software zur Modellierung und Verwaltung von Geschäftsprozessen und Unternehmensarchitekturen. ³⁰⁶
„Testlink“	TestLink ist eine open source Software für das Test Management. ³⁰⁷
„Team Foundation Server“	Der Team Foundation Server wird von Microsoft vertrieben und unterstützt den Softwareentwicklungsprozess unter anderem durch die Verfolgung von Arbeitsaufgaben und Projektmanagementfunktionen. ³⁰⁸
„BCS“	Hier ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich. Es wird vermutet, dass eine Form der Balanced Scorecard gemeint ist. ³⁰⁹
„Confluence“	Confluence wird genau wie Jira von Atlassian vertrieben. Beide Produkte ergänzen sich und in der praktischen und parallelen Anwendung beider Programme verschmelzen die Systemgrenzen. ³¹⁰ Dabei ist Confluence für die Arbeitsorganisation und Kommunikation zuständig.

Tabelle 5: Liste weiterer bei den WMS-Anbietern verwendeter Programme für Anforderungen

Für den Zugriff auf projektbezogene Daten der Anforderungsaufnahme und -dokumentation gaben 39 Prozent der Befragten an, dass dieser *zu mehr als 90 Prozent zentral gesteuert* erfolgt und hierfür Softwarewerkzeuge der Dokumentenverwaltung eingesetzt werden. 11 Prozent der Befragten geben an, dass der Zugriff auf *bis zu 75 Prozent* der Daten zentral verwaltet erfolgt. Auffällig ist, dass 33 Prozent der Unternehmen keine Antwort abgegeben haben sowie die Tatsache, dass innerhalb der Unternehmen



einzelner Teilnehmer *keine zentrale Zugriffssteuerung* eingesetzt wird beziehungsweise nur *bis zu 15 Prozent* der Daten über eine Zugriffssteuerung verwaltet werden (vergleiche Abbildung 19) Dabei wurden als Programme der Dokumentenverwaltung „SmarTeam“ (2x genannt), *selbst entwickelte Software zur Dokumentenverwaltung* (2x genannt), „projektportal“, „BSC“, „SAP Solution Manager“, „Sharepoint“ und „DOORS“ genannt. Weitere Unternehmen nannten auch „Word“ (2x genannt) und „Excel“, wobei es sich in beiden Fällen nicht um eine Software zur Dokumentenverwaltung handelt.

Abbildung 19: Zentral gesteuerter Zugriff auf Daten

Bei den für die Dokumentation verwendeten Dokumenten setzen die befragten WMS-Anbieter insbesondere für *Pflichtenhefte* (78 Prozent) und *Change Requests* (72 Prozent) standardisierte Dokumentenstrukturen innerhalb ihres Unternehmens ein (vergleiche Abbildung 20). Auffällig ist, dass für alle gelisteten Dokumente einzelne Teilnehmer der Umfrage angeben, dass in ihrem Unternehmen *keine standardisierten Dokumentenstrukturen* verwendet werden (vergleiche Abbildung 20).

306 Vergleiche [process4biz; 2016].

307 Vergleiche [TestLink, 2016].

308 Vergleiche [MS Team; 2016].

309 Vergleiche [FhG IAO; 2016].

310 Persönliche Erfahrung aus dem Arbeitsumfeld.

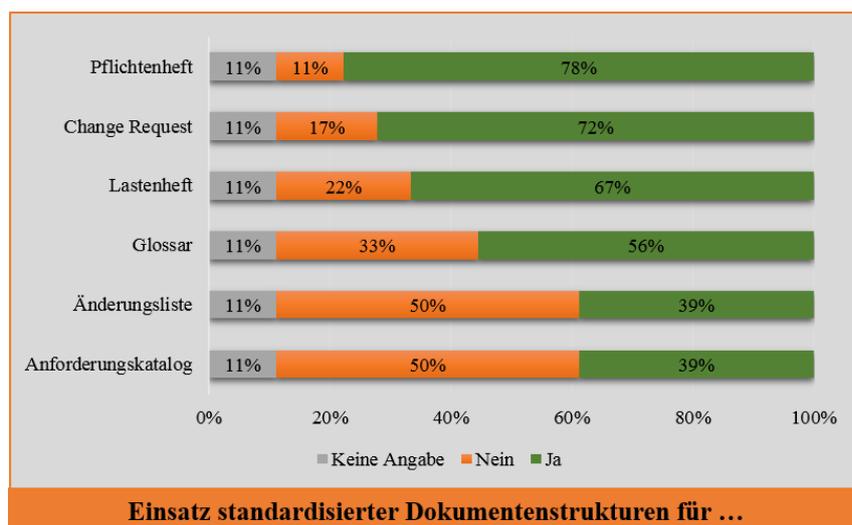


Abbildung 20: Einsatz standardisierter Dokumentenstrukturen

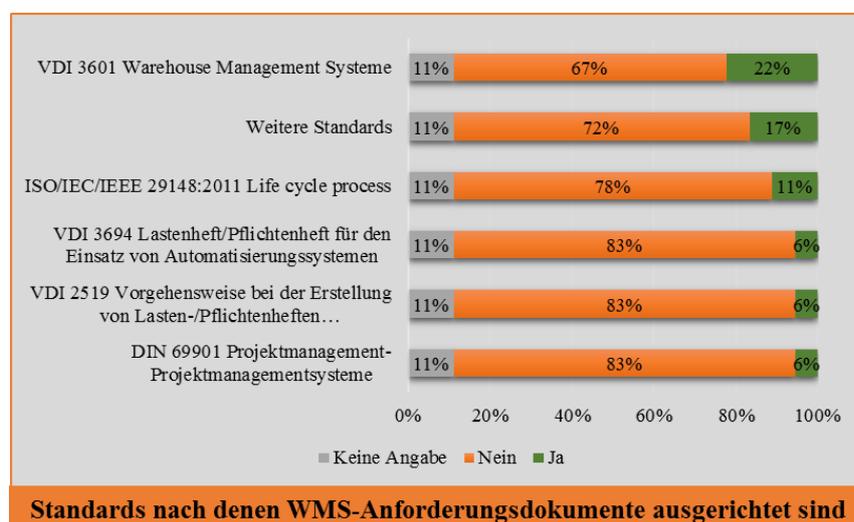


Abbildung 21: Standards nach denen WMS-Anforderungsdokumente ausgerichtet sind

„Dateiformate für Textdokumente und Office-Anwendungen“ wie PDF (2x genannt), DOCX, MS-Office Dokumente. Die darüber hinaus gegebenen Antworten „Mail“, „schriftlich“ und „Tabellenform“ entsprechen keinem konkreten Datei-Format.

5.3. Herausforderungen im WMS-Umfeld

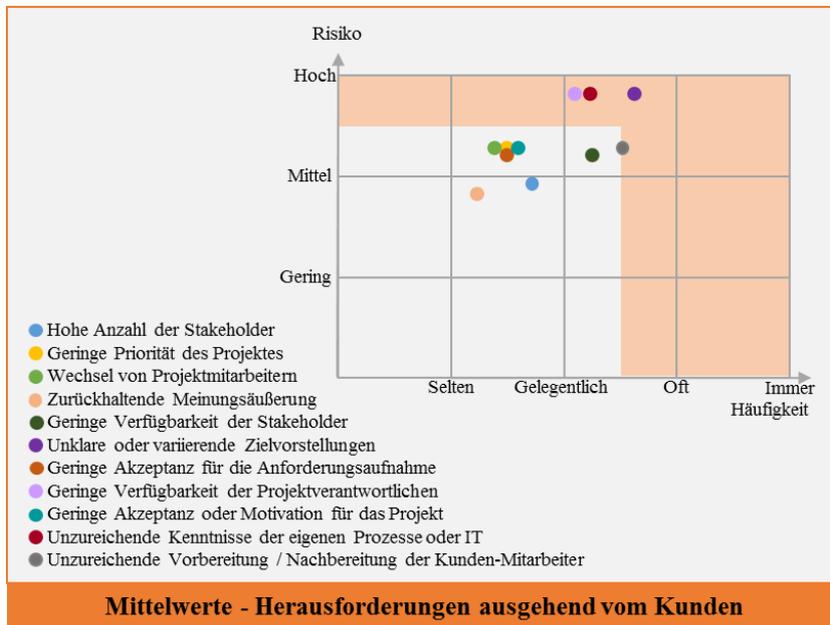
Im Rahmen der Online-Umfrage wurden die WMS-Anbieter um eine Einschätzung gebeten, wie häufig Mitarbeiter des eigenen Unternehmens in WMS-Projekten mit ausgewählten Herausforderungen aus dem Projektkontext konfrontiert werden und welches Risiko für Projekt-Verzögerungen sie mit den einzelnen Aspekten verbinden. Wie bereits im Rahmen der Datenerhebung, wird im Folgenden zwischen der Anforderungsaufnahme und der Dokumentation differenziert. Im Bereich der Herausforderungen lag der Schwerpunkt der Datenerhebung im Rahmen der Online-Umfrage auf der Anforderungsaufnahme.

Hinsichtlich der externen Standards, nach denen die eigenen Anforderungsdokumente in WMS-Projekten ausgerichtet sind, zeigt sich, dass nur vereinzelt Standards den verwendeten Dokumenten zugrunde liegen (vergleiche Abbildung 21). Nach weiteren Standards, die eingesetzt werden, befragt, wurden der „MIL-STD 498“ (2x genannt), „Blueprint Dokumente“ sowie „Best Practice“ im eigenen Unternehmen genannt. Wobei es sich bei den „Best Practice“ nicht um einen externen Standard handelt.

Danach gefragt, in welchem Format Anforderungen an die WMS-Anbieter übergeben werden müssten, damit diese sie optimal in Ihre Anforderungsverwaltung übernehmen können (vergleiche Frage 48 in Anhang B), gaben die Teilnehmer der Umfrage sehr unterschiedliche Antworten. Diese lassen sich gruppieren in *Übergabeformate zu Requirements Management Werkzeugen* wie „JIRA Tickets“ (2x genannt), „Prozessdiagramme“ wie EPK und

Anforderungsaufnahme³¹¹

Im Folgenden werden zunächst für jede der im Fragebogen verwendeten Kategorien die Aspekte vorgestellt, die im Durchschnitt mit dem höchsten Risiko beziehungsweise der höchsten Häufigkeit belegt wurden. Anschließend folgt eine Detailsicht auf die Beurteilungen zu den Top 12 der am häufigsten als *oft* oder *immer* auftretend bewerteten Herausforderungen.



In der Kategorie der *vom Kunden ausgehenden* Herausforderungen stellen, bezogen auf die Mittelwerte für die Häufigkeit sowie auf die Mittelwerte der Risikobeurteilung, *unklare und variierende Zielvorstellungen* die am häufigsten auftretende und mit dem größten Risiko behaftete Herausforderung dar. Des Weiteren beurteilten die Umfrageteilnehmer im Mittel die *unzureichenden Kenntnisse der eigenen Prozesse oder IT* sowie die *geringe Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen* als mit einem *hohen* Risiko behaftet, wobei diese Aspekte, basierend auf dem Mittelwert der Antworten, nur *gelegentlich* auftreten.

Abbildung 22: Mittelwerte – Herausforderungen ausgehend vom Kunden

Die Häufigkeit mit der eine *unzureichende Vorbereitung / Nachbereitung der Kunden-Mitarbeiter* erlebt wird, wird im Mittel mit *oft* angegeben, wobei das damit verbundene Risiko als *mittel* eingeschätzt wird (vergleiche Abbildung 22).

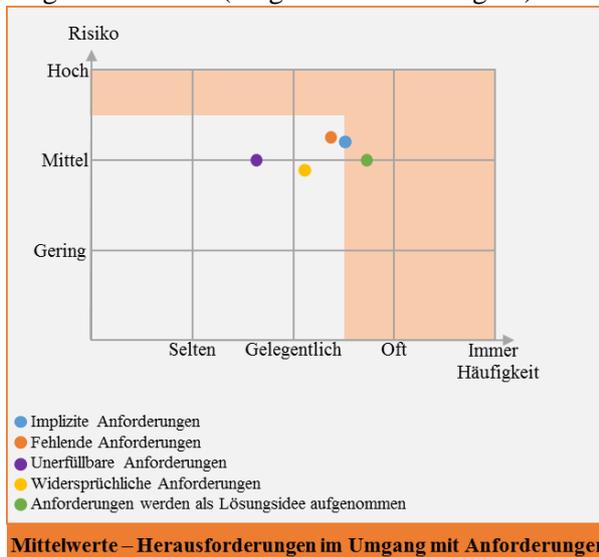


Abbildung 23: Mittelwerte – Herausforderungen im Umgang mit Anforderungen

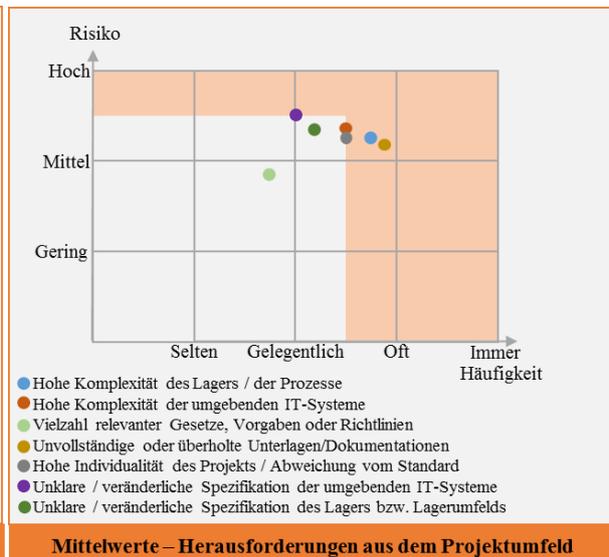


Abbildung 24: Mittelwerte – Herausforderungen aus dem Projektumfeld

311 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfragen UF-12, UF-13, UF-14, UF-15, UF-16, UF-17, UF-18 und UF-19 mit den Fragebogenfragen 1 bis 5. Dabei beziehen sich die Untersuchungsfragen UF-12 bis UF-17 auf Herausforderungen, UF-18 auf die Häufigkeit, mit der Herausforderungen auftreten und UF-19 auf das Risiko welches mit den Herausforderungen verbunden ist.

Von den im Fragebogen aufgeführten Herausforderungen, die sich aus dem Umgang mit Anforderungen ergeben, wiesen die Teilnehmer der Umfrage im Mittel allen Aspekte ein *mittleres* Risiko zu. Dabei gaben die Befragten im Mittel an, dass Mitarbeiter ihres Unternehmens *oft* mit *implizierten Anforderungen* und *Anforderungen, die als Lösungsidee aufgenommen werden* konfrontiert werden (vergleiche Abbildung 23).

Von den *vom Projektumfeld* ausgehenden Herausforderungen beurteilten die befragten WMS-Anbieter im Mittel den Aspekt *unklare / veränderliche Spezifikationen der umgebenden IT-Systeme* als mit einem *hohen* Risiko verbunden und gaben an, dass die Mitarbeiter des eigenen Unternehmens *gelegentlich* mit dieser Herausforderung konfrontiert werden. Darüber hinaus wurden aus dieser Kategorie für die *hohe Komplexität des Lagers / der Prozesse*, die *hohe Komplexität der umgebenden IT-Systeme*, die *hohe Individualität des Projekts / Abweichungen vom Standard* sowie *unvollständige oder überholte Unterlagen / Dokumentationen* im Mittel je Aspekt die Häufigkeit der Konfrontation mit *oft* angegeben und diesen Aspekten ein *mittleres* Risiko für Verzögerungen im Projekt zugesprochen (vergleiche Abbildung 24).

Aus dem Bereich der Herausforderungen, die im Rahmen der Fragebogenerstellung dem Projektmanagement zugeordnet worden waren, sahen die Umfrageteilnehmer im Mittel bei der *Veränderung der Zeitvorgaben* sowie in dem *hohen Zeitdruck* Aspekte, denen sie ein *hohes* Risiko zusprachen und für die sie die Häufigkeit der Konfrontation als *oft* einschätzten. Auch für die Antwortoptionen *hoher Erfolgsdruck* und *fehlendes gemeinsames (Begriffs-)Verständnis* wurde im Mittel angegeben, dass Mitarbeiter der befragten Unternehmen *oft* mit diesen Herausforderungen konfrontiert werden, wobei das damit verbundene Risiko im Durchschnitt als *mittel* beurteilt wurde (vergleiche Abbildung 25).

Bei den Fragen, in denen Herausforderungen bewertet wurden, die von den WMS-Anbietern selbst ausgehen, ist davon auszugehen, dass die Antworten in der Tendenz positiver für die WMS-Anbieter ausfallen.³¹² In dieser Kategorie wiesen die Teilnehmer der Umfrage im Durchschnitt allen Aspekten ein mittleres Risiko zu. Bezogen auf die Häufigkeit, mit der Mitarbeiter im eigenen Unternehmen mit den einzelnen Aspekten konfrontiert werden, wurde mit der Einschätzung *oft* dem Aspekt *hohe Auslastung / parallele Projekte* die höchste Häufigkeit innerhalb der von Anbietern ausgehenden Herausforderungen zugewiesen (vergleiche Abbildung 26).

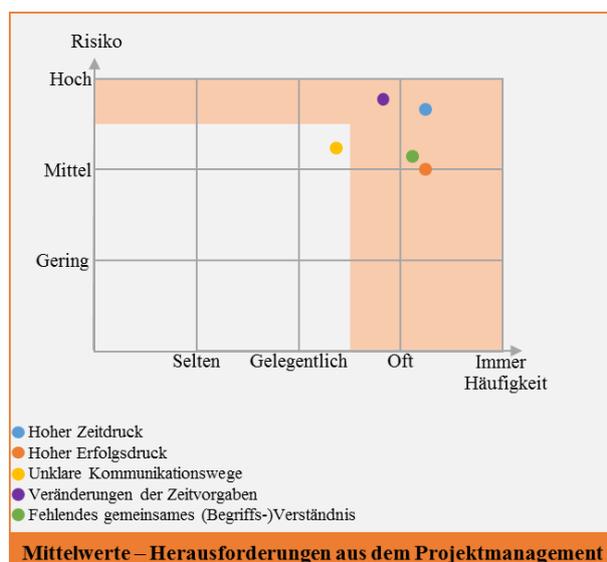


Abbildung 25: Mittelwerte – Herausforderungen aus dem Projektmanagement

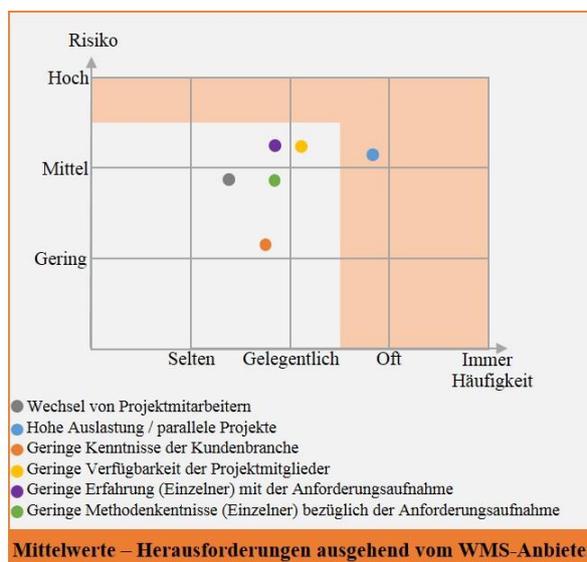


Abbildung 26: Mittelwerte – Herausforderungen ausgehend vom WMS-Anbieter

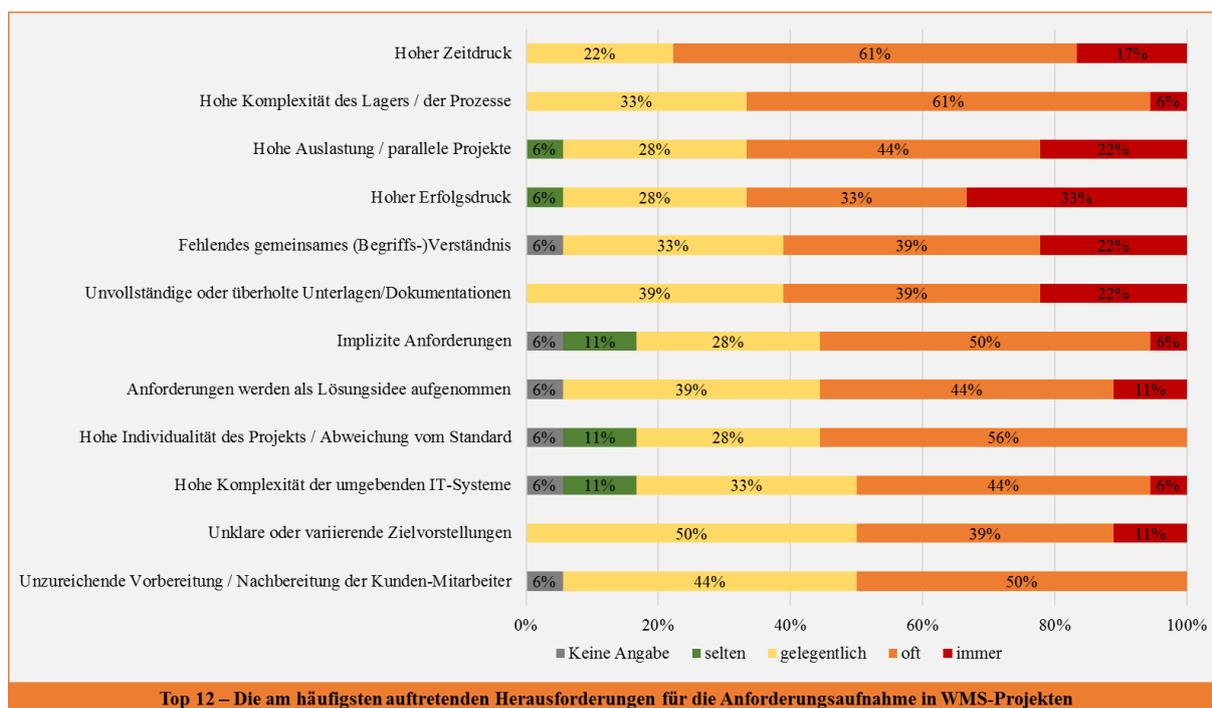


Abbildung 27: Die häufigsten auftretenden Herausforderungen für die Anforderungsaufnahme in WMS-Projekten

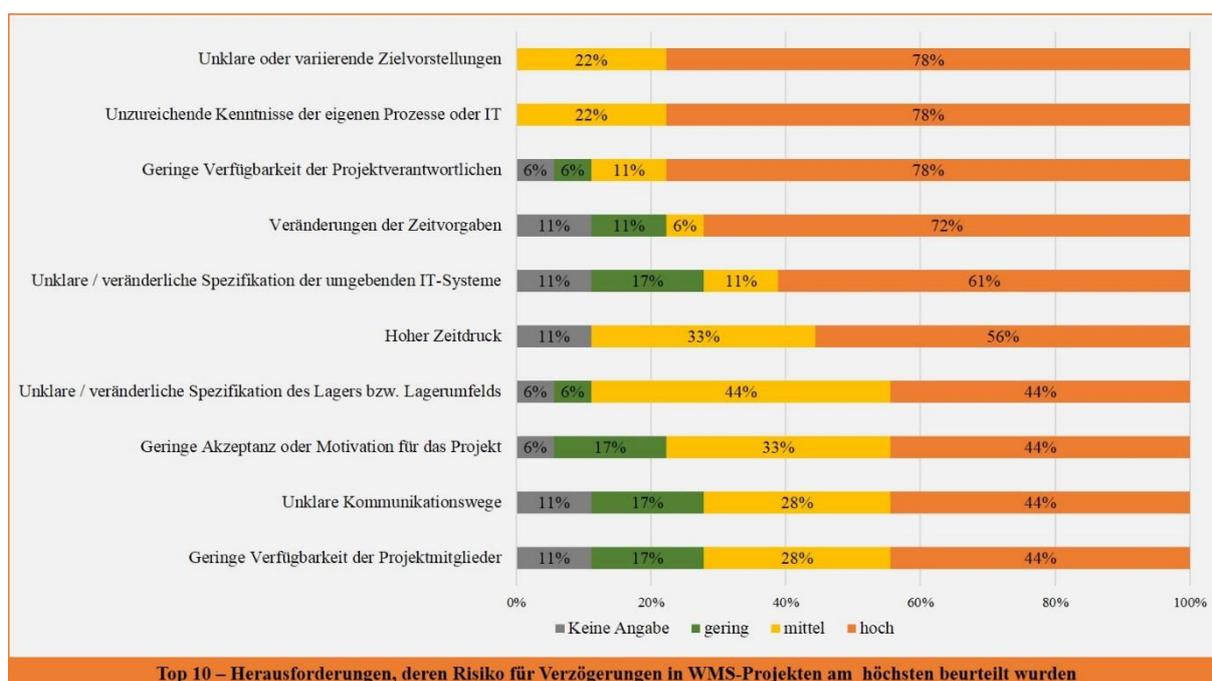


Abbildung 28: Herausforderungen, deren Risiko für Verzögerungen in WMS-Projekten am höchsten beurteilt wurden

Für die Anforderungsaufnahme werden in Abbildung 27 die Top 12 der am häufigsten als *oft* oder *immer* auftretend bewerteten Herausforderungen über alle Kategorien zusammengefasst aufgeführt. Ein Vergleich mit den in Abbildung 28 aufgeführten Top 10 der mit einem hohen Risiko für Projektverzögerungen bewerteten Herausforderungen zeigt kritische Herausforderungen auf. Diese sind der *hohe Zeitdruck*, den 56 Prozent der Befragten mit einem *hohen* Risiko bewerten und von dem die Umfrageteilnehmer angeben, dass Mitarbeiter ihres Unternehmens *oft* (61 Prozent) beziehungsweise *immer* (17 Prozent) damit konfrontiert werden, sowie *unklare oder variierende Zielvorstellungen*. Für letztere geben 78 Prozent der Teilnehmer an, diese Herausforderung mit einem *hohen* Risiko zu verbinden. Des Wei-

teren gab ein Großteil der Befragten an, dass Mitarbeiter ihres Unternehmens *oft* (39 Prozent) beziehungsweise *immer* (11 Prozent) mit *unklaren oder variierenden Zielvorstellungen* konfrontiert werden. Neben diesen zwei kritischen Herausforderungen³¹³ sind auch die weiteren Herausforderungen, deren Risiko von einem Großteil der Teilnehmer als *hoch* bewertet wurde im Rahmen der Identifizierung von Optimierungsansätzen nicht zu vernachlässigen.

Dokumentation³¹⁴

Der Vergleich der in Abbildung 29 und Abbildung 30 aufgeführten Verteilung der Antworten zu den Fragen, die sich auf die Herausforderungen bei der Dokumentation von Anforderungen beziehen, zeigt Potentiale für kritische Herausforderungen auf. Diese sind im Bereich der Dokumentation *missverständliche Dokumentationen von Anforderungen*, der Aspekt, dass *Änderungen nur schwer vorgenommen werden können* und *zu kurze Dokumentationen von Anforderungen*. Dabei beurteilen 39 Prozent der Befragten das mit einer missverständlichen Dokumentation von Anforderungen verbundene Risiko als *hoch* und 39 Prozent der Befragten geben an, dass Mitarbeiter aus ihrem Unternehmen *oft* (28 Prozent) beziehungsweise *immer* (11 Prozent) mit dieser Herausforderung konfrontiert werden. Die Herausforderung, dass *Änderungen nur schwer vorgenommen werden können*, verbinden 22 Prozent der Umfrageteilnehmer mit einem *hohen* Risiko. Für die Häufigkeit, mit der sie selbst oder Kollegen mit dieser Herausforderung konfrontiert werden, geben 17 Prozent *oft* und 11 Prozent *immer* an. Das mit einer *zu kurzen Anforderungsdokumentation* verbundene Risiko bewerten 17 Prozent mit *hoch*. Zum Auftreten dieser Herausforderungen geben 22 Prozent an, diesen *oft* und 6 Prozent diesen *immer* gegenüber zu stehen.

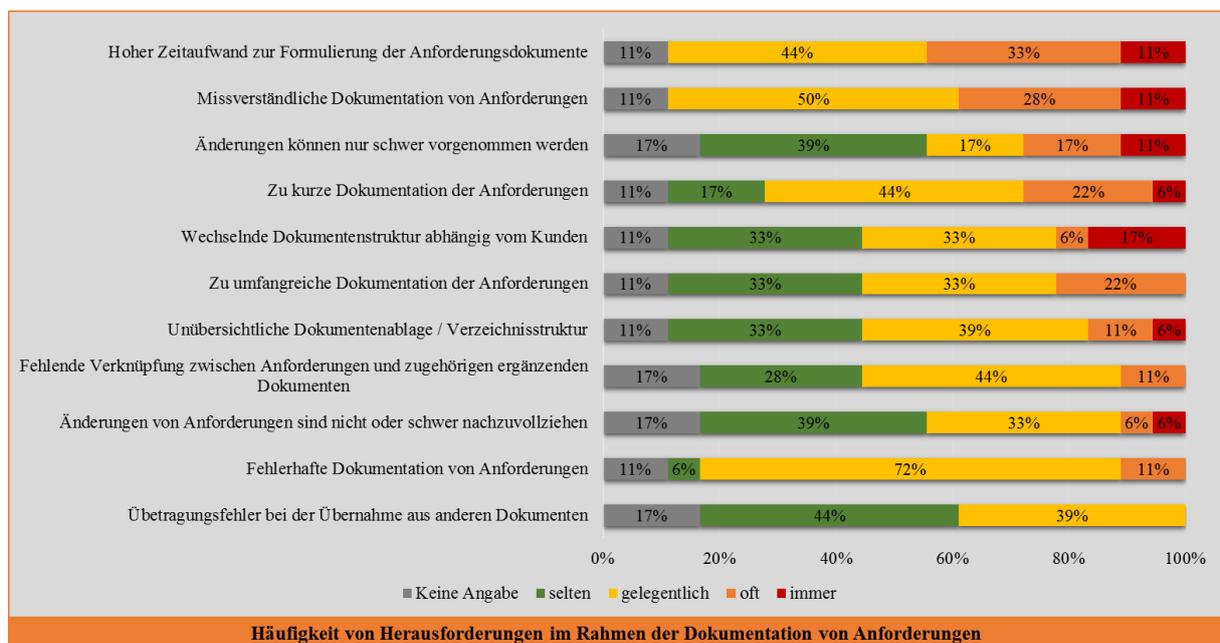


Abbildung 29: Häufigkeit von Herausforderungen im Rahmen der Dokumentation von Anforderungen

313 Gemeint sind der hohe Zeitdruck sowie unklare oder variierende Zielvorstellungen.

314 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfrage UF-17.

UF-17: Welche Herausforderungen treten im Kontext der Dokumentation von Anforderungen in WMS-Projekten auf?

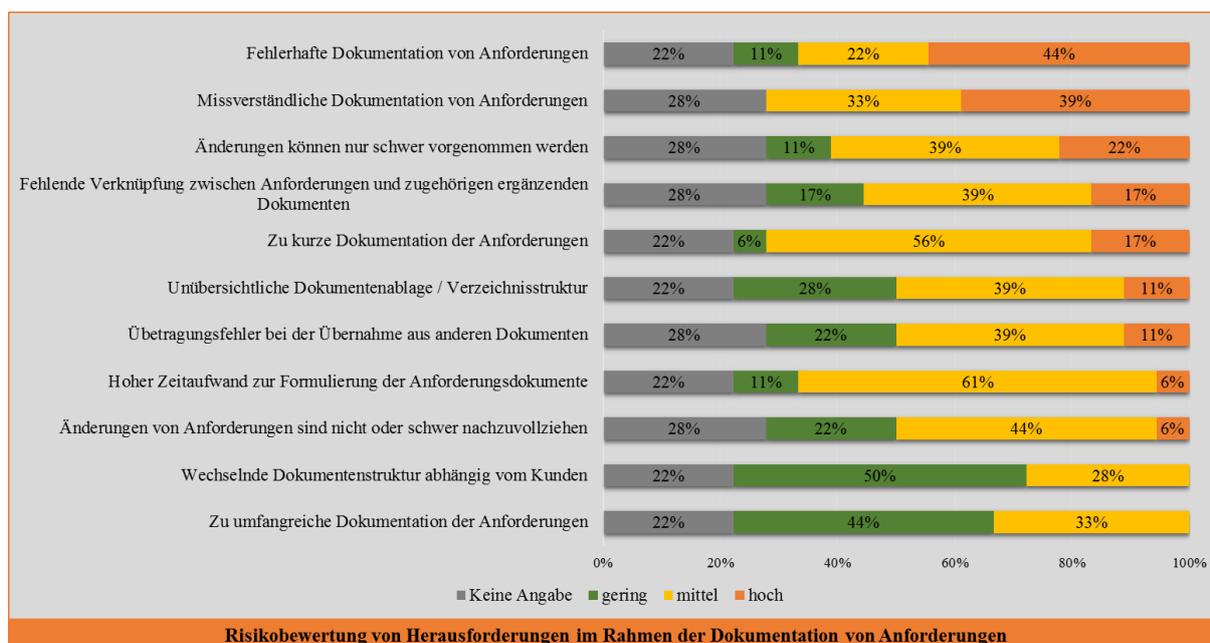


Abbildung 30: Risikobewertung von Herausforderungen im Rahmen der Dokumentation von Anforderungen

5.4. Einflussfaktoren im WMS-Umfeld

Im Rahmen der Online-Umfrage wurde an verschiedenen Stellen abgefragt, unter welchen Bedingungen oder ausgehend von welchen Einflussfaktoren die WMS-Anbieter ausgewählte Methoden und Techniken einsetzen (vergleiche Anhang B). Diese Ergebnisse werden im Folgenden, aufgeteilt in die Bereich Anforderungsaufnahme und Anforderungsdokumentation, vorgestellt.

Einflussfaktoren im Rahmen der Anforderungsaufnahme³¹⁵

Für die Anforderungsaufnahme stellen die verschiedenen Phasen eines WMS-Projekts, in denen Anforderungen erhoben werden, eine Gruppe von möglichen Einflussfaktoren dar, die untersucht wurden. Die Verteilung der Antworten zum Einsatz der Erhebungstechniken innerhalb dieser verschiedener Phasen wird im Folgenden vorgestellt. Wie in Tabelle 6 und Abbildung 31 zu sehen, konnten für die einzelnen Phasen der Anforderungsermittlung verschiedene Kombinationen der eingesetzten Techniken identifiziert werden. Eine Übersicht der verwendeten Techniken und Methoden, sowie der in Abbildung 31 verwendeten Abkürzungen ist in Tabelle 6 einzusehen.

Die Verwendung von *offenen Interviews* innerhalb des **Erstkontakts** ist die am häufigsten (94 Prozent) genannte Kombination von Erhebungstechnik und Projektphase innerhalb der Online-Umfrage. Insgesamt zeigen die Antworten der Umfrageteilnehmer (vergleiche Tabelle 6 und Abbildung 31), dass innerhalb des *Erstkontakts* eine Fokussierung auf einzelne ausgewählte Techniken zur Erhebung von Anforderungen stattfindet, wobei diese aus fast allen Oberkategorien stammen. Dabei stellen die Techniken *Feld-* beziehungsweise *Arbeitsplatzbeobachtung* (39 Prozent), *Brainstorming* (39 Prozent) und *Skizzen* (39 Prozent) weitere häufig verwendete Erhebungstechniken dar, die im *Erstkontakt* eingesetzt werden. Kaum Verwendung finden in dieser Phase Ansätze aus der Gruppe der *modellierenden Techniken*. Hier ist für die von 6 Prozent der Befragten genannten *Simulationsmodelle* zu hinterfragen, wie es im Rahmen des *Erstkontakts* eingesetzt wird. Auch für die, von einem WMS-Anbieter (6 Prozent) genannten, *On-Site-Customer* bleibt nach Sichtung der Antworten offen, ob es sich hier um einen Fehler beim Beantworten der Fragen handelt oder wie in diesem konkreten Fall mit dem Kunden zusammengearbeitet wird. Weitere Details zu den verwendeten Techniken sind Tabelle 6 und Abbildung 31 zu entnehmen.

315 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfragen UF-4 (Einflussfaktoren), UF-22 (Erhebungstechniken abhängig von Einflussfaktoren) und UF-24 (Kunden- / Produktentwicklung).

Kategorie	Technik	Abkürzung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Befragungstechniken	Leitfadeninterview	Befr. 1	17%	50%	72%	72%	22%
	Offenes Interview	Befr. 2	94%	44%	33%	33%	22%
	Abfrage von Business-Use-Cases	Befr. 3	22%	44%	44%	39%	11%
	Fokusgruppen	Befr. 4	6%	28%	22%	28%	28%
	On-Site-Customer	Befr. 5	6%	6%	33%	50%	11%
	Selbstaufschreibung	Befr. 6	33%	44%	44%	17%	11%
	Anfrage von User-Storys	Befr. 7	11%	17%	17%	22%	6%
	Geschlossenes Interview	Befr. 8	0%	33%	17%	11%	11%
	Umfrage	Befr. 9	0%	0%	6%	0%	6%
	Weitere Befragungstechniken	Weitere Befr.	0%	6%	0%	0%	0%
Beobachtungs-technik	Feld-/Arbeitsplatzbeobachtung	Beo. 1	39%	56%	67%	72%	17%
	Video-/Bildanalyse	Beo. 2	17%	11%	33%	22%	11%
	Apprenticing / Einarbeiten	Beo. 3	6%	11%	11%	11%	6%
	Weitere Beobachtungstechniken	Weitere Beo.	0%	0%	0%	0%	0%
Kreativitäts-techniken	Brainstorming	Krea. 1	39%	50%	44%	28%	17%
	Perspektivenwechsel	Krea. 2	17%	39%	44%	33%	17%
	Analogiebildung	Krea. 3	17%	28%	39%	17%	11%
	Mehrstufige Methoden	Krea. 4	0%	28%	17%	11%	0%
	Weitere Kreativitätstechniken	Weitere Krea.	0%	0%	0%	0%	6%
Artefaktbasierte Techniken	Systemschnittstellen-Analyse	Arte. 1	22%	67%	72%	67%	50%
	Benutzerschnittstellen Analyse	Arte. 2	22%	61%	72%	56%	17%
	Dokumentenanalyse	Arte. 3	28%	56%	61%	44%	17%
	Systemarchäologie	Arte. 4	22%	50%	56%	39%	22%
	Wiederverwendung	Arte. 5	0%	6%	22%	44%	28%
	Code Analyse	Arte. 6	0%	39%	17%	28%	22%
	Cloning	Arte. 7	0%	0%	6%	33%	28%
	Blog, Wiki, Forum Analyse	Arte. 8	6%	17%	22%	22%	17%
	Weitere artefaktbasierte Techniken	Weitere arte.	0%	6%	6%	6%	6%
Modellierende Techniken	Skizzen	Model. 1	39%	67%	61%	39%	17%
	Schnelle Prozessmodellierung	Model. 2	0%	39%	56%	39%	11%
	Simulationsmodelle	Model. 3	6%	22%	28%	44%	33%
	Weitere modellierende Techniken	Weitere model.	0%	6%	6%	6%	6%
Unterstützende Techniken	Prototypen	Unter. 1	0%	17%	22%	50%	61%
	Szenarien	Unter. 2	17%	44%	50%	44%	28%
	Raten / Erahnen	Unter. 3	28%	33%	39%	50%	22%
	Essenzbildung	Unter. 4	11%	39%	33%	33%	17%
	Persona	Unter. 6	0%	33%	6%	17%	11%
	Story Boarding	Unter. 5	0%	0%	11%	17%	11%
	Weitere unterstützende Techniken	Weitere unter.	6%	6%	6%	0%	0%

Tabelle 6: Verwendung von Erhebungstechniken in verschiedenen Erhebungsphasen und in der Produktentwicklung

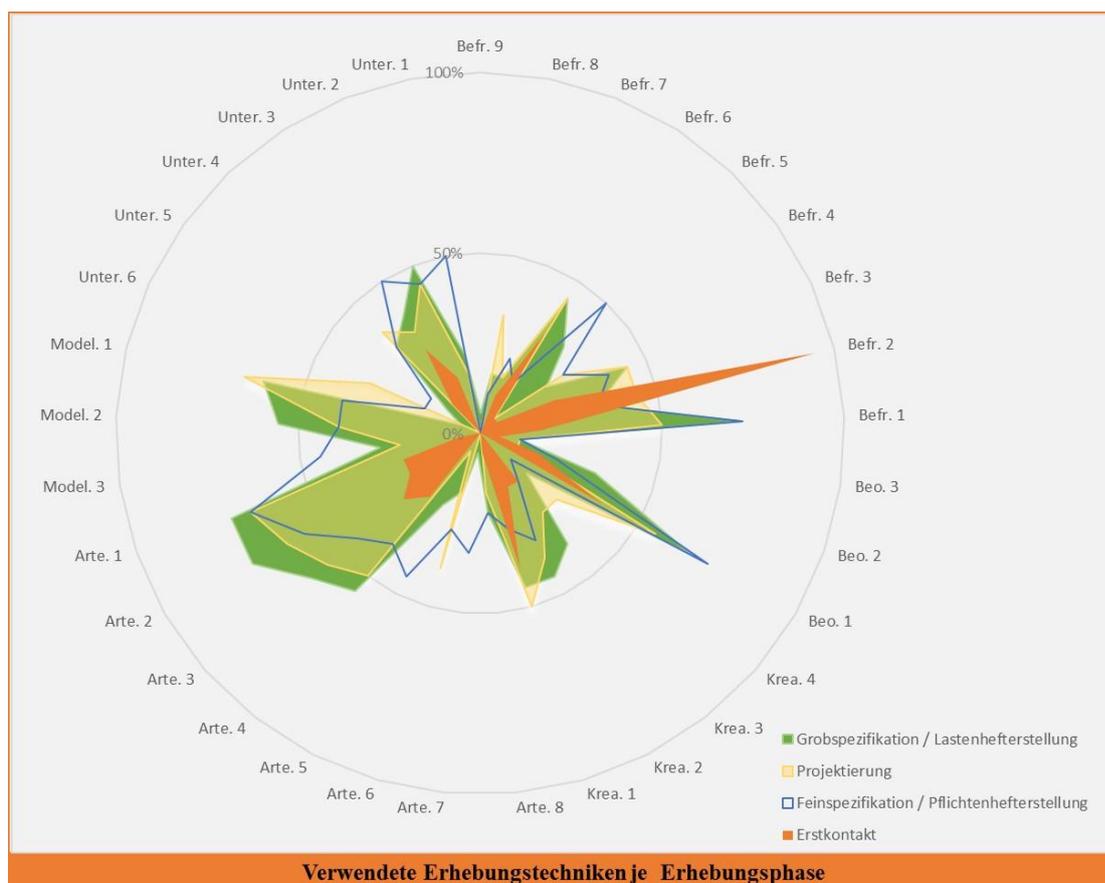


Abbildung 31: Diagramm der verwendeten Erhebungstechniken je Erhebungsphase; Abkürzungen siehe Tabelle 6

Innerhalb der **Projektierung** werden von den Teilnehmern der Umfrage verstärkt *Systemschnittstellen-Analysen* (67 Prozent), *Skizzen* (67 Prozent) und *Benutzerschnittstellen-Analysen* (61 Prozent) eingesetzt. Des Weiteren setzen mehr als die Hälfte der Befragten *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtungen* (56 Prozent) sowie *Dokumentenanalysen* (56 Prozent) ein. Insgesamt ist für die in der *Projektierung* eingesetzten Techniken ein Schwerpunkt auf den Bereich der *artefaktbasierten Techniken* festzustellen (vergleiche Abbildung 31), obgleich generell ein weites Spektrum von Techniken eingesetzt wird. Auffällig im Kontext der *Projektierung* ist, dass basierend auf den erhobenen Daten auch *On-Site-Customer* (6 Prozent) eingesetzt werden. Ob diese Antwortoption korrekt gewählt wurde, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht nachvollzogen werden. Als weitere Technik für den Erstkontakt wurde die Verwendung von „*Checklisten*“ in dem Freitextfeld genannt. Weitere Details zu den innerhalb der *Projektierung* verwendeten Erhebungstechniken sind Tabelle 6 und Abbildung 31 zu entnehmen.

Für die **Grobspezifikation** beziehungsweise die Erstellung des **Lastenhefts** stellen *Leitfadeninterviews* (72 Prozent), *Benutzerschnittstellen-Analysen* (72 Prozent) und *Systemschnittstellen-Analysen* (72 Prozent) die am häufigsten verwendeten Techniken dar. Daneben werden von der Mehrheit der Befragten *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtungen* (67 Prozent), *Dokumentenanalysen* (61 Prozent), *Skizzen* (61 Prozent), *Systemarchäologie* (56 Prozent) sowie *schnelle Prozessmodellierungen* (56 Prozent) für die Anforderungserhebung im Rahmen der *Grobspezifikation* beziehungsweise für das *Lastenheft* verwendet (vergleiche Tabelle 6 und Abbildung 31). Die erhobenen Daten deuten für die *Grobspezifikation* beziehungsweise das *Lastenheft* darauf hin, dass auch hier verstärkt *artefaktbasierte Techniken* eingesetzt werden (vergleiche Tabelle 6).

Mit der **Feinspezifikation** beziehungsweise dem **Pflichtenheft** wird die Spezifikation als Vorbereitung auf die Entwicklung beziehungsweise auf den nächsten *Sprint* abgeschlossen. Ein Vergleich der Antworten zu diesem Bereich mit denen der anderen Phasen zeigt auf, dass hier die größte Streuung hinsichtlich der verwendeten Erhebungstechniken vorzufinden ist (vergleiche Abbildung 31). Die Mehrheit der Befragten gab dabei an, dass *Leitfadeninterviews* (72 Prozent), *Feld-/Arbeitsplatzbeobachtungen*

(72 Prozent) sowie *Systemschnittstellen-Analysen* (67 Prozent) zur Anforderungserhebung eingesetzt werden. Die befragten WMS-Anbieter setzen in dieser Phase am seltensten Techniken aus der Gruppe der *Kreativitätstechniken* ein, wobei aus dieser Kategorie der *Perspektivenwechsel* (33 Prozent) die am häufigsten verwendete Technik ist (vergleiche Tabelle 6).

Über alle Phasen hinweg zeigen die erhobenen Daten (vergleiche Tabelle 6), nicht nur eine Verschiebung der Technikanwendung über alle Kategorien hinweg, sondern auch innerhalb der einzelnen Kategorien, auf. So ist den Daten über die Befragungstechniken zu entnehmen, dass für den *Erstkontakt* fast alle Befragten (94 Prozent) *offene Interviews* einsetzen, in der *Projektierung* allerdings eine breite Streuung³¹⁶ der Techniken vorliegt, die sich über die *Grobspezifikation* beziehungsweise die *Lastenhefterstellung* bis zur *Feinspezifikation* beziehungsweise *Pflichtenhefterstellung* auf *Leitfadeninterviews* (72 Prozent), ergänzt um ausgewählte Techniken³¹⁷, fokussiert. Auch ist sowohl für die *Kreativitätstechniken*, die *modellierenden Techniken* als auch für *artefaktbasierte Techniken* eine Zunahme der Verwendung in der *Projektierung* und *Grobspezifikation* beziehungsweise *Lastenhefterstellung* festzustellen, bevor diese Techniken im Rahmen der *Feinspezifikation* beziehungsweise *Pflichtenhefterstellung* weniger verwendet werden. Während die Verwendung von *unterstützende Techniken* über alle Erhebungsphasen hinweg zunimmt und in der *Feinspezifikation* beziehungsweise *Pflichtenhefterstellung* ihr Maximum erreicht.

Die teilnehmenden WMS-Anbieter wurden im Rahmen der Online-Umfrage mehrfach gebeten, bei Antworten zu einzelnen Fragen zwischen der *kundenspezifischen Entwicklung* und der *Produktentwicklung* zu differenzieren. Danach gefragt, ob in ihrem Unternehmen für die Anforderungserhebung generell zwischen der allgemeinen *Produktentwicklung* und der *kundenspezifischen Anpassung* oder *Entwicklung* unterschieden wird, gaben 61 Prozent der Befragten an, dass eine Unterscheidung erfolgt (vergleiche Tabelle 7). Für die bisher beschriebenen Erhebungsphasen *Erstkontakt*, *Projektierung*, *Grobspezifikation* oder *Lastenhefterstellung* und *Feinspezifikation* beziehungsweise *Pflichtenhefterstellung* wird angenommen, dass diese insbesondere für die **kundenindividuelle Entwicklung** und **Anpassung** durchlaufen werden, sofern die WMS-Anbieter eine Unterscheidung zwischen der *kundenspezifischen Anpassung* beziehungsweise *Entwicklung* und der *Produktentwicklung* vornehmen.³¹⁸

Wird zwischen der allgemeinen Produktentwicklung und der kundenspezifischen Anpassung / Entwicklung bei der Anforderungserhebung unterschieden?		
Keine Angabe	Ja – Unterscheidung	Nein – Keine Unterscheidung
11 %	61%	28%

Tabelle 7: Anforderungserhebung – Unterscheidung zwischen Kunden- und Produktentwicklung

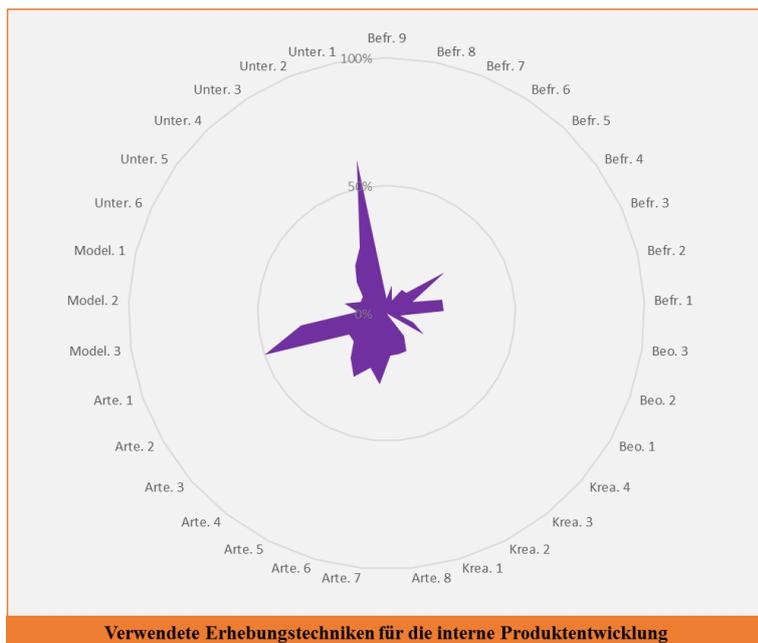
Die verwendeten Erhebungstechniken für die **interne Produktentwicklung** wurden innerhalb des Online-Fragebogens parallel mit den Fragen zu den, in den einzelnen Erhebungsphasen verwendeten Techniken abgefragt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in Tabelle 6 einzusehen. Von den aufgeführten Techniken verwenden die befragten WMS-Anbieter am häufigsten *Prototypen* (61 Prozent) sowie die *Systemschnittstellen-Analyse* (50 Prozent). In der Kategorie der *Befragungstechniken* waren *Fokusgruppen* (28 Prozent) die am häufigsten genannte Technik. Als Auffälligkeiten in den erhobenen Daten zeigen sich die geringen Anteile an Teilnehmern, die angegeben haben *Kreativitätstechniken*³¹⁹, *Blog*, *Wiki* bezie-

316 Hier werden 4 Befragungstechniken von jeweils mehr als 40 Prozent der Befragten genutzt.

317 Für die Grobspezifikation beziehungsweise Lastenhefterstellung sind diese *Selbstaufschreibung* (44 Prozent) und *Abfrage von Business-Use-Cases* (44 Prozent). Für die Feinspezifikation beziehungsweise Pflichtenhefterstellung ist dies der *On-Site-Customer* (50 Prozent).

318 So zeigen persönliche Gespräche mit den WMS-Anbietern auf, dass die Produktentwicklung, sofern sie nicht eigenständig durchgeführt wird, verstärkt durch die Übernahme und Anpassung von projekt- und kundenindividuellen Lösungen in den Produktstandard erfolgt, womit zunächst eine auf den Kunden ausgerichtete Anforderungserhebung erfolgt.

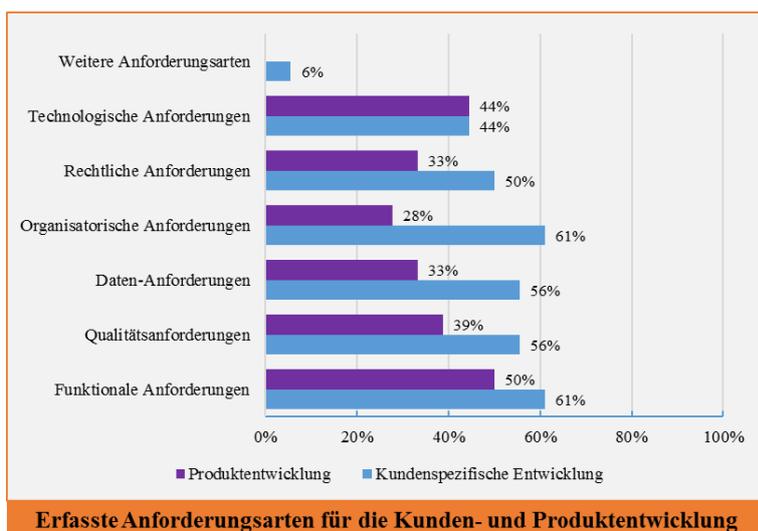
319 Die hier am häufigsten genannten Kreativitätstechniken sind *Brainstorming* (17 Prozent) und *Perspektivenwechsel* (17 Prozent).



hungsweise Foren Analysen (17 Prozent) oder *Persona* (11 Prozent) für die *Produktentwicklung* einzusetzen (vergleiche Tabelle 6 und Abbildung 33). Darüber hinaus wurde innerhalb der Freitextantworten aufgeführt, dass für die *Produktentwicklung* „Detailmodelle“, „Mock-ups“, „BPMN- und UML-Modelle“ verwendet werden.

Für die einzelnen Kategorien der Erhebungstechniken wurden die befragten WMS-Anbieter um eine Einschätzung der Eignung für die *Produktentwicklung* sowie für die *kundenindividuelle Entwicklung* gebeten. Die Ergebnisse werden in Kapitel 5.6 vorgestellt.

Abbildung 33: Verwendete Erhebungstechniken für die interne Produktentwicklung, Abkürzungen siehe Tabelle 6



Sofern die befragten WMS-Anbieter eine Unterscheidung zwischen der *kundenindividuellen* und der *Produktentwicklung* vornehmen wurde abgefragt, welche Arten von Anforderungen für die beiden Fälle erfasst werden (vergleiche Frage 32 Anhang B). Die prozentualen Angaben zu den erfassten Anforderungsarten beziehen sich dabei weiterhin auf die Gesamtheit der verwertbaren Fragebögen von 18 Stück. Bezogen auf die Entwicklungsausrichtung erfassen die Teilnehmer der Umfrage generell die gleichen Anforderungsarten für die *Produktentwicklung* wie für die *kundenspezifische Entwicklung*. Dabei geben allerdings nur für *technologische Anforderungen* gleichviele Befragte (jeweils 44 Prozent) an, diese Anforderungsart für beide Entwicklungen zu erfassen.

Abbildung 32: Erfasste Anforderungsarten für die kundenindividuelle Entwicklung und Produktentwicklung

Für die weiteren Anforderungsarten sind in Abbildung 32 Differenzen zwischen den Angaben für die *kundenspezifische Entwicklung* und die *Produktentwicklung* sichtbar. Dabei geben generell für jede der Anforderungsarten mehr Umfrageteilnehmer an, diese für die *kundenspezifische Entwicklung* zu erfassen. Die stärkste Abweichung ist dabei für *organisatorische Anforderungen* auszumachen, von der 61 Prozent der Umfrageteilnehmer angeben, diese für die *kundenspezifische Entwicklung* zu erfassen und 28 Prozent angeben dies für die *Produktentwicklung* zu tun. Auffällig ist, dass auch für *funktionale Anforderungen* eine Abweichung zwischen der Anzahl der befragten WMS-Anbieter, die diese in der *Produktentwicklung* (50 Prozent) und denen die diese in der *kundenspezifischen Entwicklung* (61 Prozent) erfassen, festzustellen ist (vergleiche Abbildung 32).

Neben Fragen, in denen Daten zu der *kundenspezifischen Entwicklung* beziehungsweise zu der *Produktentwicklung* erhoben wurden, wurden auch weitere mögliche Einflussfaktoren in der Online-Umfrage abgefragt. So zeigen die Antworten auf die Frage abhängig von welchen Faktoren verschiedene Vorgehensweisen zur Aufnahme von Anforderungen eingesetzt werden (vergleiche Frage 20 Anhang B) auf, dass insbesondere die *Art des WMS-Projekts* (61 Prozent) sowie die *Funktionsbereiche* beziehungsweise

Logistikprozesse (56 Prozent) die Vorgehensweise beeinflussen (vergleiche Abbildung 34). 39 Prozent der befragten WMS-Anbieter gaben an, dass der *Automatisierungsgrad des Lagers* Einfluss auf die Vorgehensweise hat. Für die *Kunde-Mitarbeit* sowie die *Unternehmens- beziehungsweise Betriebsart* gaben jeweils 28 Prozent der Befragten an, dass diese das Vorgehen in der Anforderungsaufnahme beeinflussen. Nur 6 Prozent der Befragten gaben an, keine verschiedenen Vorgehensweisen abhängig von Einflussfaktoren einzusetzen (vergleiche Abbildung 34). Als weitere

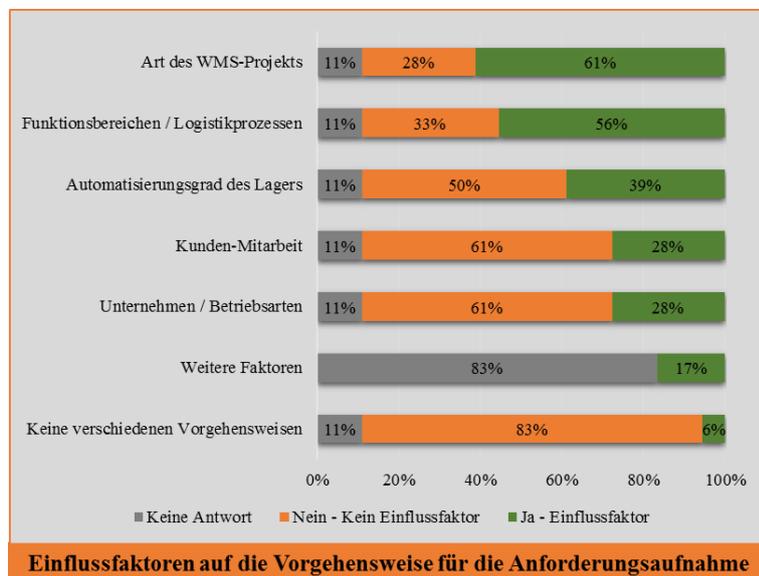


Abbildung 34: Einflussfaktoren auf die Vorgehensweise für die Anforderungsaufnahme

Einflussfaktoren gaben die Umfrageteilnehmer innerhalb des Freitextfeldes „intuitiv“, „Stand der vorhandenen Prozesse- und Systemdokumentation“ sowie „Größe des Projekts“ an. Mit den Fragen 20 bis 30 (vergleiche Anhang B) wurden Detailinformationen zu den verwendeten Techniken, abhängig von der Ausprägung der möglichen Einflussfaktoren, erfasst. Obgleich es sich hierbei um Fragen handelt, die für die Teilnehmer der Umfrage nur sichtbar waren, wenn sie die jeweilige Kategorie vorher als Einflussfaktor genannt hatten, beziehen sich die hier verwendeten prozentualen Angaben auf die Gesamtheit der verwertbaren Fragebögen von 18 Stück. Eine Gesamtübersicht der aufbereiteten Umfrageergebnisse zu diesem Bereich wird in Tabelle 8 präsentiert.

Die Antworten zeigen auf, dass die Teilnehmer der Umfrage, abhängig von der **Art des WMS-Projekts**,³²⁰ verstärkt³²¹ im Bereich der *Beobachtungstechniken*, der *artefaktbasierten Techniken* und der *modellierenden Techniken* ihre Vorgehensweise variieren. Bezogen auf den Einsatz von *Beobachtungstechniken* sind die am häufigsten genannten Projektarten die *Ablösung eines bestehenden Systems* (56 Prozent), die *Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager* (44 Prozent) und die *Erweiterung eines bestehenden Systems* (39 Prozent). Für die *artefaktbasierten Techniken* gaben die Umfrageteilnehmer verstärkt an, diese bei der *Ablöse eines bestehenden Systems* (56 Prozent), für das *Retrofit eines bestehenden Lagers* (44 Prozent) sowie für *Erweiterung eines bestehenden Systems* (39 Prozent) einzusetzen. Für die *modellierenden Techniken* stellt das *Retrofit eines bestehenden Lagers* (22 Prozent) die von den wenigsten der Befragten genannte Projektart dar. Weitere Details sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Die erhobenen Daten zur **Kundenmitarbeit** zeigen für den Einsatz von *Kreativitätstechniken*, mit 22 Prozentpunkten Differenz zwischen dem am häufigsten und dem am seltensten genannten Grad der Mitarbeit, die größte Varianz auf. So geben die befragten Anbieter an, diese bei einer *hohen* (17 Prozent) oder *sehr hohen* (22 Prozent) *Kundenmitarbeit* zu verwenden (vergleiche Tabelle 8). Des Weiteren erfolgt der Einsatz von *Befragungstechniken* sowie von *modellierende Techniken* abhängig von der Kundenmitarbeit. Dabei entfällt der geringste Anteil der Antworten derer, die diese Technik einsetzen, jeweils auf die *sehr geringe Mitarbeit* des Kunden (11 Prozent bei *Befragungs-* und 6 Prozent bei *modellierenden Techniken*).

320 Die betrachteten Arten von WMS-Projekten entsprechen den im Rahmen der WMS-Referenzvalidierung am Fraunhofer IML verwendeten Varianten. Vergleiche [IML Ref.; 2016].

321 Die Differenz beträgt jeweils 28 Prozentpunkte zwischen der am häufigsten und der am seltensten genannten Antworten für *Beobachtungs-*, *artefaktbasierte* und *modellierende Techniken*.

	Befragungs-techniken	Beobachtungs-techniken	Kreativitäts-techniken	Artefaktbasierte Techniken	Modellierende Techniken	Unterstützende Techniken
Art des WMS-Projekts						
Retrofit eines bestehenden Lagers	44%	33%	6%	44%	22%	22%
Erweiterung eines bestehenden Systems	44%	39%	22%	39%	44%	28%
Ablöse eines bestehenden Systems	50%	56%	17%	56%	44%	39%
Ersteführung eines WMS in einem bestehenden Lager	56%	44%	17%	28%	50%	44%
Neuprojekt / Neues Lager	50%	28%	22%	28%	50%	44%
Maximale Differenz in Prozentpunkten	11	28	17	28	28	22
Automatisierungsgrad des Lagers						
Manuelles Lager	44%	39%	28%	11%	22%	22%
Teilautomatisches Lager	39%	39%	28%	28%	28%	28%
Vollautomatisches Lager	33%	33%	22%	28%	33%	22%
Maximale Differenz in Prozentpunkten	11	6	6	17	11	6
Unternehmens- / Betriebsart						
Produzierendes Unternehmen	17%	17%	11%	22%	17%	17%
Logistikdienstleister	33%	33%	22%	33%	28%	28%
Handelsunternehmen	28%	28%	17%	28%	22%	22%
Zulieferer	22%	17%	17%	28%	22%	22%
Maximale Differenz in Prozentpunkten	17	17	11	11	11	11
Logistikprozesse / Funktionsbereiche						
Vereinnahmung	50%	39%	11%	22%	22%	22%
Dekonsolidierung	50%	39%	17%	22%	33%	22%
Einlagerung	50%	28%	17%	33%	28%	22%
Umlagerung / Nachschub	50%	39%	17%	28%	33%	28%
Auslagerung	50%	28%	17%	33%	28%	22%
Kommissionierung	50%	44%	17%	22%	33%	33%
Konsolidierung	50%	39%	22%	28%	33%	28%
Verpackung	50%	44%	17%	28%	28%	28%
Versand	50%	33%	17%	28%	33%	22%
Maximale Differenz in Prozentpunkten	0	17	11	11	11	11
Kundenmitarbeit						
Sehr geringe Mitarbeit	11%	17%	0%	11%	6%	11%
Geringe Mitarbeit	22%	22%	0%	11%	17%	11%
Mittlere Mitarbeit	28%	22%	0%	22%	22%	22%
Hohe Mitarbeit	22%	11%	17%	11%	22%	17%
Sehr hohe Mitarbeit	22%	11%	22%	11%	22%	17%
Maximale Differenz in Prozentpunkten	17	11	22	11	17	11

Tabelle 8: Mögliche Einflussfaktoren für die Verwendung von Erhebungstechniken

In den Antworten der WMS-Anbieter auf die Frage, welche Gruppen von Erhebungstechniken sie abhängig von der **Unternehmens-** beziehungsweise **Betriebsart** verwenden, beträgt sowohl für *Befragungs-* als auch für *Beobachtungstechniken* die maximale Differenz zwischen der am häufigsten und

der am seltensten genannten Antworten 17 Prozentpunkte. Dabei werden *Befragungs-* und *Beobachtungstechniken* von jeweils 33 Prozent der Befragten bei *Logistikdienstleistern* und von 28 Prozent selbiger bei *Handelsunternehmen* eingesetzt (vergleiche Tabelle 8). Die Antworten innerhalb der Online-Umfrage zeigen nur für die *artefaktbasierten Techniken* nennenswerte Abweichungen zwischen den für die verschiedenen **Automatisierungsgrade** eingesetzten Techniken auf. Hier beträgt die maximale Differenz zwischen der häufigsten und der am seltensten genannten Antwort 17 Prozentpunkte. So geben 11 Prozent der Befragten an, *artefaktbasierte Techniken* für *manuelle Lager* zu verwenden während diese Techniken für *teilautomatische* und *automatische Lager* jeweils von 28 Prozent genutzt werden (vergleiche Tabelle 8).

Für die **Logistikprozesse** beziehungsweise **Funktionsbereiche** ist nur für den Einsatz von *Beobachtungstechniken* eine nennenswerte Differenz zwischen der am häufigsten und der am seltensten genannten Antworten für die Prozesse beziehungsweise Bereiche festzustellen. Diese beträgt 17 Prozentpunkte. Am häufigsten wurde der Einsatz von *Beobachtungstechniken* für die *Kommissionierung* (44 Prozent) und für die *Verpackung* (44 Prozent) genannt. Den Ergebnissen der Online-Umfrage ist zu entnehmen, dass die Verwendung von *Beobachtungstechniken* am seltensten für die *Einlagerung* (28 Prozent) sowie für die *Auslagerung* (28 Prozent) erfolgt. Weitere Details sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

Einflussfaktoren im Rahmen der Dokumentation³²²

Ausgewählte Aspekte einer möglichen Unterscheidung zwischen der *kundenspezifischen* Entwicklung sowie der *Produktentwicklung* wurden im Rahmen der Online-Umfrage auch für den Bereich der Dokumentation betrachtet (vergleiche Fragen 40 und 42 Anhang B). Hier gaben 50 Prozent der Umfrageteilnehmer an, für die *Anforderungsdokumentation* eine Unterscheidung bezüglich der *Produktentwicklung* und der *kundenindividuellen Entwicklung* vorzunehmen (vergleiche Abbildung 35).

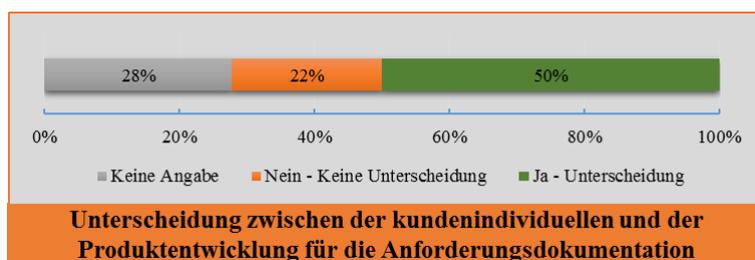


Abbildung 35: Unterscheidung zwischen der kundenindividuellen und der Produktentwicklung für die Anforderungsaufnahme

Eine Abfrage von Detailinformationen bezogen auf die beiden Entwicklungsausrichtungen erfolgte nur für den **Umgang mit Anforderungsänderungen**. Hier wurde gefragt, wie die WMS-Anbieter mit Anforderungsänderungen umgehen. Insgesamt gaben 17 Prozent der Teilnehmer zu dieser Frage keine Antwort ab. Für die *kundenspezifische Entwicklung* gaben 83 Prozent an Änderungen als *Changerequest* aufzunehmen, für die *Produktentwicklung* wählten 28 Prozent diese Antwort. Eine Aufnahme von Änderungen bis zum Go-Live wurde von 44 Prozent für die kundenspezifische Entwicklung genannt. Hier ist allerdings anzumerken, dass die Antworten für die *Produktentwicklung* an dieser Stelle zu hinterfragen sind, da die Formulierung *Go-Live* im Kontext der *Produktentwicklung* unzutreffend ist. Die übrigen Antwortoptionen wurden nur vereinzelt gewählt (vergleiche Abbildung 36). Weitere Details, wie diese Differenzierung innerhalb der Dokumentation für die *kundenspezifische Entwicklung* und die *Produktentwicklung* aussehen wurden mit der Online-Umfrage nicht erfasst.

Für die verwendeten **Werkzeuge und Programme**, mit denen Anforderungen erfasst und verwaltet werden, wurden die Teilnehmer der Online-Umfrage gebeten anzugeben, in welchen Phasen der Softwareentwicklung diese eingesetzt werden (vergleiche Frage 46 und 47 in Anhang B). 22 Prozent der Teilnehmer machten zu dieser Frage keine Angaben. Insgesamt ist auffällig, dass der Anteil der genannten Werkzeuge und Programme, die speziell für die einzelnen Phasen konzipiert sind, gering ausfällt und verstärkt Office-Programme verwendet werden (vergleiche Abbildung 37). Dabei werden diese Office-Lösungen sowohl native als auch mit Makros verwendet. Wobei die Verwendung von Makros auf eine individuelle oder unternehmensspezifische Anpassung hinweist. Neben den Office-Lösungen

322 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfrage UF-23 (Einflussfaktoren auf die Verwendung von Werkzeugen der Anforderungsdokumentation).

werden in den einzelnen Phasen auch vereinzelt (6 bis 17 Prozent) unterschiedliche weitere Softwarewerkzeuge eingesetzt (vergleiche Abbildung 37). Nur für *Blueprint* (6 Prozent) und *Jira* (6 Prozent) gibt jeweils ein Befragter eine durchgängige Verwendung über mehrere Phasen hinweg an. Auffällig ist, dass die weiteren in der Abbildung 37 aufgeführten Werkzeuge aus dem Bereich der Application Lifecycle Management Tools beziehungsweise Requirements Management Tools *DOORS*, *Jira Agile*, *Enterprise Architect* und *HP Quality Center* nicht über mehrere Phasen hinweg in den Unternehmen verwendet werden, sondern in unterschiedlichen Kombinationen einzelne oder mehrere dieser Werkzeuge im Einsatz sind und jeweils nur in einer der Phasen genutzt werden.

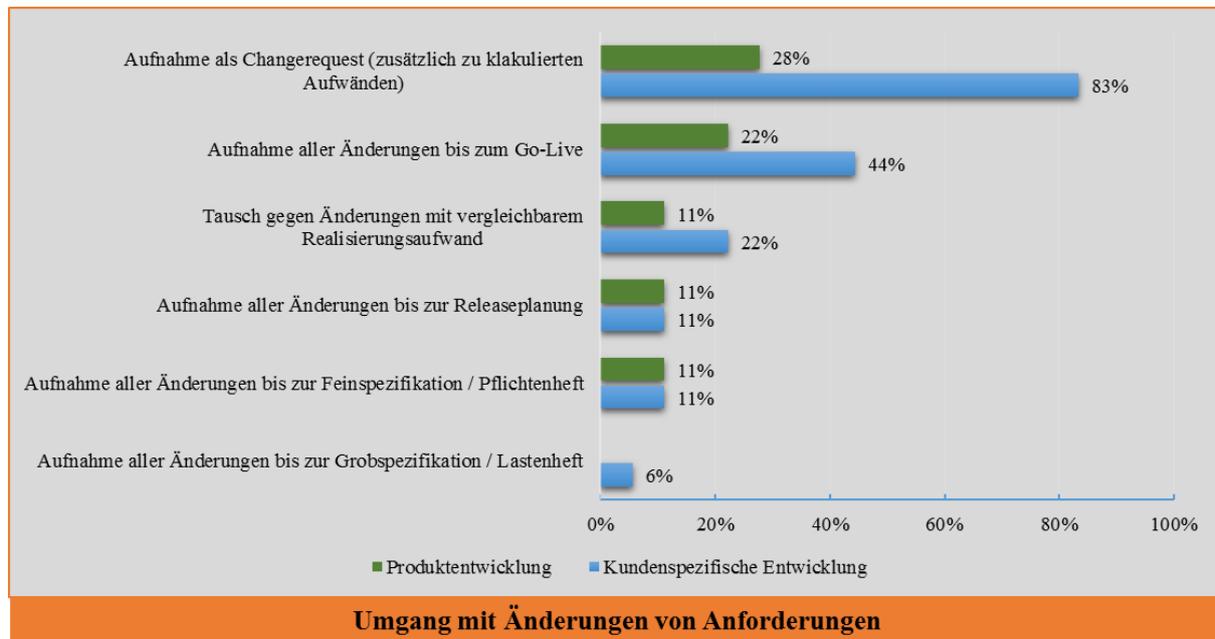


Abbildung 36: Umgang mit Änderungen von Anforderungen

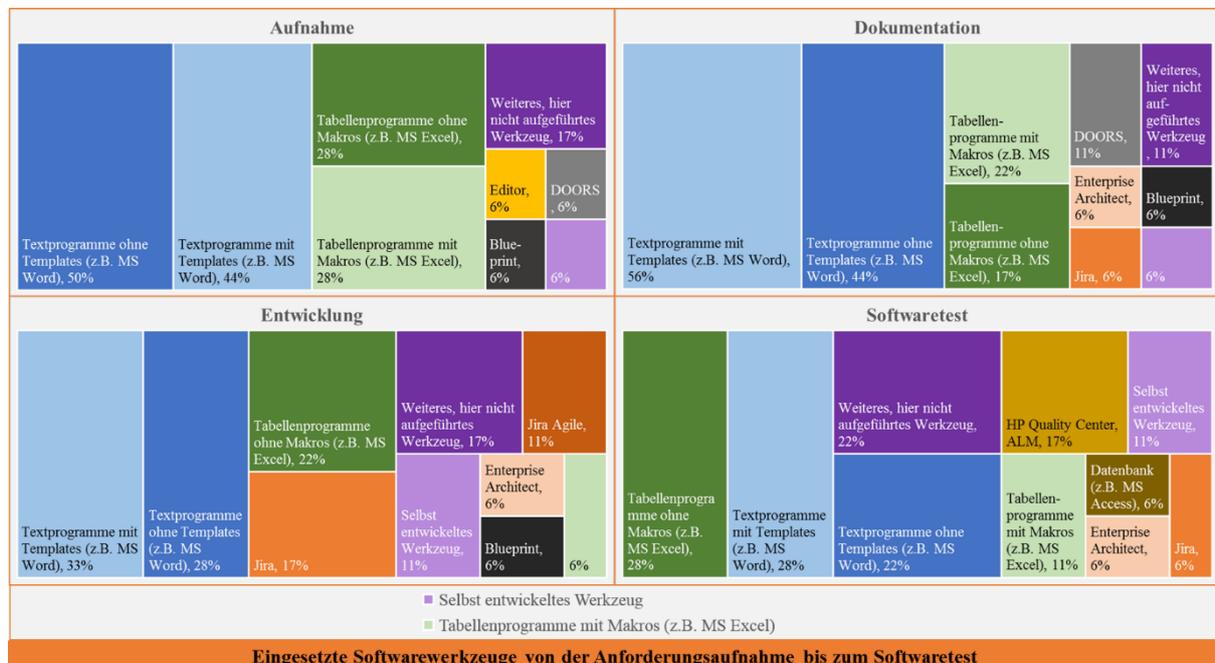
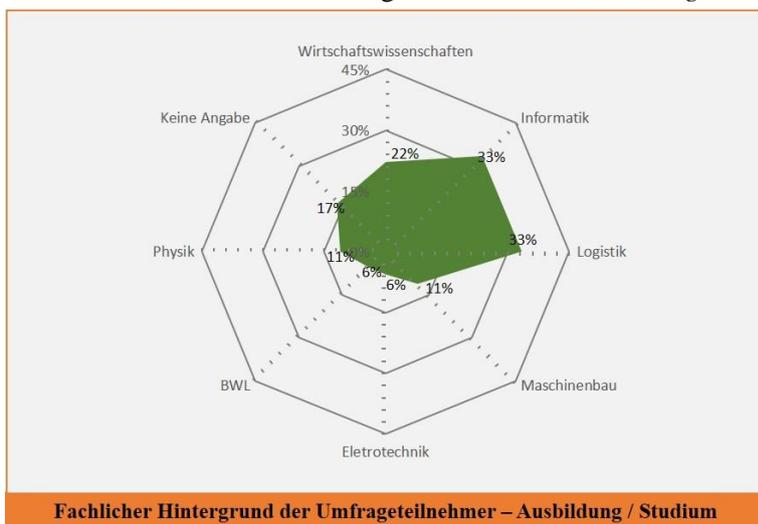


Abbildung 37: Eingesetzte Softwarewerkzeuge von der Anforderungsaufnahme bis zum Softwaretest

5.5. Wissensquellen und Wissenstransfer³²³

In diesem Kapitel wird vorgestellt, wo die Umfrageteilnehmer ihr Wissen über Requirements Engineering erworben haben und wie die Wissensvermittlung innerhalb der betrachteten Unternehmen erfolgt. Dabei stellt die Ausbildung der Umfrageteilnehmer eine der Wissensquellen dar. In Abbildung 38 wird dargestellt, in welchen Fachrichtungen die Befragten eine *Ausbildung* oder ein *Studium* absolviert haben. Anzumerken ist, dass sechs Teilnehmer mehr als eine *Ausbildung* / ein *Studium* absolviert haben, wobei die weitere Ausbildung / das weitere Studium auch im gleichen Fachbereich liegen kann. Dabei wird im Rahmen der hier vorgestellten Auswertung der Antworten zunächst nicht zwischen der Anzahl der absolvierten Ausbildungen oder Studien der einzelnen Umfrageteilnehmer unterschieden. Am stärksten vertreten ist ein Hintergrund aus den Fächern *Logistik* beziehungsweise *Informatik* die jeweils



von 33 Prozent der Befragten genannt wurden. Ein Detailblick in die Antworten offenbart, dass der fachliche Hintergrund aus Ausbildung oder Studium von jeweils 17 Prozent der Umfrageteilnehmer ausschließlich in der *Logistik* beziehungsweise ausschließlich in der *Informatik* liegt und darüber hinaus ebenfalls 17 Prozent der Teilnehmer sowohl einen *Logistik*- als auch *Informatik*-Hintergrund haben. 22 Prozent der Befragten geben an, in den *Wirtschaftswissenschaften* eine Ausbildung beziehungsweise ein Studium absolviert zu haben. Die Verteilung der anderen Fächer ist der Abbildung 38 zu entnehmen.

Abbildung 38: Fachlicher Hintergrund der Umfrageteilnehmer

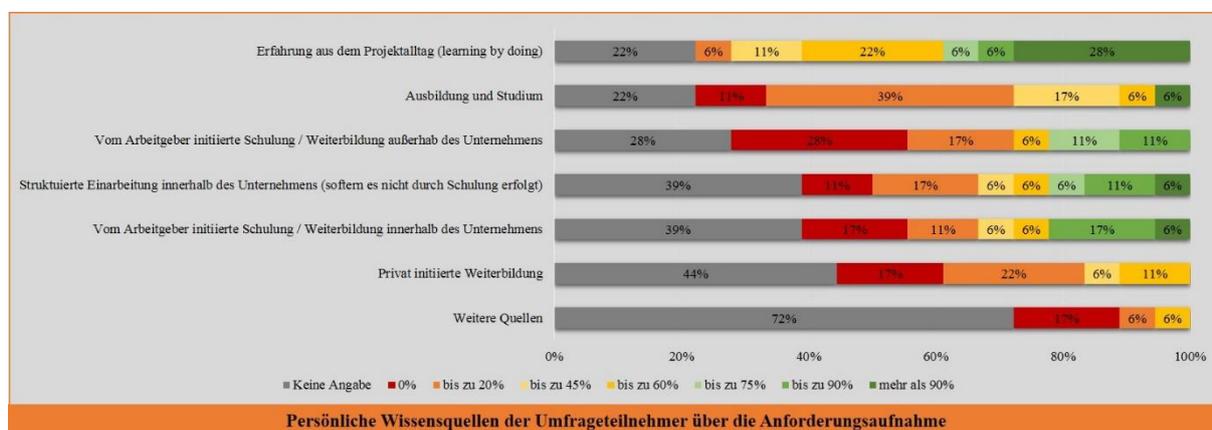


Abbildung 39: Persönliche Wissensquellen der Umfrageteilnehmer über die Anforderungsaufnahme

Die an der Umfrage teilnehmenden WMS-Anbieter wurden um eine Selbsteinschätzung gebeten, zu welchen Anteilen sie ihr Wissen über die Anforderungsaufnahme aus welchen der im Fragebogen aufgeführten Quellen erworben haben. Die aufbereiteten Antworten sind in Abbildung 39 einzusehen. Dabei stellen *Erfahrungen aus dem Projektalltag* die am stärksten gewichtete Wissensquelle dar. So weist der Durchschnitt über alle Befragten dieser Antwort eine Gewichtung von *bis zu 75 Prozent* zu. Wobei

323 Dieses Unterkapitel beantwortet die Untersuchungsfragen UF-25, UF-26 und UF-27.
 UF-25: Ausbildung beziehungsweise Studium der Umfrageteilnehmer.
 UF-26: Quellen des persönlichen Wissens der Teilnehmer.
 UF-27: Angebotene Maßnahmen des Wissenstransfers.

bereits 28 Prozent der Befragten angeben, ihr Wissen zu *mehr als 90 Prozent* aus *Erfahrungen im Projektalltag* erworben zu haben. Weitere häufig genannte Wissensquellen sind die *strukturiert Einarbeitung innerhalb des Unternehmens* und die vom *Arbeitgeber initiierten Schulungen beziehungsweise Weiterbildungen innerhalb des Unternehmens*, die jeweils im Mittel über alle Antworten eine Gewichtung von *bis zu 60 Prozent* erhielten. Für die beiden letztgenannten Antwortoptionen gaben 23 Prozent der Befragten an, dass *mehr als 60 Prozent*³²⁴ ihres Wissens aus diesen Quellen stammt.

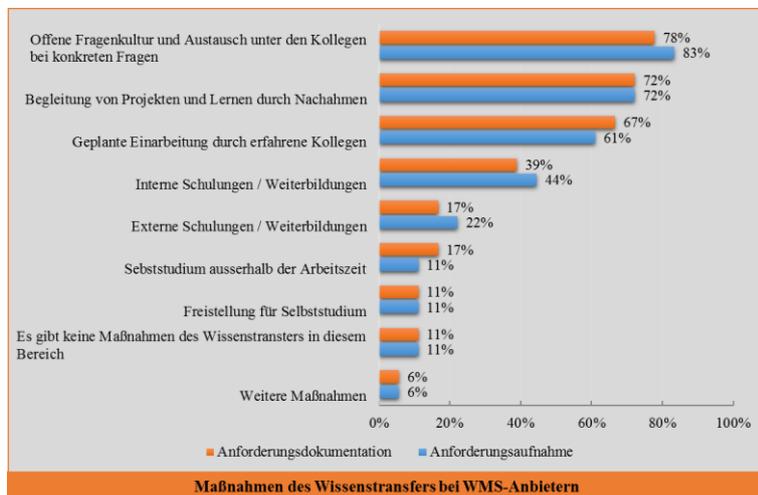


Abbildung 40: Maßnahmen des Wissenstransfers bei WMS-Anbietern

Die Teilnehmer der Umfrage wurden danach gefragt, welche Maßnahmen des Wissenstransfers über Requirements Engineering in ihrem Unternehmen eingesetzt werden. Die aufbereiteten Antworten werden in Abbildung 40 vorgestellt. 17 Prozent der Befragten beantworteten diese Frage nicht. Am häufigsten, mit 78 Prozent für die *Anforderungsdokumentation* beziehungsweise 83 Prozent für die *Anforderungsaufnahme*, nannten die Teilnehmer der Umfrage die *offene Fragenkultur und den Austausch unter den Kollegen bei konkreten Fragen* als Maßnahme der Wissensvermittlung. Die Maßnahme *Begleitung von Projekten und Lernen durch Nachahmen* wurde sowohl für die *Anforderungsdokumentation* als auch für die *Anforderungsaufnahme* von 72 Prozent der Teilnehmer als Antwort gewählt. Hier ist es auffällig, dass die zwei am häufigsten genannten Maßnahmen offene und unstrukturierte Formen der Wissensvermittlung darstellen. Erst die von 67 Prozent der Befragten für die *Anforderungsdokumentation* und von 61 Prozent für die *Anforderungsaufnahme* genannte *geplante Einarbeitung durch erfahrene Kollegen* stellt einen strukturierten Ansatz für den Wissenstransfer dar (vergleiche Abbildung 40). Als weitere, im Fragebogen nicht aufgeführte Maßnahme, wurde „Spezialistentum“ benannt und erläutert, dass sich einzelne in ein Thema einarbeiten und dann für die Kollegen als Ansprechpartner für dieses Thema zur Verfügung stehen.

5.6. Eignung aus Sicht der WMS-Anbieter³²⁵

Im Rahmen der Online-Umfrage wurden mit der Frage 18 (Anhang B) die Teilnehmer der Umfrage gebeten, eine Beurteilung von Techniken der Anforderungsaufnahme, hinsichtlich ihrer Eignung für den WMS-Kontext, vorzunehmen. Dazu wurde zwischen der *kundenspezifischen Entwicklung* und der *Produktentwicklung* unterschieden.

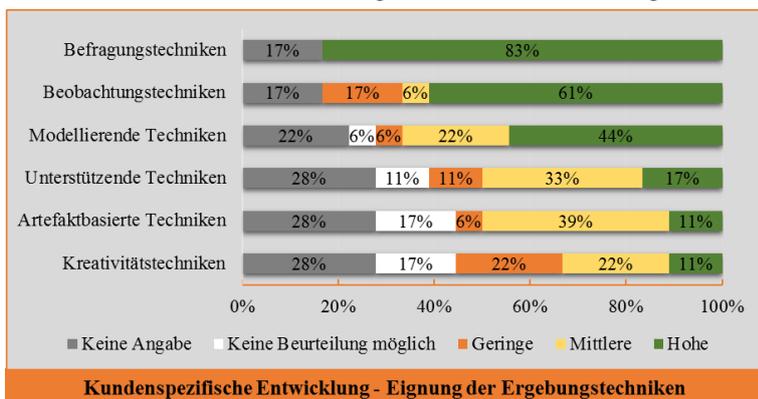


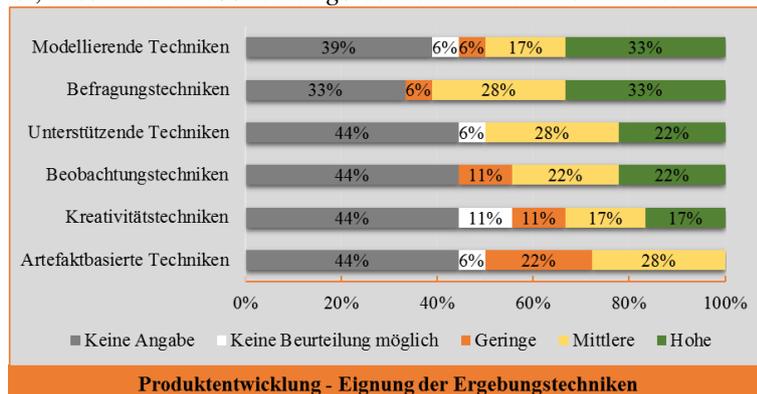
Abbildung 41: Kundenspezifische Entwicklung – Eignung der Erhebungstechniken

Für die kundenspezifische Entwicklung sprachen 83 Prozent der Umfrageteilnehmer *Befragungstechniken* eine *hohe* Eignung zu. Darüber hinaus beurteilten 61 Prozent der Befragten WMS-Anbieter die Eignung

324 Hier wurden die Antworten *bis zu 75%*, *bis zu 90%* und *mehr als 90%* zu *mehr als 60 Prozent* zusammengefasst.
 325 Dieser Abschnitt beantwortet die Untersuchungsfrage UF 20. UF-20 Beurteilung der Eignung von Methoden durch die WMS-Anbieter.

von *Beobachtungstechniken* als *hoch*. Hier ist anzumerken, dass Studien wie der *RE-Kompass* und die *Requirements Engineering: Best Practice* eine seltenere Verwendung von Beobachtungstechniken im Requirements Engineering aufzeigen, als die im Rahmen dieser Arbeit erhobenen Daten für den WMS-Kontext.^{326,327} *Modellierenden Techniken* wird von 44 Prozent der Teilnehmer eine *hohe* Eignung für die Anforderungs-erhebung zugesprochen (vergleiche Abbildung 41).

Für die Produktentwicklung ergibt sich eine andere Zusammenstellung der Antworten. So ist der Anteil der Umfrageteilnehmer, die keine Antwort abgegeben haben, höher als bei der kundenspezifischen Entwicklung (vergleiche Abbildung 41 und Abbildung 42). Aus Sicht der Umfrageteilnehmer wurden den *modellierenden Techniken* und *Befragungstechniken* die höchste Eignung zugesprochen. Dabei wurde beide Technikgruppen von jeweils 33 Prozent der Befragten eine *hohe* Eignung zugesprochen. Auffällig ist, dass für die *Beobachtungstechniken* innerhalb der Produktentwicklung 22 Prozent der Befragten eine



hohe Eignung angeben, wobei zu hinterfragen ist, wie Beobachtungstechniken hier eingesetzt werden, um Anforderungen für die Produktentwicklung abzuleiten. Überraschend ist, dass für *Kreativitätstechniken*, die von ihrer Idee insbesondere für kreative Prozesse, wie sie auch im Rahmen der Produktentwicklung existieren können, gedacht sind, nur 17 Prozent der Befragten die Antwort *hohe* Eignung auswählten (vergleiche Abbildung 42).

Abbildung 42: Produktentwicklung – Eignung der Erhebungstechniken

5.7. Zwischenstand

Die erhobenen und vorgestellten Daten beantworten die in Kapitel 3.4 erarbeiteten Untersuchungsfragen, mit Ausnahme von UF-1, UF-5 und UF-21.³²⁸ Dabei zeigen die Daten auf, wie WMS-Anbieter im Requirements Engineering arbeiten und schließen die verwendeten Techniken, Methoden und Werkzeuge, sowie bestehende Einflussfaktoren und deren Auswirkungen ein. Des Weiteren, konnte für die betrachteten Herausforderungen ermittelt werden, wie häufig sie auftreten und wie die WMS-Anbieter, das damit verbundene Risiko innerhalb des WMS-Projekts bewerten.

Mit Blick auf die wissenschaftliche Zieldimension sind die erhobenen Daten bereits hinreichend, um zu beschreiben, wie die Requirements Engineering-Praxis im Kontext von WMS aussieht. Bei der weiteren Verwendung dieser Daten im wissenschaftlichen Kontext ist der tolerierte Fehler von +/- 16 Prozent zu beachten.

Für die Anwendung des Requirements Engineerings im WMS-Umfeld konnten bereits erste Untersuchungsziele erreicht werden. So identifizieren die in Kapitel 5.4 vorgestellten Daten Einflussfaktoren und deren Wirkweisen für das Requirements Engineering bei WMS-Anbietern und erfüllen somit das Untersuchungsziel UZ-2 (vergleiche Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4). Die im Kapitel 5.5 vorgestellten Daten zeigen auf wie die, im Requirements Engineering involvierten Mitarbeiter der WMS-Anbieter Kenntnisse über Techniken und Methoden des Requirements Engineerings erlangt haben und erfüllen das Untersuchungsziel UZ-3 (vergleiche Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4).

Darüber hinaus legen die erhobenen Daten eine erste Basis für die Identifizierung von Optimierungspotentialen (UZ-1) sowie für das Aufstellen von Thesen über Optimierungsmaßnahmen (UZ-4).

326 Vergleiche [Adam et al.; 2015], Seite 15. Dort geben mehr als 70 Prozent der Befragten an, Beobachtungstechniken selten oder nie zu verwenden.
 327 Vergleiche [Fricker et al.; 2014], Abbildung 2 in Abschnitt 4.2.
 328 UF-1, UF-5 und UF-21 wurden im Rahmen der Finalisierung des Fragebogens verworfen.

6. Ableitung von Optimierungspotentialen

Die in Kapitel 5 vorgestellten Daten der Online-Umfrage zeigen Tendenzen auf, wie WMS-Anbieter innerhalb des Requirements Engineering-Prozesses arbeiten. Ausgehend von diesen Ergebnissen werden in dem vorliegenden Kapitel Optimierungspotentiale abgeleitet, die zusammengefasst ein Handlungskonzept für die Optimierung des Requirements Engineerings durch WMS-Anbieter darstellen. Dabei fokussiert sich dieses Konzept auf die Requirements Engineering-Phasen, Erheben und Dokumentieren, wobei die anderen Phasen nicht grundlegend ausgeschlossen werden. Für die einzelnen Phasen werden, sofern möglich, die erfassten Herausforderungen und Vorgehensweisen beleuchtet und Optimierungspotentiale aufgedeckt. Dabei sind mögliche Optimierungspotentiale unter anderem dort zu lokalisieren wo ein Großteil der Befragten bestimmte Techniken einsetzt und einzelne der Teilnehmer davon abweichen. Aber auch dort, wo die von Einzelnen verwendeten Techniken speziell auf den Kontext abgestimmt sind oder die Fachliteratur abweichende Empfehlungen aufzeigt. Unter Berücksichtigung von vorherrschenden Meinungen und Erkenntnissen aus der Fachliteratur des Requirements Engineerings werden Ansätze kombiniert, die bestehende Schwachstellen reduzieren sollen und Stärken innerhalb des bisherigen Vorgehens ausbauen sollen. Die in diesem Kapitel identifizierten und vorgestellten Optimierungspotentiale erfüllen das Untersuchungsziel UZ-1 und enthalten bereits Aspekte des Untersuchungsziels UZ-4. Die Ergebnisse der Teilbereiche werden dann abschließend in einem thesenbasierten Handlungskonzept zusammengefasst.

6.1. Vorbereitungsphase

Die Vorbereitungsphase selbst wurde im Rahmen der Online-Umfrage nicht untersucht. Dennoch zeigen die erhobenen Daten einen Bedarf an spezifischen Informationen auf, die bereits in der Vorbereitungsphase zu erfassen sind. So bestätigen die in Kapitel 5.4 vorgestellten Daten ausgewählte Einflussfaktoren und zeigen für Andere eine Tendenz auf, dass diese als Einflussfaktoren relevant sind. Sofern ein Einflussfaktor bestätigt wurde oder tendenziell relevant ist, besteht die Möglichkeit, dass WMS-Anbieter darauf basierend Entscheidungen treffen. Dies setzt voraus, dass diese Faktoren frühzeitig bekannt sind. Entsprechend sollte im Rahmen der Vorbereitungsphase der Projektkontext auf mögliche Einflussfaktoren hin geprüft werden, um anschließend, neben den bereits in Kapitel 2.1 genannten Aspekten des Projektkontexts, auch mögliche Einflussfaktoren zu berücksichtigen.

Von den bereits in der Vorbereitungsphase erfassbaren Kriterien wurden die *Ausrichtung der Entwicklung*, die *Art des WMS-Projekts* sowie die *Kundenmitarbeit* als Einflussfaktoren mit der Online-Umfrage bestätigt (vergleiche Tabelle 8 und Abbildung 34). Die Auswertung der Online-Umfrage zeigt eine Tendenz auf, dass die *Unternehmens- beziehungsweise Betriebsart* ebenfalls Einflussfaktor für die Wahl der Ermittlungstechniken sein kann, während die erhobenen Daten zu dem *Automatisierungsgrad des Lagers* als Einflussfaktor nicht eindeutig sind. Als Orientierungshilfe für die Erfassung von Einflussfaktoren im Rahmen der Vorbereitungsphase kann die folgende Checkliste verwendet werden, in der gegebenenfalls die *Unternehmens- beziehungsweise Betriebsart* sowie der *Automatisierungsgrad des Lagers* zu ergänzen sind.

- Ausrichtung der Entwicklung
 - Kundenspezifische Anpassung / Entwicklung
 - Produktentwicklung
- Art des WMS-Projekts
 - Retrofit eines bestehenden Systems
 - Erweiterung eines bestehenden Systems
 - Ablösung eines bestehenden Systems
 - Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager
 - Neuprojekt / Neues Lager
- Kundenmitarbeit
 - Sehr geringe Mitarbeit
 - Geringe Mitarbeit
 - Mittlere Mitarbeit
 - Hohe Mitarbeit
 - Sehr hohe Mitarbeit

6.2. Erhebung von Anforderungen

Die Untersuchung der Anforderungsaufnahme für WMS durch WMS-Anbieter stand im Fokus der Datenerhebung. Dabei weisen die erhobenen Daten eine hohe Streuung bezüglich der verwendeten Techniken auf und es erfordert eine detaillierte Betrachtung dieser Daten, um Optimierungspotentiale für die Erhebung von Anforderungen abzuleiten. Ein Vergleich mit den erhobenen und in Kapitel 5 vorgestellten Daten der Online-Umfrage mit denen aus anderen Studien über die Requirements Engineering-Praxis^{329,330} an denen größtenteils Softwareanbieter verschiedener Softwareprodukte aus der DACH-Region teilgenommen haben, zeigt sowohl Gemeinsamkeiten als auch deutliche Abweichungen auf. Dabei können die Unterschiede als Indiz für eine nischenspezifische Ausprägung des Requirements Engineerings im WMS-Umfeld verstanden werden. So ist zum Beispiel als Gemeinsamkeit die breite Streuung der von den Umfrageteilnehmern verwendeten Techniken sowie der Einsatz von *Interviews*^{331, 332, 333} zu nennen, während *Beobachtungstechniken* von den befragten WMS-Anbietern häufiger^{334,335,336} eingesetzt werden als dies in den von Fricker, Grau und Zwingli beziehungsweise Adam, Seyff und Wüch durchgeführten Studien über die Requirements Engineering Anwendung der Fall ist.^{329,330}

Unter der Annahme, dass Requirements Engineering im WMS-Kontext stellenweise nischenspezifische Besonderheiten aufweist, können Handlungsempfehlungen aus der Requirements Engineering Fachliteratur, anders als in Kapitel 3.4 angenommen, nur eingeschränkt übernommen werden. Somit wird vor der Übernahme entsprechender Empfehlungen geprüft, ob diese auch im WMS-Kontext Bestand haben.

Kritische Herausforderungen

Erste Optimierungspotentiale ergeben sich aus bestehenden *kritischen Herausforderungen* im WMS-Umfeld, für die potentielle Lösungsansätze basierend auf den Eigenschaften der Erhebungstechniken aufgezeigt werden. Als kritische Herausforderungen der Anforderungsaufnahme werden solche Herausforderungen betrachtet, von denen die Umfrageteilnehmer im Mittel angaben, dass sie *oft* oder *immer* auftreten und deren Risiko sie im Mittel als *hoch* bewertet haben (vergleiche Kapitel 5.3).

Bestehen *unklare oder variierende Zielvorstellungen* auf Seiten des Kunden sollten Techniken eingesetzt werden, die dazu geeignet sind die Zielvorstellungen auf Kundenseite zu präzisieren und dazu beitragen aus verschiedenen Vorstellungen eine gemeinsame Zielvorstellung herauszuarbeiten. Hierbei sind Techniken zu empfehlen, die den Austausch zwischen den verschiedenen Stakeholdern begünstigen und dazu beitragen die verschiedenen Sichten und Meinungen zu erfassen. So bietet sich der Einsatz von *Fokusgruppen*, *Kreativitätstechniken* wie *Brainstorming* und *Perspektivenwechsel*, *die Abfrage von Business-Use-Cases* sowie die Durchführung von *Umfragen* an. Diese können um *erahnte* oder *geratene* Impulse ergänzt werden. Dabei ist anzumerken, dass die hier generell geeigneten Techniken mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden sind.

Bei einer *geringen Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen* sollten verstärkt Techniken gewählt werden mit denen Anforderungen unabhängig von den Projektverantwortlichen erhoben werden können.

329 Vergleiche [Fricker et al.; 2014].

330 Vergleiche [Adam et al.; 2015].

331 63 Prozent der Untersuchungsteilnehmer in der von Fricker, Grau und Zwingli durchgeführten Studie nutzen „Interviews“. Vergleiche Abbildung 2 in [Fricker et al.; 2014].

332 Ca. 80 Prozent der Untersuchungsteilnehmer in der von Adam, Seyff und Wüch durchgeführten Studie gaben an „Persönliche Befragungen der Stakeholder“ durchzuführen, die als Interview Techniken verstanden werden können. Vergleiche [Adam et al.;2015], Seite 15.

333 Abhängig von der Interviewform gaben bis zu 94 Prozent die Umfrageteilnehmer der vorliegenden Studie an Interviewtechniken zu verwenden. Vergleiche Kapitel 5.2.

334 Gemäß Abbildung 2 wird „Observation“ wird von 21 Prozent der Befragten in [Fricker et al.;2014] verwendet.

335 Ca. 25 Prozent der für den RE-Kompass befragten Softwareanbieter setzen Beobachtungstechniken immer oder häufig ein.

336 Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen als Variante der Beobachtungstechniken werden von 89 Prozent der Befragten eingesetzt. Vergleiche Kapitel 5.2.

Darüber hinaus sollte der Einsatz von Techniken, die die Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen voraussetzen minimiert werden. Somit ist ein minimaler Einsatz von *Befragungstechniken* anzustreben, während verstärkt *Beobachtungstechniken* und *artefaktbasierte Techniken* einzusetzen sind. Dabei sind insbesondere der Einsatz von *Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen*, von *Video- und Bildanalysen*, von *Einarbeitungen*, von *Systemschnittstellen-Analysen*, von *Benutzerschnittstellen-Analysen*, von *Dokumentenanalysen*, von *Systemarchäologie*, von *Blog-, Wiki- oder Forum-Analysen* und sofern möglich von *Code-Analysen* zu empfehlen. Ergänzend kann der Einsatz von *Persona* empfohlen werden, um Entscheidungen und Informationen aus Sicht verschiedener Stakeholder abzuleiten, ohne mit diesen zwangsläufig interagieren zu müssen.

Liegen bei den Ansprechpartnern auf Kundenseite *unzureichende Kenntnisse der eigenen Prozesse oder IT* vor, kann dies sowohl darin begründet sein, dass diese Kenntnisse im Unternehmen nicht vorhanden sind, als auch darin, dass ein geeigneter Ansprechpartner nicht in den Requirements Engineering-Prozess involviert wurde. Existieren diese Kenntnisse nicht im Unternehmen, so sollten verstärkt Erhebungstechniken aus der Gruppe der *artefaktbasierten Techniken* verwendet werden, die durch *schnelle Prozessmodellierungen* in Zusammenarbeit mit dem Kunden ergänzt werden können. Dabei sind aus den *artefaktbasierten Techniken* insbesondere die *Schnittstellen-Analyse*, die *Benutzerschnittstellen-Analyse* und die *Systemarchäologie* einzusetzen. Um sicher zu stellen, dass qualifizierte Ansprechpartner für ausgewählte Themenfelder zur Verfügung stehen, sollten die Anbieter den Kunden transparent mitteilen welche Themenfelder behandelt werden sollen und hier gezielt fachliche Ansprechpartner anfordern.

Wird in einem Projekt eine *unzureichende Vorbereitung beziehungsweise Nachbereitung durch die Kundenmitarbeiter* festgestellt, so sollten bevorzugt Techniken eingesetzt werden die keine oder nur eine geringe Vor- beziehungsweise Nachbereitung erfordern. Unter der Annahme, dass die Kundenmitarbeiter zu vereinbarten Terminen zur Verfügung stehen, können Techniken eingesetzt werden mit denen Informationen zusammen mit den Kunden erarbeitet werden und darüber hinaus können *Beobachtungstechniken* eingesetzt werden. Zur gemeinsamen Erarbeitung von Anforderungen sind Techniken wie *Fokusgruppen*, *offene Interviews*, *Skizzen* sowie *schnelle Prozessmodellierungen* oder der Einsatz von *Prototypen* zu empfehlen. Dabei ist zu beachten, dass diese Techniken zeitintensiv sind, aber den Vorteil bieten, dass Ergebnisse unmittelbar verfügbar sind. Sollten die Kundenmitarbeiter generell schlecht verfügbar sein, können auch hier die für *geringen Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen* vorgestellten Techniken angewandt werden.

Das Einsatzgebiet von WMS zeichnet sich durch seine Vielschichtigkeit aus, sodass eine *hohe Komplexität des Lagers beziehungsweise der Prozesse* sowie eine *hohe Komplexität der umgebenden IT-Systeme oft* (vergleiche Abbildung 24) anzutreffen ist. Um Anforderungen in einem komplexen System ermitteln zu können, sind bevorzugt Techniken einzusetzen, die eine vertiefende Durchdringung einzelner Teilaspekte ermöglichen oder eine Reduktion der Gesamtheit auf relevante Aspekte unterstützen. Eine vertiefende Durchdringung *des Lagers beziehungsweise der Prozesse* kann zum einen durch den Einsatz von *Beobachtungstechniken* wie der *Feld- und Arbeitsplatzbeobachtung*, der *Video- und Bildanalyse* oder der *Einarbeitung* erreicht werden. Zum anderen kann dies auch durch die Verwendung von *Schnittstellenanalysen* und *Dokumentenanalysen* erfolgen. Um Anforderungen auf der Basis von Detailkenntnissen der umgebenden IT-Systeme zu ermitteln sind die *Schnittstellenanalyse* und *Systemarchäologie* anzuwenden. Des Weiteren kann mit *modellierenden Techniken* wie *Skizzen*, *schnellen Prozessmodellen* sowie *Simulationsmodellen* eine Reduktion der Komplexität auf relevante Aspekte des Lagers beziehungsweise der Prozesse oder der umgebenden IT-Systeme erfolgen.

Sofern nur *unvollständige oder überholte Unterlagen beziehungsweise Dokumentationen* für die Anforderungserhebung zur Verfügung stehen, sind bevorzugt *Befragungs- und Beobachtungstechniken* einzusetzen, da mit diesen unabhängig von bestehenden Unterlagen, Informationen und Anforderungen erfasst werden können. So stellen *offene Interviews*, *Abfragen von Business-Use-Cases*, *Fokusgruppen*, *Abfrage von User-Storys*, *Umfragen* sowie der Einsatz von *On-Site-Customer*, *Befragungstechniken* dar, die eingesetzt werden können. Von den im Fragebogen aufgeführten *Beobachtungstechniken* ist generell der Einsatz jeder dieser Techniken denkbar, sodass *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtungen*, *Video- beziehungsweise Bildanalysen* und *Einarbeiten* Techniken sind die eingesetzt werden könnten.

Darüber hinaus bietet die Verwendung von *Skizzen* und *schnellen Prozessmodellen* in der Anforderungsaufnahme den Vorteil, dass damit fehlende Dokumentationen stellenweise ersetzt werden können und sie als Diskussionsgrundlage herangezogen werden können. Angesichts fehlender Informationen wird der Requirements Engineer stellenweise Anforderungen *raten* und *erahnen* müssen, die dann zu einem späteren Zeitpunkt zu prüfen sind.

Der *hohen Individualität des Projekts* beziehungsweise dessen *Abweichung vom Standard* kann mit Mitteln des Requirements Engineerings nur bedingt begegnet werden. Primär ist hier zu empfehlen, dass eine deutliche *Trennung von Anforderungen und Lösungsideen* vorgenommen wird, da so auch noch in späteren Projektphasen eine Prüfung darauf möglich ist, ob die Kundenanforderungen tatsächlich individuell zu entwickeln sind oder mit dem Standard abgebildet werden können. Darüber hinaus ist der unterstützende Einsatz von *Checklisten* möglich, mit denen die verfügbaren Leistungen vorgestellt und als Anforderungen erfasst werden können.

Die Herausforderungen, die sich aus *unklaren beziehungsweise veränderlichen Spezifikationen der umgebenden IT-Systeme* ergeben, sind nur bedingt mit Mitteln der Anforderungsaufnahme abzuschwächen. Generell sollte dem Auftraggeber vermittelt werden welche Abhängigkeiten zwischen den Systemen bestehen und das parallele Änderungen der Systeme zu vermeiden sind. Sofern Änderungen der Umgebenden IT-Systeme parallel zum WMS-Projekt erfolgen müssen, ist eine *transparente Kommunikation* anzustreben, sodass die WMS-Verantwortlichen stets über die aktuellen Änderungen der umgebenden IT-Systeme informiert sind. Sofern die Ziele, die mit der Veränderung der umgebenden IT-Systeme verbunden sind bekannt sind, kann die *Aufnahme zukünftiger Anforderungen* eingesetzt werden, um die Anforderungsaufnahme auf den zukünftigen Soll-Zustand auszurichten. *Fokusgruppen* können darüber hinaus eingesetzt werden, um in einem gemischten Team aus WMS-Verantwortlichen und Verantwortlichen der umgebenden IT-Systeme Wechselwirkungen zu identifizieren und Anforderungen für das WMS zu ermitteln. Aufgrund der Dynamik sind *Systemschnittstellen-Analysen* gegebenenfalls mehrfach durchzuführen, wobei hier zu empfehlen ist, dass Änderungen kenntlich gemacht werden, um eine wiederholte und vollständige Analyse der Systemschnittstellen überflüssig zu machen. Darüber hinaus kann der Einsatz von *Prototypen* dazu beitragen neue Anforderungen frühzeitig zu ermitteln, indem ein Abgleich des Prototyps mit den umgebenden IT-Systemen erfolgt. Als letztes Mittel muss der Requirements Engineer auch hier Anforderungen *raten* und *erahnen*.

Implizite Anforderungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Rahmen der Anforderungsaufnahme nicht thematisiert werden und dennoch von Kundenseite implizit vorausgesetzt werden. So kann diesem Phänomen nur begegnet werden, indem der Requirements Engineer explizit mögliche *implizite Anforderungen abfragt* und der Kunde sensibilisiert wird welche Arten von Informationen für die Anforderungsaufnahme relevant sind. Allerdings kann auch dann nicht garantiert werden, dass keine weiteren impliziten Anforderungen bestehen. Aus der Projekterfahrung heraus oder mit Hilfe von *Brainstorming* oder *Perspektivenwechseln* können zum Beispiel *Checklisten* erstellt werden, die Kandidaten für implizite Anforderungen enthalten und die, im Rahmen eines *Leitfadeninterviews* oder einer *Umfrage*, eingesetzt werden können, um zu prüfen ob diese Anforderungen auch für den aktuellen Kunden relevant sind. Durch den Einsatz eines *On-Site-Customers* oder mithilfe von *Personas* können implizite Anforderungen auch im späteren Verlauf eines WMS-Projekts ermittelt werden, dies ist insbesondere in *agilen Entwicklungen* und bei der Arbeit mit *Prototypen* sinnvoll. Darüber hinaus können *Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen* sowie *artefaktbasierte Techniken* neben dem *raten* und *erahnen* unterstützend eingesetzt werden, um implizite Anforderungen zu ermitteln.

Um einem *fehlenden gemeinsamen (Begriffs-)Verständnis* entgegen zu wirken, wird sowohl in der Requirements Engineering Fachliteratur^{337,338,339} als auch in WMS-Projektleitfaden³⁴⁰ die Erarbeitung eines *Glossars* vorgeschlagen. Hier sind, sowohl die verschieden geprägten Begriffe, als auch die Begriffsva-

337 Vergleiche [Lauesen; 2002], Seite 16 und 376.

338 Vergleiche [Rupp et al.; 2009], Seite 171 ff. und Seite 206.

339 Vergleiche [Robertson et al.; 2013], Seite 415 f.

340 Vergleiche [IML Team; 2016], Seite 4.

rianten auf die man sich für das Projekt geeinigt hat zu dokumentieren. Dabei sensibilisiert die gemeinsame Erarbeitung des Glossars für unterschiedliche Verständnisse und kann im gesamten Requirements Engineering-Prozess dazu beitragen Missverständnisse frühzeitig aufzudecken, zum Beispiel durch das explizite Nachfragen welche Bedeutung gemeint war. Gleichzeitig kann durch die Dokumentation eines gemeinsamen Verständnisses festgehalten werden, welche Interpretation in die zugehörigen Anforderungsdokumente eingeflossen sind.

Das *Anforderungen als Lösungsidee aufgenommen werden* kann sowohl als Indiz dafür betrachtet werden, dass die Mitarbeiter der WMS-Anbieter, die die Anforderungsaufnahme durchführen nicht hinreichend für die Trennung von Anforderungen und Lösungsideen sensibilisiert sind, als auch dafür, dass hier explizite Kundenwünsche abgebildet werden, losgelöst von den eigenen Vorgaben an die Anforderungen beziehungsweise Anforderungsdokumente. Von den in der Umfrage betrachteten Erhebungstechniken ist keine geeignet diese Herausforderung abzuschwächen, vielmehr sind hierfür Aspekte der Dokumentation (siehe Kapiteln 6.3) und Mitarbeiterschulung (siehe Kapitel 6.6) relevant.

Von den als kritisch beurteilten Herausforderungen betreffen der *hohe Zeitdruck*, der *hohe Erfolgsdruck*, *unklare Kommunikationswege*, *Veränderungen der Zeitvorgabe* sowie die *hohe Auslastung* beziehungsweise die *parallelen Projekte* der Mitarbeiter in WMS-Unternehmen Aspekte der Organisation und des Projektmanagements, wie sie auch bei Hall, Beecham und Reiner erwähnt werden.³⁴¹ Diese Aspekte beeinflussen das Requirements Engineering, sind aber nicht mit Mitteln des Requirements Engineerings zu regulieren, sodass für diese Herausforderungen keine Lösung aufgezeigt wird. Sofern eine Beeinflussung durch Herausforderungen aus diesem Bereich vorliegt sollten sich die WMS-Anbieter mit dem Themenfeld *Projektmanagement* und dortigen Maßnahmen auseinandersetzen.

Einflussfaktoren

Im Rahmen der Online-Umfrage wurden mögliche Einflussfaktoren untersucht, abhängig von denen WMS-Anbieter die Methodenauswahl treffen beziehungsweise das Vorgehen im Requirements Engineering variieren. Von den betrachteten sieben Gruppen möglicher Einflussfaktoren sind auf Basis der erhobenen Daten, die *Phasen eines WMS-Projekts*, die *kundenspezifische Entwicklung versus die Produktentwicklung*, die *Art des WMS Projekts* und die *Kundenmitarbeit* als Gruppen von Einflussfaktoren zu identifizieren, deren Attributsausprägungen den Requirements Engineering-Prozess der WMS-Anbieter beeinflussen (vergleiche Kapitel 5.4). Die weiteren drei Gruppen *Unternehmens-/Betriebsart*, *Automatisierungsgrad des Lagers* und *Logistikprozesse/Funktionsbereiche* sind auf Basis der erhobenen Daten nicht als Gruppen von Einflussfaktoren zu identifizieren, auch wenn die Daten eine Einflussnahme auf das Requirements Engineering nicht gänzlich ausschließen (vergleiche Kapitel 5.4). Ausgehend von den genannten vier Gruppen der Einflussfaktoren können Optimierungspotentiale für das Requirements Engineering abgeleitet werden. Dabei ist zu beachten, dass verschiedene Einflussfaktoren parallel auftreten können und somit Wechselwirkungen nicht auszuschließen sind.

Die mit der Online-Umfrage erhobenen Daten bestätigten, dass ein Großteil der WMS-Anbieter ihr Vorgehen im Requirements Engineering variieren, abhängig davon, ob Anforderungen für die **Produktentwicklung** oder eine **kundenspezifische Entwicklung** erhoben werden. Eine Analyse der von den Umfrageteilnehmern den einzelnen Erhebungstechniken zugesprochen Eignungen für den Einsatz in der *Produktentwicklung* (vergleiche Abbildung 42) beziehungsweise *kundenspezifischen Entwicklung* (vergleiche Abbildung 41) zeigt Optimierungspotentiale auf.

Für die *kundenspezifische Entwicklung* beurteilen nur 11 Prozent der Umfrageteilnehmer die Eignung von *artefaktbasierten Techniken* als *hoch* und 39 Prozent als *mittel*. Auf der Basis der, dieser Technik Gruppe, in der Fachliteratur zugesprochenen Eigenschaften wird davon ausgegangen, dass diesen Technikgruppen in der *kundenspezifischen Entwicklung* für WMS eine *hohe* Eignung zukommt und sie eingesetzt werden sollten. So existieren in *Kundenprojekten* eine Vielzahl verschiedener Artefakte zum Beispiel *Schnittstellendokumente*, *Dokumentationen* oder ergänzende Aufzeichnungen in Form von

341 Vergleiche [Hall et al.; 2002], Seite 154.

Blogs, Wikis oder *Foren*, die Informationen enthalten, die zur Erhebung der Anforderungen herangezogen werden können. Des Weiteren wird entgegen der Einschätzung der WMS-Anbieter auch den *Kreativitätstechniken* eine *hohe* Eignung für die Anforderungsaufnahme zugesprochen und empfohlen, dass WMS-Anbieter diese stärker im Rahmen ihrer Kundenprojekte einsetzen sollten. Als Begründung ist anzuführen, dass Anforderungen in *Kundenprojekten* nicht immer explizit bekannt, benennbar oder eindeutig sind und hier mit Hilfe von *Kreativitätstechniken* Anforderungen herausgearbeitet werden können.

Die erhobenen Daten zur Beurteilung der Eignung von Gruppen der Erhebungstechniken für die *Produktentwicklung* weist eine breite Streuung auf (vergleiche Abbildung 42). Dies kann sowohl darauf hinweisen, dass es keinen für alle gültigen Ansätze für die Anforderungserhebung gibt oder aber ein Indiz dafür sein, dass bisher verschiedene Ansätze verwendet werden, ohne dass ein optimales Vorgehen ermittelt wurde. Sahen Autoren wie Aranda, Easterbrok und Wilson in ihrer Studie die breiten Streuung verwendeter Techniken, als Anzeichen für eine Adaption an die spezifische Nische,³⁴² wird dies für diese Arbeit ausgeschlossen, da die Daten ausschließlich von WMS-Anbietern in der DACH-Region erhoben wurden. Losgelöst vom WMS-Markt kann für die Produktentwicklung generell zwischen zwei grundlegend verschiedenen Impulsgebern unterschieden werden, mit deren Hilfe Anforderungen an das neue Produkt ermittelt werden können. Dies ist zum einen der Markt, dabei basieren marktgetriebene Anforderungen, sowohl auf Wünschen und Bedürfnissen der Kunden, als auch auf Produkt-Lösungen der Wettbewerber. Als zweiter Impulsgeber sind *Innovationsteams* oder *Ideengeber* bei den Anbietern zu nennen, die neue und innovative Ideen entwickeln und Kundenanforderungen erschaffen bevor Kunden diese erdenken können. Dabei können *Ideengeber* neue Anforderungen sowohl ausgehend von technischen Möglichkeiten als auch ausgehend von neu erdachten potentiellen Kundenwünschen erschaffen. Generell ist dieses Themenfeld zu weitläufig, um es mit dieser Arbeit abzuhandeln. Aus diesem Grund wird zur Optimierung der Anforderungserhebung für die *Produktentwicklung* den WMS-Anbietern empfohlen, sich vertiefend in die Konzepte der *Produktentwicklung* einzuarbeiten. Dabei sollten die Anbieter prüfen, ob sie verstärkt mit innovativen Ideen neue Anforderungen für WMS erschließen wollen oder ob sie primär auf dem WMS-Markt gefestigte Anforderungen mit ihrem Produkt erfüllen wollen. Generell sollte basierend auf den Eigenschaften der Erhebungstechniken die Eignung von *Kreativitätstechniken*, *unterstützenden Techniken* und *artefaktbasierten Techniken* höher bewertet werden. So können *Kreativitätstechniken* eingesetzt werden, um neue Ideen zu erarbeiten, während mit *unterstützenden Techniken* wie *Persona* und *Prototypen* Grundlagen geschaffen werden, um Ideen abzuleiten und sie auf die Akzeptanz der Zielgruppe zu prüfen.

Im Rahmen einer stärkeren Automatisierung in der Softwareentwicklung sind *artefaktbasierte Techniken* für die automatisierte Anforderungserhebung in der Produktentwicklung zukünftig zu betrachten. Dies spiegeln auch die aktuellen Forschungsbeiträge und Einschätzungen zur Aktualität des Themenfelds „feedback systems“ im Rahmen des Fachgruppentreffens Requirements Engineering der GI im November 2016.^{343,344} Für den WMS-Markt wäre es hier zum Beispiel möglich Anforderungen auf der Basis von Datenanalysen über Fehlerprotokolle oder Bearbeitungszeiten automatisch zu generieren.

Als für das Requirements Engineering relevante *Phasen eines WMS-Projekts* wurden der *Erstkontakt*, die *Projektierung*, die *Grobspezifikation* beziehungsweise die *Lastenhefterstellung* sowie die *Feinspezifikation* beziehungsweise die *Pflichtenhefterstellung* untersucht. Die erhobenen Daten zu den verwendeten Techniken der Anforderungsaufnahme wurden vergleichend analysiert. Ergänzend wurde für jede der aufgeführten Kombinationen aus Phase und Technik geprüft ob die Technik, basierend auf den Angaben der Fachliteratur sowie Aufgrund der eigenen Bewertung geeignet ist die Anforderungen der Phase an das Requirements Engineering zu erfüllen. Dazu wurde hinterfragt mit welchen Zielen die einzelnen Phasen durchgeführt werden und welche Anforderungen an die Erhebung somit aus der Projektphase abzuleiten sind. Das Ergebnis dieses Abgleichs ist in Tabelle 9 einzusehen. Im Folgenden werden jeweils die daraus abgeleiteten signifikanten Optimierungspotentiale vorgestellt.

342 Vergleiche [Aranda et al.; 2007], Seite 45.

343 So gehörten „feedback systems“ zu den aufkommenden Trends in der von Samuel Fricker vor Ort live durchgeführten Umfrage unter den Fachgruppenteilnehmern.

344 Vergleiche auch [Stade et al.; 2016].

Kategorie	Technik	Erstkontakt		Projektierung		Grob spezifikation / Lastenhefterstellung		Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	
		U	B	U	B	U	B	U	B
Befragungstechniken	Leitfadeninterviews	17%	↑	50%	✓	72%	✓	72%	✓
	Offene Interviews	94%	✓	44%	✓	33%	✓	33%	✓
	Abfrage von Business-Use-Cases	22%	✓	44%	✓	44%	✓	39%	✓
	Fokusgruppen	6%	↓	28%	✓	22%	✓	28%	↑
	On-Site-Customer	6%	↓	6%	↓	33%	✓	50%	✓
	Selbstaufschreibung	33%	✓	44%	✓	44%	✓	17%	↓
	Anfrage von User-Stories	11%	↓	17%	↑	17%	↑	22%	✓
	Geschlossenes Interview	0%	↓	33%	✓	17%	↓	11%	↓
	Umfrage	0%	↓	0%	↑	6%	↑	0%	✓
Kreativitäts-Beo.-Techniken	Feld- /Arbeitsplatzbeobachtung	39%	↑	56%	↑	67%	✓	72%	✓
	Video-/Bildanalyse	17%	✓	11%	↑	33%	✓	22%	↑
	Apprenticing / Einarbeiten	6%	↓	11%	✓	11%	✓	11%	↑
	Brainstorming	39%	✓	50%	✓	44%	↑	28%	✓
	Perspektivenwechsel	17%	✓	39%	✓	44%	↑	33%	✓
	Analogiebildung	17%	↓	28%	↑	39%	✓	17%	✓
	Mehrstufige Methoden	0%	↓	28%	✓	17%	✓	11%	✓
Artefaktbasierte Techniken	Schnittstellen-Analyse	22%	↓	67%	✓	72%	✓	67%	✓
	Benutzerschnittstellen-Analyse	22%	↓	61%	✓	72%	✓	56%	✓
	Dokumentenanalyse	28%	↓	56%	✓	61%	✓	44%	✓
	Systemarchäologie	22%	↓	50%	✓	56%	✓	39%	✓
	Wiederverwendung	0%	↓	6%	↑	22%	✓	44%	✓
	Code-Analyse	0%	↓	39%	↑	17%	✓	28%	✓
	Cloning	0%	↓	0%	✓	6%	✓	33%	✓
	Blog, Wiki, Forum-Analyse	6%	↓	17%	✓	22%	↑	22%	✓
Modell.-Techniken	Skizzen	39%	✓	67%	↑	61%	✓	39%	✓
	Schnelle Prozessmodellierung	0%	✓	39%	↑	56%	✓	39%	✓
	Simulationsmodelle	6%	↓	22%	↓	28%	✓	44%	↑
Unterstützende Techniken	Prototypen	0%	↓	17%	↓	22%	↓	50%	↑
	Szenarien	17%	↓	44%	✓	50%	✓	44%	✓
	Raten / Erahnen	28%	✓	33%	✓	39%	✓	50%	✓
	Essenzbildung	11%	✓	39%	✓	33%	✓	33%	✓
	Persona	0%	↓	33%	✓	6%	↑	17%	↑
Story Boarding	0%	↓	0%	✓	11%	✓	17%	↑	

Legende:

- U Umfrage Daten (Anteil der Teilnehmer die diese Technik nutzen)
- B Beurteilung der Autorin
- ↑ Sollten mehr WMS-Anbieter verwenden
- ✓ Beurteilung und Verwendung stimmen überein
- ↓ Sollte eher nicht verwendet werden

Tabelle 9: Einflussfaktor Projektphase

Der *Erstkontakt* findet im Allgemeinen vor der Auftragserteilung statt. Dabei dient er sowohl der Auftragsgewinnung mit der zugehörigen optimalen Positionierung im Vergleich der Wettbewerber, als auch der Erhebung erster Anforderungen an das zukünftige WMS. So finden sich die Anbieter im Spagat zwischen einer Kosten- und Aufwandsminimierung sowie einer wettbewerbsfähigen Einbringung in das bevorstehende Projekt mit dem der Kunde von den eigenen Leistungen sowie der Zusammenarbeit überzeugt werden kann. Damit sollten hier generell Techniken der Anforderungsaufnahme verwendet werden, die den direkten Austausch zwischen Anbieter und Kunde ermöglichen und dazu beitragen eine Beziehung aufzubauen, wobei parallel relevante Informationen und Anforderungen für das Projekt zu erfassen sind. Darüber hinaus sollte der benötigte Zeitaufwand für den Einsatz der angewandten Techniken geringgehalten werden. Abweichend von der bisherigen Praxis des Großteils der befragten WMS-Anbieter ist, sofern möglich, eine *Lager- oder Standortbegehung* als reduzierte Variante der *Feld- und Arbeitsplatzbeobachtung* zu empfehlen, da diese einen schnellen Überblick über die Gesamtheit der Lagerprozesse und Arbeitsabläufe ermöglicht und als Orientierung für das weitere Vorgehen dienen kann. Der Einsatz von *artefaktbasierte Techniken* ist in der Regel mit einem hohen Arbeitsaufwand zum Beispiel für die Sichtung und Analyse der Artefakte verbunden. Für den *Erstkontakt* werden die hiermit ermittelbaren Anforderungen und Informationen als zu detailliert bewertet, womit ein Optimierungspotential darin besteht *artefaktbasierte Techniken* nicht für den *Erstkontakts* einzusetzen.

Im Rahmen der *Projektierung* erfolgt die Arbeitsplanung für das bevorstehende Projekt losgelöst von der späteren Detailplanung der Softwareentwicklung, wozu bereits Anforderungen und Informationen erfasst werden, die notwendig sind, um die Arbeitspakete und Projektphasen zu planen sowie zu initiieren. Damit ist im Rahmen der Anforderungsaufnahme innerhalb der *Projektierung* ein breiter Überblick

über die bestehenden Anforderungen zu erlangen und vereinzelt, insbesondere für Aspekte die außerhalb des üblichen Leistungsumfangs eines WMS liegen, ergänzende Detailinformationen zu ermitteln. Somit sollten hier bevorzugt Techniken der Anforderungsaufnahme eingesetzt werden mit denen Anforderungen in der Breite erfasst werden können. Bezogen auf die verwendeten *Befragungstechniken* ergeben sich Optimierungspotentiale für den verstärkten Einsatz der *Abfrage von User-Storys* sowie für den verstärkten Einsatz von *Umfragen*. So sind *User-Storys* ein zentrales Element, um in agilen Konzepten wie Scrum Anforderungen zu erfassen. Angesichts von 28 Prozent der befragten WMS-Anbieter, die angegeben haben agile Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung für die kundenspezifische Entwicklung zu verwenden (vergleiche Abbildung 10), sollten auch dazu passende Erhebungstechniken eingesetzt werden. Insbesondere wenn diese, wie dies bei *User-Storys* der Fall ist, abhängig vom Detaillierungsgrad dazu geeignet sind Anforderungen in der Breite aufzunehmen. Mit *Umfragen*, zum Beispiel auf der Basis von *Checklisten*, die den Leistungsumfang des WMS enthalten, können von verschiedenen Stakeholdern Informationen gesammelt werden. Sofern die Umfragen digital durchgeführt werden, kann der Aufwand der Durchführung und Auswertung minimiert werden. Dabei ist generell auch eine Aufteilung denkbar, wonach Teilbereiche der Umfrage von ausgewählten Stakeholdern bearbeitet werden. Von den betrachteten *Beobachtungstechniken* wird die *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtung* bereits von 56 Prozent der Befragten verwendet. Im Rahmen einer Optimierung der Anforderungsaufnahme sollten auch andere WMS-Anbieter verstärkt *Feld- beziehungsweise Arbeitsplatzbeobachtungen* zum Beispiel in Form einer *Lagerbegehung* einsetzen, um einen Gesamtüberblick über das Lager und seine Prozesse zu erhalten, sofern dies nicht bereits im Rahmen des *Erstkontakts* erfolgt ist. Für spezifische Detailinformationen, mit denen Anforderungen zum Beispiel an Sonderprozesse erfasst werden können, sollte bereits hier der verstärkte Einsatz von *Video- und Bildmaterial* angedacht werden. Mit den im Rahmen der Projektierung erhobenen Anforderungen sollte es möglich sein festzustellen, ob Lösungen aus anderen Projekten oder Teile der Altlösung des Standorts verwendet werden können und so gegebenenfalls Aufwände bei der Softwareentwicklung reduziert werden können. Hierbei können Techniken wie die *Analogiebildung*, die *Wiederverwendung* und *Code Analyse* unterstützen und sollten deshalb verstärkt eingesetzt werden. *Modellierende Techniken* wie *Skizzen* und die Erstellung *schneller Prozessmodelle* helfen bei der Strukturierung von Informationen sowie dabei relevante Informationen und Anforderungen zu identifizieren und können in späteren Projektphasen verfeinert und weiterverwendet werden. Deshalb wird empfohlen diese Techniken verstärkt zu nutzen.

Ob von einer Grobspezifikation oder einem Lastenheft gesprochen wird hängt vom verwendeten Vorgehensmodell der Softwareentwicklung ab. So werden für sequentielle Entwicklungen bevorzugt Lastenhefte erstellt, während in der Grobspezifikation für iterative oder agile Vorgehensmodelle offenere Dokumentationsformen, wie ein Karten basierter Product Backlog, verwendet werden. Dabei ist der Grobspezifikation und dem Lastenheft gemeinsam, dass die erhobenen Anforderungen auf einem groben Detaillierungsgrad sind und in weiteren Projektphasen ergänzende Details erhoben werden. Auch wenn die Lastenhefterstellung im Allgemeinen durch den Kunden erfolgt, bieten viele WMS-Anbieter Unterstützung bei der Lastenhefterstellung an, sodass diese hier, ebenso wie die Grobspezifikation, aus Sicht der WMS-Anbieter betrachtet wird. Hierbei sind die Anforderungen so zu erheben, dass unabhängig von der späteren Realisierung erfasst wird was das System leisten soll und welche Rahmenbedingungen dabei einzuhalten sind. Wie bereits für die Projektierung aufgeführt ist angesichts mehrerer WMS-Anbieter, die eine agile Softwareentwicklung für WMS durchführen, diesen zu empfehlen verstärkt User-Storys anzufragen und auch der verstärkte Einsatz von Umfragen sollte hier analog zur Projektierung, sowohl für die Grobspezifikation als auch für das Lastenheft, in Betracht gezogen werden. Aus dem Bereich der Kreativitätstechniken ist ein verstärkter Einsatz von Brainstorming und Perspektivenwechsel zu empfehlen, da mit Hilfe dieser Techniken die erhobenen Anforderungen und Impulse für Anforderungen hinterfragt und präzisiert werden können. Bei den betrachteten unterstützenden Techniken der Anforderungserhebung gaben 22 Prozent der Umfrageteilnehmer an Prototypen für die Grobspezifikation oder Lastenhefterstellung zu verwenden. Sofern es sich dabei um Prototypen handelt, die den Standardumfang des WMS repräsentieren ist dies zu begrüßen. So kann der WMS-Anbieter Lösungen aus dem Standardumfang des WMS vorstellen, die dann vom Kunden als Anforderungen gewählt werden können. Ansonsten sollten Prototypen insbesondere im Rahmen einer agilen oder sequentiellen Entwicklung eingesetzt werden und hier kann ihr Einsatz auch in Grobspezifikation sinnvoll sein. Anders als von den Umfrageteilnehmern bisher verwendet, können Persona auch verstärkt im Rahmen der

Grobspezifikation oder *Lastenhefterstellung* eingesetzt werden, da ausgehend von den *Persona* Anforderungen an das WMS ermittelt werden können.

Auch die Begriffe *Feinspezifikation* beziehungsweise *Pflichtenhefterstellung* werden abhängig vom gewählten Vorgehensmodell verwendet. Dabei besteht der entscheidende Unterschied darin, dass in der Regel für ein Projekt ein *Pflichtenheft* erstellt wird, welches idealerweise unverändert für das gesamte Projekt bestand hat, während im Rahmen agiler Entwicklungen mehrere *Feinspezifikation*, jeweils abgestimmt für den bevorstehenden Entwicklungsabschnitt oder Sprint, erstellt werden. Dabei ist es das gemeinsame Ziel dieser Projektphase(n), dass Anforderungen feingranular erfasst werden, damit darauf aufbauend die Software entwickelt werden kann. Dabei wird vereinzelt neben der reinen Fokussierung auf Anforderungen auch ein lösungsorientierter Ansatz erlaubt. Obgleich bereits einzelne Teilnehmer der Umfrage *Fokusgruppen* in dieser Phase einsetzen, kann ein verstärkter Einsatz dieser Technik empfohlen werden. So können mit Hilfe von *Fokusgruppen* Detailanforderungen zu ausgewählten Aspekten erarbeitet werden.

Die *Beobachtungstechniken Video-* beziehungsweise *Bildanalyse* und *Einarbeitung* sind dort zu empfehlen, wo komplexe Zusammenhänge oder Abläufe zu erfassen und daraus Anforderungen abzuleiten sind. Entsprechend sollte ihr Einsatz für die *Feinspezifikation* beziehungsweise die *Pflichtenhefterstellung* verstärkt in Erwägung gezogen werden. 44 Prozent der Umfrageteilnehmer geben an *Simulationsmodelle* für die Anforderungserhebung im Rahmen der *Feinspezifikation* beziehungsweise die *Pflichtenhefterstellung* zu verwenden, hier ist auch den weiteren WMS-Anbietern der Einsatz von *Simulationsmodellen* zu empfehlen. Abhängig von der Art der Simulation ist es unter anderem möglich mit ihnen Anforderungen an die Schnittstellen oder an die Auslastung des Systems zu erfassen. *Prototypen* sollten insbesondere im Rahmen einer *iterativen* oder *agilen Entwicklung* zur Ermittlung von Anforderungen angewendet werden. Hier können basierend auf dem *Prototyp* neue Anforderungen ermittelt werden oder alte Anforderungen angepasst werden. Im Rahmen einer *sequenziellen Entwicklung* ist die Anwendbarkeit von *Prototypen* für die Anforderungserhebung im Einzelfall zu prüfen. Abweichend zu den Angaben der befragten WMS-Anbieter sind sowohl *Persona* als auch *Story Boarding* Techniken die insbesondere für die Anforderungserhebung im Rahmen der *Feinspezifikation* und *Pflichtenhefterstellung* geeignet sind und verwendet werden sollten. So können mit Hilfe von *Persona ratende* und *erahnende* Tätigkeiten optimiert werden, da die jeweiligen *Persona* Anhaltspunkte bieten auf deren Basis Entscheidungen getroffen werden können. Mit Hilfe von *Story Boarding* können Anforderungen an Benutzerinteraktionen mit dem zukünftigen WMS ermittelt und dokumentiert werden. Dies ist insbesondere dort relevant wo klare Anforderungen an die Benutzerschnittstellen gestellt werden.

Abhängig von der *Art des WMS Projekts* sind unterschiedliche Informationen relevant oder es existieren unterschiedliche Informationsquellen, die für die Anforderungserhebung herangezogen werden können. So weisen die erhobenen Daten eine Variation über alle Gruppen von Erhebungstechniken, mit Ausnahme der *Befragungstechniken*, abhängig von der *Art des WMS-Projektes* auf (vergleiche Tabelle 8). Eine Analyse der Daten zeigt dabei verschiedene Optimierungspotentiale auf, von denen die markantesten im Folgenden vorgestellt werden.

Bei einem *Retrofit des Lagers* geht es primär darum, die bestehende Lösung mit neuen Technikkomponenten oder neuer Software zu realisieren. Ergänzend können auch Optimierungen bestehender Abläufe oder Funktionen vorgenommen werden. Somit existiert im Falle eines *Retrofits* ein Alt-System beziehungsweise Alt-Lager dessen Prozesse und Funktionen nachzubilden sind. Aus diesem Grund wird zur Optimierung eines *Retrofit WMS-Projekts* der verstärkte Einsatz von *Beobachtungstechniken* und *artefaktbasierten Techniken* empfohlen. Bei der *Erweiterung eines bestehenden Systems* kann die Aufnahmefähigkeit zum einen auf der Basis der bisherigen Lösung erfolgen und zum anderen sind neue Impulse für die beabsichtigten Anpassungen zu ermitteln. Deshalb wird zur Optimierung vorgeschlagen *Kreativitätstechniken* und *modellierende Techniken* stärker einzusetzen, als dies bisher der Fall ist. Die erhobenen Daten welche Techniken WMS-Anbieter für die *Ablöse eines bestehenden Systems* verwenden zeigen bereits auf welche Techniken bevorzugt einzusetzen sind. Hier ist es zu empfehlen, dass auch Anbieter, die bisher auf den Einsatz von *Beobachtungstechniken*, *artefaktbasierten Techniken* und *modellierenden Techniken* bei der *Ablöse eines bestehenden Systems* verzichteten, diese verwenden sollten.

Bei der *Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager* sollen primär die bestehenden Logistikprozesse und bestehende Dokumente der Lagerverwaltung durch die WMS-Software unterstützt werden. Entsprechend sind zur Optimierung des Vorgehens neben der bereits häufigen Verwendung von *Beobachtungstechniken* auch der verstärkte Einsatz *artefaktbasierter Techniken* zu empfehlen. Geht es um ein WMS-Projekt, dass im Rahmen eines *Neuprojekts* beziehungsweise im Rahmen eines *neuen Lagers* durchgeführt werden soll, so bestehen im Allgemeinen vorab keine fest definierten Logistikprozesse aus denen Anforderungen an das WMS abgeleitet werden können. Vielmehr ist hier ein kreativer Schaffensprozess in Zusammenarbeit aller Gewerke (Gebäudearchitektur, Lagertechnik und Software) zu erwarten. Entsprechend wird zur Optimierung derartiger WMS-Projekte vorgeschlagen verstärkt *Kreativitätstechniken* und *modellierende Techniken* einzusetzen. Sofern von einem anderen Lagerstandort Impulse in das neue Projekt eingebracht werden sollen ist auch der Einsatz von *Beobachtungstechniken* anzuraten und darüber hinaus sollten im Falle einer Übernahme bestehende Artefakte, wie sie zum Beispiel in anderen Standorten des Unternehmens eingesetzt werden, auch *artefaktbasierte Techniken* verwendet werden.

Im Rahmen der Online-Umfrage konnte ermittelt werden, dass die befragten WMS Anbieter abhängig von der *Kundenmitarbeit* verstärkt den Einsatz von *Befragungstechniken*, *Kreativitätstechniken* und *modellierenden Techniken* variieren (vergleiche Tabelle 8). Darüber hinaus zeigen die Daten eine erste Tendenz darüber auf, welche Gruppen von Erhebungstechniken abhängig von der Kundenmitarbeit gewählt werden. Als Optimierungspotentiale sind dabei insbesondere Anpassungen für die *sehr geringe* und *geringe Mitarbeit* des Kunden auszumachen. So ist in beiden Fällen anzuraten verstärkt *artefaktbasierte Techniken* einzusetzen und im Falle der *sehr geringen Mitarbeit* auch zu empfehlen den Einsatz von *Beobachtungstechniken* zu erhöhen.

6.3. Dokumentation von Anforderungen

Die für die Dokumentation abgeleiteten und zusammengestellten Optimierungspotentiale basieren sowohl auf den Ergebnissen der Online Umfrage, auf Erkenntnissen der Fachliteratur^{345,346,347} als auch auf persönlichen Erfahrungen. Innerhalb der Online-Umfrage wurde wiederholt zwischen der *kundenspezifischen Entwicklung* und der *Produktentwicklung* differenziert. So auch bezüglich der Arbeitsweise im Bereich der Dokumentation. Dabei bestätigten 50 Prozent der Teilnehmer, dass sie für die Dokumentation zwischen der *kundenspezifischen Entwicklung* und der *Produktentwicklung* differenzieren (vergleiche Abbildung 35), wobei keine ergänzenden Daten erfasst wurden die aufzeigen, wie diese Differenzierung aussieht.³⁴⁸

Als mögliche Unterscheidungsfaktoren dieser beiden Entwicklungsausrichtungen sind, mit Bezug auf die Dokumentation, die beteiligten Personengruppen beziehungsweise Rollen zu betrachten. Die praktische Erfahrung im WMS-Umfeld sowie die Fachliteratur³⁴⁹ zeigen auf, dass ausgehend von den verschiedenen Rollen für welche Anforderungsdokumentationen erstellt werden unterschiedliche Informationen relevant sind und verschiedene Darstellungsformen geeignet sind. Somit sollte eine zielgruppenorientierte Anforderungsdokumentation erfolgen. Für die *Produktentwicklung* sind dabei primär die Rollen *Entwickler* und *Ideengeber*³⁵⁰ – wobei es sich bei dem *Ideengeber* meist um eine Person bei den WMS-Anbietern handelt – zu betrachten, während bei der *kundenspezifischen Entwicklung* neben dem *Entwickler* auch der *Kunde* als Rolle zu berücksichtigen ist. Als Empfehlung zur Optimierung wird hieraus abgeleitet, dass die WMS-Anbieter eine *Zielgruppenanalyse* durchzuführen sollten, um drauf aufbauend die *Anforderungen* an die Anforderungsdokumentation zu ermitteln. Des Weiteren wird empfohlen, dass die WMS-Anbieter mit den so erfassten Anforderungen an die Dokumentation ihre eigenen *Anforderungsdokumente überprüfen*, um in diesen Optimierungspotentiale aufzudecken und sofern er-

345 Insbesondere [Rupp et al.; 2009].

346 Insbesondere [Pohl et al.; 2015].

347 Insbesondere [Lauesen; 2002].

348 Hier wird die Empfehlung ausgesprochen diesen Aspekt in weiteren Untersuchungen vertiefend zu brachten und so gegebenenfalls weitere Optimierungspotentiale aufzudecken.

349 Vergleiche unter anderem [Hess et al.; 2016].

350 Im agilen Kontext auch Product Owner genannt.

forderlich Anpassungen vorzunehmen. Dabei sind neben den übergeordneten Zielgruppen *Kunde*, *Ideengeber* und *Softwareentwickler* gegebenenfalls weitere Unterteilungen zum Beispiel abhängig von der Branche des Kunden oder der Erfahrung des Entwicklers vorzunehmen. Aufbauend auf der Zielgruppenanalyse und als Arbeitshilfe innerhalb der Dokumentenrestrukturierung sowie für die praktische Arbeit im Requirements Engineering können hier unter anderem *Persona*³⁵¹ entwickelt und als Werkzeug eingesetzt werden. Die erhobenen Daten (vergleiche unter anderem Tabelle 7 und Abbildung 35) zeigen auf, dass ein Optimierungspotential für diesen Bereich besteht, da nicht alle WMS-Anbieter, die sowohl eine *Produktentwicklung* als auch eine *kundenspezifische Entwicklung* durchführen, angegeben haben für die Anforderungsdokumentation diesbezüglich zu differenzieren. So geben 61 Prozent der Befragten an, für die Anforderungserhebung diese Differenzierung vorzunehmen und 50 Prozent geben an dies für die Anforderungsdokumentation zu tun. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass die Entwicklungsausrichtung auch Einfluss auf die verwendeten Werkzeuge der Dokumentation hat. So erfordert insbesondere die *kundenspezifische Entwicklung* den Einsatz von Werkzeugen, die dem Kunden erlauben die Anforderungsdokumente zu lesen ohne zusätzliche Softwareprodukte anzuschaffen zu müssen. Auf Optimierungspotentiale bezüglich der verwendeten Werkzeuge wird in Kapitel 6.5 im Rahmen der Verwaltung von Anforderungen eingegangen.

Auch das verwendete Vorgehensmodell der Softwareentwicklung kann Einfluss auf die Art der Dokumentation von Anforderungen haben. Angesicht der Rücklaufzahlen der Antworten für die Online-Umfrage ist es nicht möglich diese Unterschiede auf der Basis der erhobenen Daten herauszuarbeiten. Bekannt ist, dass ein agiles Vorgehensmodell von 39 Prozent der Befragten für die *Produktentwicklung* und von 28 Prozent für die *kundenspezifische Entwicklung* (vergleiche Abbildung 10) angewandt wird. Weiter ist generell davon auszugehen, dass Anforderungen in agilen Vorgehensmodellen iterativ und mit zunehmenden Detaillierungsgrad erhoben werden und der Dokumentation von Anforderungen in agilen Projekten eine geringere Bedeutung als in der sequentiellen Entwicklung zugeordnet wird.³⁵² An dieser Stelle kann den WMS-Anbietern nur empfohlen werden im Detail zu prüfen, ob das von ihnen angewendete Vorgehensmodell und ihre Art der Dokumentation aufeinander angestimmt sind und miteinander kompatibel sind. Interviews mit einzelnen WMS-Anbietern haben aufgezeigt, dass dies nicht immer der Fall ist. Als Anhaltspunkte für die Eignung einer Dokumentationsform für die agile Entwicklung kann dabei geprüft werden, ob die Dokumentation Anforderungsänderungen unterstützt und nachverfolgt werden kann welche Anforderungen bereits realisiert wurden. Die „Anwendung von RE im agilen oder iterativen Umfeld“ wurde im RE-Kompass von circa 28 Prozent der Befragten als größte Herausforderung hinsichtlich des Requirements Engineering in ihrer Organisation bewertet.³⁵³ Dieses Themenfeld sowie dafür geeignete Lösungskonzepte werden aktuell in der Requirements Engineering-Forschung betrachtet, sodass agil arbeitenden WMS-Anbietern zu empfehlen ist die aktuellen Veröffentlichungen in diesem Bereich zu verfolgen.

Aus den als kritische Herausforderungen im Kontext der Dokumentation von Anforderungen in Kapitel 5.3 identifizierten Herausforderungen sind ebenfalls Optimierungspotentiale für die Dokumentation abzuleiten. So weisen die *missverständliche Dokumentation von Anforderungen* und eine *zu kurze Dokumentation von Anforderungen* darauf hin, dass relevante Informationen für die Zielgruppe der Anforderungsdokumente nicht verständlich sind oder gar nicht abgebildet werden. Auch hier wird vorgeschlagen, dass die bereits weiter oben genannte *Zielgruppenanalyse* mit der anschließenden *Anforderungsaufnahme* an die Anforderungsdokumente eingesetzt werden sollte, um sowohl den erforderlichen inhaltlichen Umfang, als auch die benötigte Darstellungsform zu ermitteln und die Dokumentation entsprechend anzupassen. Darüber hinaus ist zu hinterfragen welche Arten von Missverständnissen innerhalb von Dokumentationen auftreten können. Dabei ist generell zwischen missverständlichen Informationen, wie sie sich aufgrund *sprachlicher Phänomene*, zum Beispiel Mehrdeutigkeiten, innerhalb der

351 *Persona* sind Archetypen die stellvertretend für echte Personen betrachtet werden, um Aspekte aus der Perspektive dieser *Persona* zu betrachten und zu hinterfragen. Dabei sind *Persona* als Designwerkzeug konzipiert, dass auf den Ideen von Alan Cooper basiert (siehe [Cooper, 2008]).

352 Vergleiche 2. Wert des agilen Manifest „Working software over comprehensive documentation“ [Beck et al.; 2001].

353 Vergleiche [Adam et al.; 2015], Seite 16.

natürlichen Sprache oder innerhalb einer Modellierungssprache ergeben können, und missverständlichen Informationen, die aus *fehlerhaft verstandenen Anforderungen* resultieren können, zu unterscheiden. Gelingt es nicht innerhalb der Anforderungsaufnahme Missverständnisse frühzeitig zu identifizieren und selbige aufzulösen, werden diese in die Anforderungsdokumentation überführt.

Um Missverständnisse basierend auf fehlerhaft verstandenen Anforderungen zu vermeiden sind neben einer auf das Verständnis des Gesamtkontexts ausgerichteten Anforderungsermittlung explizite Nachfragen zu empfehlen sowie *Prüfungen* wie sie in Kapitel 6.4 beschrieben werden. Liegt die Ursache der missverständlichen Informationen in sprachlichen Phänomenen handeln es sich um einen Aspekt der innerhalb der Requirements Engineering Forschung in den letzten 15 Jahre intensiv von verschiedenen Autoren^{354,355,356} betrachtet wurde und für den es vielfältige Lösungsansätze gibt. Dabei kann die Empfehlung *Textschablonen* für natürlichsprachige Anforderungsdokumente einzusetzen als etablierter Lösungsansatz aus der Requirements Engineering-Literatur betrachtet werden, wengleich vereinzelt dieser Ansatz beziehungsweise sein Nutzen für einzelne Themenfelder in Frage gestellt wird. Die mit der Online-Umfrage erhobenen Daten zeigen auf, dass 89 Prozent der Umfrageteilnehmer Anforderungen *ausformuliert in Schriftform dokumentieren*, wobei nur 33 Prozent der Teilnehmer *Textschablonen oder Textbausteine* verwenden (vergleiche Abbildung 17). Daraus ergibt sich das Optimierungspotential, dass WMS-Anbieter *Textschablonen* für die natürlichsprachigen Anforderungsdokumente einzusetzen sollten. Als Beispiel einer möglichen Textschablone für Anforderungen wird die von den SOPHISTen erarbeitete Anforderungsschablone in Abbildung 43 vorgestellt.³⁵⁷

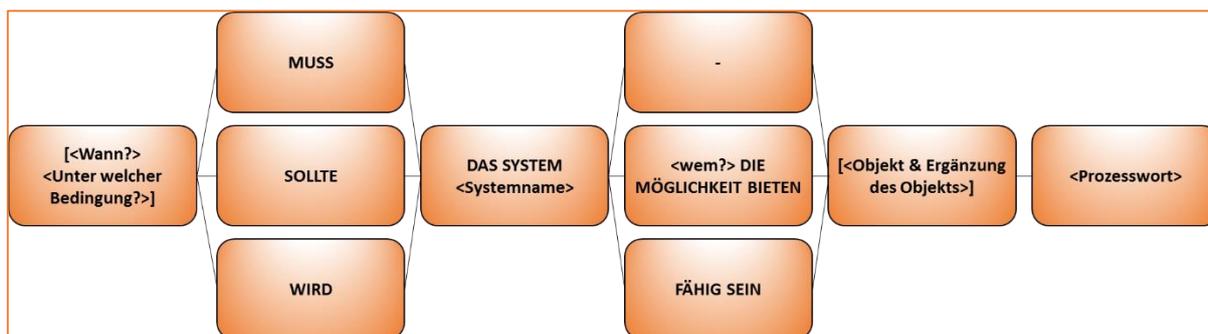


Abbildung 43: Anforderungsschablone; nach [Rupp et al.; 2009], Seite 162 ff.

Als weitere Optimierungspotentiale bezogen auf natürlichsprachige Dokumentation von Anforderungen ist auch der Einsatz von *Textbausteine* anzuraten. Mit Hilfe von Textbausteinen können bereits ausformulierte Informationen in mehreren Projekten wiederverwendet werden. Dabei kann bei der Erstellung der Textschablonen bereits eine einfache und auf die Adressaten der Dokumente ausgerichtete Sprache verwendet werden.

Neben der Schriftform verwenden 56 Prozent der Befragten auch *grafische Modelle* zur Dokumentation ihrer Anforderungen (vergleiche Abbildung 17). Gespräche mit den WMS-Anbietern, sowie die Sichtung verschiedener Anforderungsdokumente zeigen auf, dass grafische Modelle insbesondere zur Dokumentation von logistischen Prozessen und Benutzerinteraktionen mit dem WMS verwendet werden. Die Verwendung von grafischen Modellierungssprachen aus dem Bereich des Requirements Engineering wie i* konnte dabei nicht festgestellt werden. Als Optimierungspotential ist hier auch den WMS-Anbietern, die bisher keine grafischen Modelle zur Anforderungsdokumentation verwenden zu empfehlen, *grafische Modelle* als Ergänzung zur natürlichsprachigen Dokumentation zu verwenden. Da Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Prozessflüsse in visuellen Modellen leichter als in textuellen Darstellungen erfasst werden können. Für die *grafische Modellierung* sollten die WMS-Anbieter prüfen

354 Vergleiche unter anderem [Rupp et al.; 2009], Seite 157 ff.

355 Vergleiche unter anderem [Pohl et al.; 2015], Seite 53 ff.

356 Vergleiche unter anderem [Kamsties et al.; 2003].

357 Diese Anforderungsschablone wird unter anderem in [Rupp et al.; 2009], Seite 162 ff. vorgestellt.

welche Modellierungssprache einzusetzen ist und welche Informationen innerhalb von grafischen Modellen abgebildet werden sollen. Dabei sind auch hier die *Zielgruppen* und ihre *Anforderungen* an die Dokumentation sowie an die Modellierungssprache zu beachten.

Als weitere kritische Herausforderung im Kontext der Dokumentation von Anforderungen für WMS wurde basierend auf der Online-Umfrage erfasst, dass *Änderungen nur schwer vorgenommen werden können* (vergleiche Kapitel 5.3). Generell können Anforderungsänderungen durch geeignete Werkzeuge des Anforderungsmanagements unterstützt werden. Die Ergebnisse der Online-Umfrage haben allerdings aufgezeigt, dass verstärkt *Office Produkte* wie Word und Excel für die Dokumentation und Verwaltung von Anforderungen eingesetzt werden (vergleiche Abbildung 18 und Abbildung 37), die in ihrem Standardleistungsumfang Anforderungsänderungen nicht oder nur unzureichend unterstützen können. Bevor in Kapitel 6.5 weiter auf Werkzeuge der Anforderungsverwaltung eingegangen wird, kann an dieser Stelle bereits festgehalten werden, dass hier ein Optimierungspotential besteht, und WMS-Anbietern generell die Verwendung geeigneter Softwarewerkzeuge des Anforderungsmanagements zu empfehlen ist.

Die Online-Umfrage hat aufgezeigt, dass nicht in allen Unternehmen der befragten Teilnehmer standardisierte Dokumentenstrukturen für die abgefragten Dokumente verwendet werden (vergleiche Abbildung 20). Darüber hinaus existiert bisher kein externer Dokumentenstandard, der bei einem Großteil der befragten WMS-Anbietern etablierter ist (vergleiche Abbildung 21). Generell unterstützen Dokumentenstandards sowohl ein einheitliches Erscheinungsbild der Dokumente zum Kunden hin, als auch die Prüfung auf Vollständigkeit, indem die Dokumentenstruktur als Checkliste verwendet werden kann, und können des Weiteren, das Auffinden von Informationen in den Dokumenten erleichtern, indem Informationen stets im gleichen Kapiteln vorzufinden sind. Somit kann die Verwendung von Dokumentenstandards generell dazu beitragen den Requirements Engineering-Prozess bei WMS-Anbietern zu verbessern. Als zentrale Dokumente mit denen der zu erbringende Leistungsumfang in einem WMS-Projekt dokumentiert wird sollten insbesondere für das *Lastenheft* und das *Pflichtenheft* Standards existieren. Die erhobenen Daten zeigen auf, dass dies für einen Großteil der Unternehmen der Umfrageteilnehmer zugriff, dies bisher aber nicht flächendeckend der Fall ist, wobei die Hintergründe, warum in einzelnen Unternehmen keine Standards verwendet werden nicht erfasst wurden. Als mögliche Ursachen sind aus der Projekterfahrung heraus die hohe Individualität einzelner WMS-Projekte, die in Einzelfällen auftretenden expliziten Vorgaben der Kunden an die Anforderungsdokumente sowie eine fehlende Auseinandersetzung der WMS-Anbieter mit einer Standardisierung der Dokumente, zum Beispiel aus Zeitmangel, denkbar.³⁵⁸ In allen Fällen ist den WMS-Anbieter zu empfehlen, dass sie prüfen sollen ob eine Ausrichtung ihrer Dokumente nach einem Standard möglich ist. Sofern dies möglich ist, sollten die Dokumente entsprechend angepasst werden. Dabei kann der Standard sowohl aus bisherigen Dokumenten abgeleitet werden als auch auf externen Vorgaben beruhen. Hier ist davon auszugehen, dass die Verwendung von externen Standards, die von namenhaften Institutionen – wie dem Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) oder den Fraunhofer Instituten – erarbeitet und herausgegeben wurden auf eine größere Akzeptanz bei den Kunden treffen als individuelle Lösungen. Allerdings fehlt bisher ein auf den WMS-Kontext abgestimmter Dokumentenstandard. So kann die Verwendung der VDI Richtlinie 3601 als Dokumentenstandard für WMS-Dokumente – obwohl sie kein solcher ist – als Indiz dafür gesehen werden, dass ein solcher Standard fehlt und somit ihre Struktur sowie die enthaltenen Begriffsdefinitionen als erste Impulse für eine Strukturierung der Dokumente herangezogen werden. Hier sollte im Rahmen weiterer Arbeiten ein entsprechender Standard erarbeitet werden.

Wie in Kapitel 5.2 vorgestellt erfassen die Teilnehmer der Umfrage Anforderungen an WMS aus verschiedenen Anforderungsarten. Dabei wurde im Rahmen der Umfrage für die Dokumentation von Anforderungen nicht zwischen den Anforderungsarten unterschieden, obgleich die Fachliteratur³⁵⁹ aufzeigt, dass verschiedene Dokumentationsformen je Anforderungsart sinnvoll sein können. Auch dieser

358 Möglicher Ursachen für den fehlenden Einsatz von Dokumentenstandards innerhalb der WMS-Unternehmen sollten an anderer Stelle mit einer eigenen Untersuchung betrachtet werden.

359 Vergleiche unter anderem [Lauesen, 2002], Seite 153 ff.

Gesichtspunkt birgt Optimierungspotentiale die in weiterführenden Untersuchungen näher zu betrachten sind.

6.4. Prüfen von Anforderungen

Die im Rahmen der Online-Umfrage erhobene Daten zu der Frage nach welchen Kriterien WMS-Anbieter Anforderungen überprüfen zeigen eine generelle Verwendung verschiedener Prüfkriterien auf (vergleiche Abbildung 14). Ein Abgleich der abgefragten Kriterien sowie der von den Umfrageteilnehmern ergänzend genannten Kriterien mit den in der Fachliteratur dazu benannten Eigenschaften sowie mit den Merkmalen des Anwendungskontexts zeigt Optimierungspotentiale auf.

An erster Stelle ist als Optimierungspotential dabei die Prüfung auf die *Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen* zu nennen, die aktuell nur von 17 Prozent der Befragten durchgeführt wird. Wobei die Teilnehmer der Umfrage die Herausforderung, dass *Anforderungen als Lösungsidee aufgenommen* werden im Mittel mit einem *mittleren* Risiko bewerten und angeben *oft* mit selbiger konfrontiert zu werden. Anforderungen sollen beschreiben *was* zu realisieren ist und dabei den Softwarearchitekten oder abhängig von der Arbeitsweise im Unternehmen den Softwareentwicklern den Freiraum lassen eine geeignete Umsetzung für diese Anforderung zu finden. Insbesondere in Unternehmen in denen verschiedene Rollen in den Softwareentwicklungsprozess eingebunden sind und dort wo Mitarbeitern ohne fundierte Kenntnisse der Softwareentwicklung³⁶⁰ die Anforderungsaufnahme durchführen, besteht die Gefahr, dass durch die *Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen* Lösungen eingesetzt werden, die monetär und zeitlich mit einem höheren Aufwand verbunden sind und gegebenenfalls Schwächen in Bereichen, wie der Bedienbarkeit aufweisen, die vermeidbar gewesen wären.

Die Durchführung von *strukturellen Prüfungen* ist nur dann mit einem vertretbaren Aufwand zu realisieren und als Optimierungspotentiale zu betrachten, wenn Softwarewerkzeuge der Anforderungsdokumentation und -verwaltung diese Prüfungen unterstützen. Zu diesen Prüfungen gehören die Prüfungen auf *Überprüfbarkeit* (genutzt von 33 Prozent) und *Verfolgbarkeit* (genutzt von 39 Prozent). So können zum Beispiel Requirements Management Programme nach hinterlegten Regeln auswerten, ob die erfassten Anforderungen den jeweiligen Kriterien genügen. Die Möglichkeiten reichen dabei von der Prüfung ob Datenfelder, die einer Anforderung zugeordnet wurden ausgefüllt sind bis hin zu komplexen Prüfverfahren auf der Basis semantischer und syntaktischer Analysen. Somit wird empfohlen diese Optimierungspotentiale nur unter den geeigneten Bedingungen zu nutzen und sofern keine geeignete Softwareunterstützung für die Anforderungsdokumentation und -verwaltung im Unternehmen bestehen, die Optimierung der unterstützenden Werkzeuge zu Priorisieren.

Auch die Prüfung auf *Vollständigkeit* stellt sowohl für die Prüfung *je Anforderung* (genutzt von 50 Prozent) als auch für die *anforderungsübergreifende* Prüfung (genutzt von 56 Prozent) der Anforderungsdokumente ein Optimierungspotential dar. Prüfungen auf Vollständigkeit können dabei das Wissen verschiedener Personengruppen nutzen, indem die Dokumentation von verschiedenen Personen gelesen wird, die ihre Anmerkungen dokumentieren. Insbesondere mit der Abnahme der Dokumente durch den Kunden wird implizit vorausgesetzt, dass der Kunde das Dokument auf Vollständigkeit geprüft hat. Hier ist allerdings zu beachten, dass Anforderungen unabhängig davon wie gut sie auch formuliert sind und wie viele Anforderungen erfasst wurden, niemals eine 100 Prozent Abdeckung der Wünsche und Ideen der Stakeholder sein werden, sondern immer Interpretationsspielräume und implizite Anforderungen enthalten. Die Prüfung auf Vollständigkeit kann durch geeignete Hilfsmittel unterstützt werden. Insbesondere im WMS-Umfeld können *Checklisten* die zum Beispiel häufig auftretende Anforderungen enthalten sowie Modelle der intralogistischen Abläufe, *Modelle der Systemumgebung* sowie *Modelle (Mock-ups) der Benutzeroberflächen* herangezogen werden, um die Anforderungen gegen diese Hilfsmittel zu prüfen.

360 33% der Umfrageteilnehmer haben eine Ausbildung oder ein Informatik Studium absolviert, womit anzunehmen, ist, dass einem Großteil der Befragten vertiefende Kenntnisse der Softwareentwicklung fehlen (vergleiche Abbildung 38).

Die von 72 Prozent der Befragten bereits angewandte Prüfung von Anforderungen *auf Widersprüche* stellt ebenfalls ein Optimierungspotential dar. Das frühzeitige Aufdecken und Auflösen von Widersprüchen vermeidet Konflikte in späteren Projektphasen. Dabei können auf widersprüchlichen Anforderungen basierende Herausforderungen in ungünstigen Fällen erst bei der Anwendung der Software festgestellt werden und hohe Aufwände in der Nachbesserung sowie Unzufriedenheit beim Kunden verursachen. Die persönlichen Erfahrungen im WMS-Umfeld zeigen auf, dass Anforderungen an WMS häufig aufgeteilt werden und parallel von verschiedenen Entwicklerteams bearbeitet werden; insbesondere in solchen Fällen können Konflikte, die auf widersprüchlichen Anforderungen basieren erst spät erkannt werden.

Da WMS verstärkt als erweiterbare Standardprodukte vertrieben werden, wird aus der von einem Teilnehmer ergänzend genannten Prüfung auf „*Nutzung des Standards*“ die These abgeleitet, dass WMS-Anbieter prüfen sollten ob Anforderungen durch die Verwendung des Standards zu erfüllen sind. Dabei geht es darum zu unterscheiden, ob eine individuelle Erweiterung notwendig ist oder die geforderten Anforderungen bereits durch das Produkt erfüllt werden.

Die im Rahmen der Online-Umfrage erfasste Anmerkung eines Umfrageteilnehmers, dass eine Prüfung auf „*Nachhaltigkeit*“ erfolgt ist ein interessanter Aspekt, wobei der Begriff verschiedene Möglichkeiten der Interpretation bietet. Nachhaltigkeit kann zunächst als effizienter und langfristig ausgerichteter Umgang mit verfügbaren Ressourcen betrachtet werden. Dabei ist im WMS-Kontext sowohl eine Prüfung auf ökologische Nachhaltigkeit, zum Beispiel im Sinne einer Energieeinsparung oder einer Reduzierung von Material- und Geräteabnutzung denkbar, als auch eine Prüfung auf Aspekte des effizienten Einsatzes von Projektressourcen, zum Beispiel Softwareentwicklern oder die Wiederverwendung, für andere Projekte möglich.

Die Klassifizierung von Anforderungen wurde ebenfalls der Prüfung zugeordnet. Die weite Streuung der Antworten sowie fehlende aussagekräftige Argumente gegen oder für eine der im Fragebogen aufgeführten Klassifizierungsarten erlauben es nicht eine Auswahl dieser Klassifizierungsarten als Optimum zu benennen.

Anmerkung: Die Durchführung prüfender Tätigkeiten bedeuten im Projektkontext zunächst einen erhöhten Aufwand, der nicht unmittelbar in der Phase des Requirements Engineerings einen Nutzen zeigt. Hier ist zu beachten, dass der Nutzen von Prüfungen innerhalb der Phase des Requirements Engineerings darin besteht, Komplikationen in folgenden Arbeitsschritten (wie der Entwicklung oder dem Testen) zu reduzieren. In Unternehmen in denen Requirements Engineering, Softwareentwicklung und Softwaretesten verschiedenen Kostenstellen zugewiesen sind, kann die Einführung weiterer Prüfschritte auf hohe Widerstände stoßen und eine detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse sowie eine Budgetverschiebung erfordern. Somit sollte die Durchführung geeigneter Maßnahmen zur Optimierung basierend auf den in dieser Rubrik aufgezeigten Optimierungspotentialen gegebenenfalls anderen Optimierungsschritten nachzustellen.

6.5. Verwalten von Anforderungen

Im Bereich der Anforderungsverwaltung liefern die erhobenen und in Kapitel 5 vorgestellten Daten Anhaltspunkte für Optimierungsmaßnahmen. So kann aus der Information, dass 50 Prozent der befragten WMS-Anbieter *Anforderungsänderungen bis zum Go-Live* erfassen und auch in vorherigen Phasen Anforderungsänderungen vornehmen (vergleiche Abbildung 16), sowie aus der als kritisch beurteilten Herausforderung, dass *Änderungen nur schwer vorgenommen werden können* (vergleiche Kapitel 5.3) abgeleitet werden, dass die bei WMS-Anbietern einzusetzende Anforderungsverwaltung Änderungen über den gesamten Softwareentwicklungsprozess hinweg unterstützen sollte. Die Umfrageteilnehmer

gaben allerdings an, größtenteils *Office Produkte* für die Bearbeitung und Verwaltung von Anforderungen im Softwareentwicklungsprozess einzusetzen (vergleiche Abbildung 37).³⁶¹ Requirements Management Software oder Application Lifecycle Management Software, die speziell für die Bearbeitung und Verwaltung von Anforderungen konzipiert ist, wird von den Umfrageteilnehmern nur vereinzelt eingesetzt. Sofern die individuellen Erweiterungen durch Makros in den *Office Produkten* nicht dazu geeigneten sind, die notwendige Anforderungsverwaltung vollständig zu unterstützen, ist den WMS-Anbietern der Ersatz einer Requirements Management Software beziehungsweise Application Lifecycle Management Software zu empfehlen. Vor der Einführung einer solchen Software ist dringend anzuraten eine Anforderungsaufnahme im eigenen Unternehmen durchzuführen, um die Anforderungen zu erfassen, die in den verschiedenen Fachbereichen bestehen, welche zukünftig mit dieser Software oder mit Daten aus dieser Software arbeiten. Benachbarte Systeme beziehungsweise bereits etablierte Softwarelösungen in den anderen Fachabteilungen (wie für die Durchführung von Softwaretests), sind dabei zu berücksichtigen. Die erhobenen Daten über die eingesetzten Softwarewerkzeuge in den Unternehmen der Umfrageteilnehmer zeigen auf, dass mehrere Unternehmen parallel verschiedene Produkte aus der Menge der Requirements Management Software beziehungsweise Application Lifecycle Management Software einsetzen (vergleiche Abbildung 37). Ist dies der Fall, sollten die WMS-Anbieter im Detail ihre Anforderungen an die Anforderungsverwaltung gegen die Leistungsumfänge und Merkmale der jeweiligen Produkte prüfen, um zu entscheiden ob einzelne Produkte abgeschafft werden und durch den flächendeckenden Einsatz eines oder weniger Produkte abgelöst werden. Des Weiteren ist bei der Auswahl einer entsprechenden Software auch das Vorgehensmodell der Entwicklung – zum Beispiel agil oder sequentiell – zu berücksichtigen und im Detail zu prüfen ob das eingesetzte oder favorisierte Produkt mit dem Vorgehensmodell kompatibel ist. Die im RE-Kompass benannten Herausforderungen beim Werkzeugeinsatz im Requirements Engineering können darüber hinaus Anhaltspunkte für Kriterien liefern, die im Rahmen der Auswahl geeigneter Werkzeuge zu berücksichtigen sind. So weist die dort am häufigsten genannte „[s]chlechte Integration mit anderen Werkzeugen“³⁶² darauf hin, dass die WMS-Anbieter die verwendeten Werkzeuge in der Softwareentwicklung aufeinander abstimmen sollten und bereits bei der Auswahl die Schnittstellen zu anderen Systemen zu berücksichtigen sind. Auch für die am zweithäufigsten im RE-Kompass genannte Herausforderung, einer geringen „Akzeptanz bei NICHT-RE-Experten“³⁶² zeigen einzelne Beobachtungen, dass dieser Aspekt auch im WMS-Umfeld relevant ist. So sollte zum Beispiel geprüft werden ob die verwendeten Programme ein für Kunden geeignetes Übergabeformat für Anforderungen (zum Beispiel PDF) unterstützen. Bezüglich weiterer Impulse, die bei der Auswahl einer entsprechenden Software zu berücksichtigen sind sei an dieser Stelle auf die vorausgegangene Seminararbeit³⁶³ über Werkzeuge des Requirements Management verwiesen.

Die erhobenen Antworten über den zentralen Zugriff auf Anforderungsdokumente zeigen auf, dass in einzelne Unternehmen der Umfrageteilnehmer keine umfassende Dokumentenverwaltung genutzt wird (vergleiche Abbildung 19). Zusammen mit der Einschätzung der Umfrageteilnehmer zur Häufigkeit (*oft*) und zum Risiko (*mittel*) mit *unvollständigen oder überholten* Unterlagen beziehungsweise *Dokumentationen* in WMS-Projekten konfrontiert zu werden (vergleiche Abbildung 24), deuten diese Daten darauf hin, dass Änderungen bezüglich der Dokumentenverwaltung vorzunehmen sind. Dabei kann an dieser Stelle auf der Basis der erhobenen Daten keine Handlungsempfehlung abgeleitet werden. So ist es mit den erhobenen Daten nicht möglich, den Zusammenhang zwischen der Beurteilung der Herausforderung und der eingesetzten Dokumentenverwaltung aufzuzeigen.

Im Allgemeinen besteht der Vorteil einer zentralen Dokumentenverwaltung darin, dass stets auf die aktuellste Version eines Dokumentes zurückgegriffen werden kann und Anwender auf Änderungen im Vergleich zur vorherigen Version aufmerksam gemacht werden. Dies ist ein Aspekt, der auch in der

361 Einen verstärkten Einsatz von Office Produkten als Werkzeuge im Requirements Engineering zeigt auch der RE-Kompass auf. Womit dies eine allgemeines und nicht WMS spezifisches Phänomen zu sein scheint. Vergleiche [Adam et al.; 2015] Seite 20.

362 Ca. 55 Prozent der Befragten gaben die „[s]chlechte Integration mit anderen Werkzeugen“ und ca. 45 Prozent die „[g]eringe Akzeptanz bei NICHT-RE-Experten“ als „größte Herausforderung [...] hinsichtlich der im RE eingesetzten Werkzeuge“ an. Vergleiche [Adam et al.; 2015], Seite 21.

363 Siehe [Wohlgemuth, 2016b].

Softwareentwicklung relevant ist um Fehler, wie die Implementierung veralteter Anforderungen, zu vermeiden. Basierend auf dieser allgemeinen Einschätzung wird den WMS-Anbietern empfohlen eine zentrale Dokumentenverwaltung zu nutzen, wobei auch hier ein für den Anwendungsfall geeignetes Produkt auszuwählen ist. Auch an dieser Stelle wird den WMS-Anbietern die bereits mehrfach erwähnte Aufnahme von Anforderungen innerhalb des eigenen Unternehmens unter Berücksichtigung involvierter Zielgruppen, notwendiger Dokumente und der zugehörigen IT-Systemumgebung als Grundlage für die Auswahl eines geeigneten Softwareprodukts empfohlen. Dabei ist zu beachten, dass vereinzelt auch Application Lifecycle Management Software die Aufgaben einer Dokumentenverwaltungssoftware für das Requirements Engineering erfüllen kann.

6.6. Wissensvermittlung

Aus den erhobenen Daten zu den *Wissensquellen* der Umfrageteilnehmer über Requirements Engineering beziehungsweise zum *Wissenstransfers* innerhalb der WMS anbietenden Unternehmen sind ebenfalls Optimierungspotentiale abzuleiten. So zeigt die breite Streuung der Fachdisziplinen (vergleiche Abbildung 38) in denen die Umfrageteilnehmer eine Ausbildung oder ein Studium absolviert haben auf, dass die WMS anbietenden Unternehmen informatik- und logistikspezifische Kenntnisse nicht generell bei ihren Mitarbeitern voraussetzen können. Somit können auch Kenntnisse über verschiedene Techniken, Vorgehensweisen und Softwarewerkzeuge des Requirements Engineerings sowie WMS- und logistikspezifische Kenntnisse nicht generell vorausgesetzt werden. Des Weiteren zeigen die persönlichen Wissensquellen der einzelnen befragten Mitarbeiter in WMS-Unternehmen auf, dass Wissen über die Anforderungsaufnahme primär aus *Erfahrungen im Projektalltag* erworben wird (vergleiche Abbildung 39) und obgleich einzelne Teilnehmer angaben, Wissen in *Schulungen* und *strukturierte Einarbeitungen des Arbeitgebers* erworben zu haben existieren auch Umfrageteilnehmer die explizit angaben, dass *0 Prozent ihres persönlichen Wissens über die Anforderungsaufnahme durch Schulungen oder Einarbeitung des Arbeitgebers* erworben wurde. Zusammen mit den erfassten *Maßnahmen des Wissenstransfers bei den WMS-Anbietern* bei denen primär offene Konzepte des Wissensaustauschs wie eine *offene Fragenkultur und der Austausch unter Kollegen* sowie *die Begleitung von Projekten* genannt wurden (vergleiche Abbildung 40) kann ein genereller Bedarf abgeleitet werden, die Einarbeitungs- und Schulungskonzept sowie den internen Wissensaustausch bei den WMS-Anbietern zu optimieren.

Eine offene Fragenkultur setzt steht voraus, dass (neu) Mitarbeiter ein Bewusstsein dafür haben welche Informationen ihnen fehlen. Selbiges kann aber nicht generell vorausgesetzt werden, sodass grundlegende Kenntnisse mit strukturierten und geplanten Schulungsmaßnahmen anzulegen sind. Aufgrund der verschiedenen Vorkenntnisse der Mitarbeiter sollten fehlende Kenntnisse der (neuen) Mitarbeiter in den für die operative Arbeit relevanten Themenfeldern identifiziert und anschließend strukturiert vermittelt werden. Beispielweise könnten hier alle für die operative Arbeit als relevant erachteten Themenfelder mit den unternehmensspezifischen Eigenheiten in der Interpretation oder Umsetzung dokumentiert werden. Auf der Basis dieser Dokumentation könnten dann sowohl Schulungsunterlagen als auch Testbögen erstellt werden. Mit Hilfe der Testbögen kann dann ermittelt werden welche Schulungen ein neuer Mitarbeiter zu durchlaufen hat oder ob die durchgeführten Schulungsmaßnahmen erfolgreich waren. Des Weiteren sollte der Wissensaustausch zwischen den Kollegen über eine offene Fragenkultur hinausgehend gefördert werden. So kann der regelmäßige Austausch über Herausforderungen und positive Erfahrungen in dem Requirements Engineering-Prozessen verschiedener WMS-Projekte dazu beiträgt kontinuierlich unternehmensweite *best practise Lösungen* zu optimieren und der Bildung von individuellen Vorgehensweisen, die ausschließlich von einzelnen Mitarbeitern genutzt werden entgegenwirken. Durch regelmäßig stattfindende Schulungen durch externe Referenten beziehungsweise durch die Entsendung einzelner Mitarbeiter auf externe Schulungen oder Tagungen zu Themen des Requirements Engineerings kann sichergestellt werden, dass auch neue Impulse, wie sie aus Erfahrungen anderer Unternehmen, aus Erfahrungen externer Berater oder aus der Forschung stammen Eingang in das eigene Unternehmen finden. Mit diesen Erfahrungswerten und Informationen kann der eigene Requirements Engineering-Prozess weiter optimiert werden.

7. Validierung

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie die in Kapitel 8 aufgeführte Handlungsempfehlung, durch einzelne Mitarbeiter aus den Unternehmen, die an der vorausgegangenen Online-Umfrage teilgenommen haben sowie durch WMS-Berater, validiert wird. Hierzu werden zunächst die Validierer grob vorgestellt. Anschließend werden die Validierungsfrage und die Durchführung der Validierung erläutert, bevor knapp auf die Ergebnisse der Validierung eingegangen wird, die später in Kapitel 8 berücksichtigt werden. Die hier vorgestellte Validierung kann nur eine erste Rückmeldung über die Eignung der Handlungsempfehlung darstellen und ist im Anschluss an diese Master-Thesis weiter zu prüfen.

7.1. Beteiligte Unternehmen

Für die Validierung standen vier Mitarbeiter aus verschiedenen WMS anbietenden Unternehmen sowie zwei WMS-Berater zur Verfügung. Aufgrund kurzfristiger Änderungen in der Verfügbarkeit einzelner Validierer, aufgrund von Projektauslastungen und Krankheit, wurden weitere WMS-Anbieter sowie WMS-Berater kontaktiert, um die Handlungsempfehlung zu validieren. Final standen nur Validierer aus den Reihen der Lagertechnikanbieter sowie aus der WMS-Beratung zur Verfügung. Damit fehlen die Perspektiven der Suite-Anbieter und „puren“ WMS-Anbieter. Da den Umfrageteilnehmern und Validierer Anonymität zugesichert wurde erfolgte nur eine grobe Beschreibung der Validierer.

Person A: Person A kann auf mehr als 15 Jahre Erfahrung in der Logistik zurückblicken und begleitet als Berater WMS-Projekte in der DACH-Region sowie internationale Projekte. Dabei gehört auch das Requirements Engineering zu den Aufgaben von Person A. Der fachliche Hintergrund von Person A liegt in der Informatik.

Person B: Person B arbeitet seit mehr als 15 Jahren bei einem WMS-Anbieter aus der Gruppe der Lagertechnikanbieter. Zu seinen Aufgaben gehört neben der Dokumentation von Kunden-Anforderungen an das WMS auch die Einrichtung und Weiterentwicklung der verwendeten Werkzeuge im Requirements Engineering sowie die Mitgestaltung der verwendeten Dokumentenvorlagen. Person B besitzt einen sprachwissenschaftlichen Hintergrund.

Person C: Person C kann auf knapp 5 Jahre Erfahrung in der Logistik zurückblicken, wovon 3 Jahre im WMS-Umfeld. Aktuell arbeitet Person C als WMS-Berater und begleitet in dieser Rolle WMS-Projekte verschiedener Anbieter in der DACH-Region. Die Ermittlung und Dokumentation von Anforderungen auf Lastenheftebene gehört zu den Aufgaben von Person C. Der fachliche Hintergrund von Person C liegt in der Logistik.

Gruppe: Die Gruppe setzt sich aus drei Mitarbeitern (D, E und F) eines WMS-Anbieters zusammen, die aktuell als Requirements Engineers in internationalen Projekten arbeiten und jeweils auf mehr als 15 Jahre Erfahrung im WMS-Umfeld zurückblicken können. Person D hat einen Betriebswissenschaftlichen Hintergrund und hat bereits als Projektleiter und Requirements Engineer für verschiedene WMS-Anbieter gearbeitet. Person E hat in verschiedenen Rollen (Softwareentwickler, Requirements Engineer sowie Regionalleiter) für diverse WMS-Anbieter gearbeitet. Sein fachlicher Hintergrund liegt in der Informatik. Person F hat seine Erfahrungen im WMS-Umfeld ausschließlich bei seinem aktuellen Arbeitgeber gesammelt und dort sowohl als Softwareentwickler, als auch als Requirements Engineer gearbeitet. Sein fachlicher Hintergrund liegt im Maschinenbau.

7.2. Vorgehen und Fragen für die Validierung

Für die Validierung werden die Ansprechpartner, direkt kontaktiert und es wird ein Termin für die Validierung abgestimmt. Abhängig vom Standort des Unternehmens wird der Termin als Vor-Ort Termin oder als Telefontermin vereinbart. Allen Validierern werden vor der Validierung die Handlungsempfehlung (siehe CD) sowie die initialen Fragen nach einer Gesamteinschätzung (siehe Frage A.) sowie nach Schwierigkeiten bei der Umsetzung (siehe Frage B.) per E-Mail zugestellt. Zum vereinbarten Termin wird die Validierung als Leitfadeninterview durchgeführt, dass sich an den folgenden Fragen orientiert:

- A. Was halten Sie insgesamt von den Handlungsempfehlungen?

- B. Wo sehen Sie Schwierigkeiten bezüglich der Umsetzbarkeit?
- C. An welchen Stellen schätzen Sie den Nutzen, der sich aus der Handlungsempfehlung ergibt als zu gering ein?
- D. Was würden Sie anders machen?
- E. Gibt es unter den Handlungsempfehlungen einzelne, an deren Umsetzung Sie in den letzten Jahren bereits gearbeitet haben? Wenn ja, was ist daraus geworden?
- F. Welche der Handlungsempfehlungen würden Sie mit hoher Priorität umzusetzen?
- G. Gibt es Begriffe oder Themenfelder in der Handlungsempfehlung, die einer weiten Erläuterung bedürfen?

7.3. Validierungsergebnis

Aufgrund der Durchführung der Validierungen in Form von Leitfadeninterviews konnten neben den explizit abgefragten Aspekten auch weitere Impulse aufgegriffen werden, die Einfluss auf die Beurteilung der Handlungsempfehlung sowie auf die Änderungswünsche haben. Im Folgenden werden die Ergebnisse für jede der Leitfragen grob aufgezeigt und dabei ergänzende Impulse aus den Interviews vorgestellt.

Frage A – Nach einer Beurteilung der Handlungsempfehlung gefragt, gaben drei der Validierer ein generell positives Feedback ab. So gaben zwei dieser Validierer an, die Handlungsempfehlung sei „gut und richtig so“, „gut verständlich, gut strukturiert und nachvollziehbar“ beschrieben, während der dritte dieser Validierer angab, dass seine Einschätzung nach dem ersten und zweiten Lesen deutlich voneinander abwichen. Dabei beschrieb der Validierer, dass die Handlungsempfehlungen zunächst „harmlos“ und „selbstverständlich“ erschienen und erst beim zweiten Lesen erkannt wurde, dass sie grundlegende Probleme im Requirements Engineerings angeht und dabei eine hohe Dichte relevanter Informationen und Empfehlungen aufweist, sodass dieser Validierer letztendlich zu dem Urteil kam, dass die Handlungsempfehlung nachvollziehbar ist und gute Hinweise sowie relevante Informationen für die Optimierung des Requirements Engineerings enthält, die zu berücksichtigen sind.

Im Rahmen des Gruppe Interviews kamen die Validierer zunächst zu einem anderen Ergebnis. So wurde zu Beginn des Interviews Kritik an der Handlungsempfehlung geäußert, die primär auf eine generelle Ablehnung jeglicher Form von Änderungen hinauslief. Zum Ende des Interviews wurde diese Beurteilung teilweise revidiert, indem gesagt wurde, dass die Handlungsempfehlung „gute Ideen“ und „richtige Impulse“ enthält und dabei auf den Kern bestehender Probleme eingeht. Hier ist anzumerken, dass in dem WMS-Unternehmen dieser Gruppe zuletzt massive Änderungen der Arbeitsprozesse und Dokumentenstrukturen vorgenommen worden sind, die laut Einschätzung der Interviewpartner unstrukturiert erfolgt sind und zu mehr Aufwänden geführt haben. Es ist demnach anzunehmen, dass aktuell eine generelle Abneigung Änderungen gegenüber besteht.

Frage B und C – Die Antworten der verschiedenen Validierer zu den Fragen wo Schwierigkeiten bezüglich der Umsetzbarkeit gesehen werden und an welchen Stellen der Nutzen, der sich aus der Handlungsempfehlung ergibt gering eingeschätzt wird, fallen insgesamt ähnlich aus. So wurde wiederholt angemerkt, dass es sich bei den Handlungsempfehlungen nicht wie erwartet um fest definierte Arbeitsabläufe oder ein „Kochrezept“ handelt deren Umsetzung automatisch zu einem optimalen Requirements Engineering führt, sondern, dass die Handlungsempfehlungen nur „Stützen“ sind mit deren Hilfe abhängig von verschiedenen Faktoren das eigene Vorgehen verbessert werden kann. Dabei wurde kritisiert, dass die Umsetzung der Handlungsempfehlungen zusätzliche Arbeitsaufwände auf Seiten der WMS-Anbieter erfordern. Einer der WMS-Berater merkte dazu an, dass diese Handlungsempfehlung eine strukturierte Arbeitsweise sowie Disziplin bei der Durchführung der notwendigen Vorbereitungen bei den WMS-Anbietern voraussetzt, dies zum Beispiel angesichts der hohen Arbeitsauslastung aber nicht vorausgesetzt werden kann. Insgesamt zeigt sich an dieser Stelle, dass der Nutzen der Handlungsempfehlung, von den Validierern, abhängig von der zu erbringenden Arbeitsleistung durch die WMS-Anbieter beurteilt wird und in der Summe als gering eingeschätzt wird obgleich die Handlungsempfehlungen generell für zutreffend und nützlich gehalten werden.

Einer der Validierer gab darüber hinaus eine reflektierte Rückmeldung bei der er anmerkte, dass aus seiner Sicht der Nutzen erst in der operativen Arbeit sichtbar wird, und die dafür notwendigen Vorbereitungen zwar lästig erscheinen und auf Akzeptanzprobleme stoßen werden, dennoch aber unumgänglich sind. Hier wurde auch angemerkt, dass ergänzende Handlungsempfehlungen vermisst werden, die aufzeigen wie nach der Umsetzung der ersten vorbereitenden Maßnahmen langfristig im Requirements Engineering gearbeitet werden sollte. Daneben wurde durch einen anderen Validierer darauf hingewiesen, dass bereits für das Verständnis der Handlungsempfehlungen ein Grundverständnis über Requirements Engineering bei den WMS-Anbietern existieren muss, dieses aber auch im Allgemeinen erst geschaffen werden muss.

Bezüglich der Umsetzbarkeit wurden insbesondere kontextabhängige Entscheidungen kritisiert. Hier bestand auf Seiten der Validierer der Wunsch nach allgemeingültigen Empfehlungen auch wenn einzelnen der Validierer sofort anmerkten, dass es diese nicht geben kann.

Auch wurde in den Validierungsgesprächen sichtbar, dass innerhalb der Entscheidungsmatrizen die Unterscheidung zwischen den bei WMS-Anbietern verbreiteten und geeigneten Technikanwendungen und den ergänzend als Optimierung empfohlenen Technikanwendungen, die Validierer verwirrte. Gleiches galt auch für die farbliche Hervorhebung von häufig verwendeten Techniken. Hieraus ist abzuleiten, dass die Entscheidungsmatrizen anzupassen sind und nur aufgeführt werden sollte welche Techniken in welchem Kontext verstärkt geeignet oder generell ungeeignet sind.

Frage D – Danach gefragt, was sie anders machen würden, führten die einzelnen Validierer größtenteils unterschiedliche Ideen auf. Als Gemeinsamkeit nannten sie nur, dass weitere Erläuterungen zu Fachbegriffen sowie über das Requirements Engineering anzuführen seien. Zwei der Validierer gaben an, dass sie gerne Beispiele und weitere Erläuterungen zu den einzelnen Handlungsempfehlungen sehen würden. So wurde unter anderem nach konkreten Beispielen für Schulungsunterlagen sowie beispielhaften Anforderungsdokumenten gefragt. Darüber hinaus sollten die Beziehungen der einzelnen Handlungsempfehlungen zueinander aufgezeigt werden und die in der Handlungsempfehlung verwendete Sprache weiter Zielgruppenorientiert vereinfacht werden.

Frage E – Danach gefragt, ob es unter den Handlungsempfehlungen einzelne gibt, an deren Umsetzung in den Unternehmen der Validierer in den letzten Jahren bereits gearbeitet wurde zeigten die Validierer auf, dass zwar generell an einer Anpassung der Dokumentenstruktur, einer Neueinführung von Softwarewerkzeugen sowie an einer Überarbeitung der Einarbeitung gearbeitet wird, dies aber meist spontan und ohne strukturierte Vorbereitung erfolgt. So wurden zum Beispiel Werkzeuge des Requirements Managements spontan und ohne Abgleich mit den eigenen Anforderungen auf der Basis externer Empfehlungen eingeführt oder für die Dokumentenstruktur neue Vorgaben erlassen. Aus der Perspektive der WMS-Berater wurde darüber hinaus angeführt, dass die WMS-Anbieter sich der Notwendigkeit eines gemeinsamen Begriffsverständnisses und des Einsatzes eines Glossars generell bewusst sind, aber dennoch häufig kein Glossar einsetzen.

Frage F – Die am höchsten Priorisierten Handlungsempfehlungen aus Sicht der Validierer werden im Folgenden wiedergegeben. Dabei entspricht 1. der höchsten Priorität.

1. Abstimmen des Begriffsverständnisses
2. Verwenden zielgruppengerechter Formulierungen
3. Festlegen der Dokumentenstruktur

Frage G – Alle Validierer gaben an, dass sämtliche Fachbegriffe seien sie aus der Informatik (einschließlich des Requirements Engineerings) oder der Logistik einer Erläuterung bedürfen, da bei den verschiedenen Adressaten der Handlungsempfehlung das Verständnis diese Begriffe nicht generell vorausgesetzt werden kann.

8. Handlungsempfehlungen für WMS-Anbieter

Basierend auf den in Kapitel 6 zusammengetragenen Optimierungspotentialen, werden im vorliegenden Kapitel thesenbasierte Handlungsempfehlungen zur Optimierung des Requirements Engineerings bei WMS-Anbietern vorgestellt. Dabei wurden, an den hier aufgeführten Handlungsempfehlungen, bereits erste Anpassungen, entsprechend der von den validierenden WMS-Anbietern und WMS-Beratern geäußerten Rückmeldungen (vergleiche Kapitel 7.3), vorgenommen. Anzumerken ist hier, dass die Validierer auf der einen Seite bestätigt haben, dass die Handlungsempfehlungen für den Anwendungskontext passend und geeignet sind, sie aber gleichzeitig die Anwendbarkeit aufgrund der damit verbundenen Aufwände in Frage gestellt haben. Obgleich es sich um Thesen handelt, die im Anschluss an die vorliegende Arbeit umfassenden Prüfungen zu unterziehen sind, wurde eine an WMS-Anbieter adressierte Formulierung gewählt. Bei der Übergabe an die WMS-Anbieter ist dieser Handlungsempfehlung auch ein Glossar der verwendeten Fachbegriffe, eine allgemeine Einleitung, eine Erläuterung der Techniken sowie eine Einführung in das Themenfeld Requirements Engineering voranzustellen, wie sie zum Beispiel im Kapitel 2.1 aufgeführt ist. Des Weiteren sollte abschließend auf ergänzende Informationsquellen verwiesen werden.

8.1. Einleitung zu den Handlungsempfehlungen

Anmerkung: Die hier vorgestellte Einleitung ist stark gekürzt.

Die folgenden Handlungsempfehlungen sollen Sie dabei unterstützen das Requirements Engineering in Ihrem Unternehmen zu verbessern. Dabei umfasst das Requirements Engineering die Vorbereitungen für die WMS-Entwicklung und projektspezifische Anpassungen des WMS von der Ermittlung über die Dokumentation bis hin zur Verwaltung von Anforderungen.

Basierend auf den Ergebnissen einer Online-Umfrage in der 18 WMS-Anbieter angegeben haben, wie sie im Requirements Engineering arbeiten und mit welchen Herausforderungen sie konfrontiert sind wurden die folgenden Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese gliedern sich in Empfehlungen aus den Bereichen Wissensaustausch, Dokumente, Softwarewerkzeuge, Anforderungsprüfung sowie die Ermittlung von Anforderungen.

Bitte beachten Sie, dass die einzelnen Themenfelder miteinander in Beziehung stehen.

8.2. Fördern Sie den Wissensaustausch

Ihre Mitarbeiter, die das Requirements Engineering für WMS-Projekte durchführen, verfügen über unterschiedliche fachliche Hintergründe und variierende Erfahrungswerte.

Sorgen Sie durch geeignete Maßnahmen der Wissensvermittlung dafür, dass alle Mitarbeiter solide und grundlegende Kenntnisse in den für die operative Arbeit relevanten Themenfeldern besitzen. Ermitteln Sie dafür zunächst, welche Kenntnisse benötigt werden, um in Ihrem Unternehmen die Aufgaben eines Requirements Engineers für WMS durchführen zu können. Erstellen Sie, auf der Grundlage der gelisteten Kenntnisse Schulungs- und Testunterlagen. Bedenken Sie dabei bitte, dass die Schulungsunterlagen so zu gestalten sind, dass sie gegebenenfalls selbstständig von den Mitarbeitern durchgearbeitet werden können. Verwenden sie Tests, um zu ermitteln, welche Mitarbeiter welche Schulungen erhalten sollen, sowie um zu ermitteln, ob die Schulungen erfolgreich waren.

Für die Zusammenstellung der relevanten Themenfelder für die operative Arbeit als Requirements Engineer können Sie sich an den folgenden Aspekten orientieren und diese nach Bedarf anpassen:

- Allgemeine Logistikkennntnisse
- Allgemeine Kenntnisse über WMS
- Produktspezifische Kenntnisse über Ihr / Ihre WMS
- Fachbegriffe und Abkürzungen, die in Ihrem Unternehmen sowie allgemein im WMS-Kontext verwendet werden
- Grundkenntnisse des Requirements Engineerings (zum Beispiel „Was ist eine Anforderung?“)
- Techniken der Anforderungserhebung

- Techniken zur Prüfung von Anforderungen
- Techniken zur Priorisierung von Anforderungen
- Anwenderschulungen für jedes Softwareprodukt, das Sie für die Erstellung und Verwaltung von Dokumenten und Anforderungen im Requirements Engineering einsetzen
- Vorgaben an Anforderungsdokumente, zum Beispiel einzuhaltende Standards
- Techniken der Dokumentation von Anforderungen
- Umgang mit Anforderungsänderungen

Fördern Sie den Wissensaustausch zwischen Ihren Mitarbeitern durch geplante Veranstaltungen, in denen Herausforderungen, positive Erfahrungen oder neue Impulse für das Requirements Engineering vorgestellt und diskutiert werden können. Lassen Sie das gesamte Team davon profitieren und erarbeiten Sie gemeinsam zukünftige *Best Practice-Lösungen*. Bitte beachten Sie dabei, dass eine offene Fragenkultur keine strukturierte Schulung ersetzen kann und dass Einzelgespräche die Ausbildung individueller Vorgehensweisen Einzelner tendenziell begünstigen.

Halten Sie Ihre Kenntnisse sowie die Ihrer Mitarbeiter auf dem neuesten Stand. Das Requirements Engineering verfügt über einen aktiven Forschungsbereich, von dem auch Sie profitieren können. Laden Sie externe Referenten ein, um über ausgewählte Aspekte des Requirements Engineerings mehr zu erfahren. Tauschen Sie sich mit anderen WMS-Anbietern aus oder greifen Sie auf Erfahrungsberichte und Forschungsbeiträge zurück um von den Erfahrungen anderer zu profitieren und Ihren Requirements Engineering-Prozess weiter zu verbessern.

8.3. Optimieren Sie Ihre Dokumente

Anforderungsdokumente bilden die Basis für die (Weiter-)Entwicklung und kundenspezifische Anpassung Ihres WMS. Dabei arbeiten verschiedene Interessensgruppen mit den Anforderungsdokumenten, deren Erwartungen an die Dokumente nicht immer erfüllt werden.

Stimmen Sie Ihre Dokumente und Dokumentenstrukturen des Requirements Engineerings auf die *Anforderungen aus Ihrem Arbeitsumfeld* (siehe [1]) ab. Beachten Sie dabei Abhängigkeiten und Widersprüche zwischen verschiedenen Anforderungen. Ermitteln Sie, welche Anforderungsarten und ergänzenden Informationen insgesamt benötigt werden. Prüfen Sie ob Ihre Anforderungsdokumente die ermittelten Anforderungen erfüllen. Ist dies nicht der Fall, passen Sie Ihre Anforderungsdokumente an die Anforderungen an. Legen Sie die *Struktur Ihrer Anforderungsdokumente* fest (siehe [2]). Passen Sie die Struktur Ihrer Anforderungsdokumente an. Fixieren mit einem *Glossar* (siehe [3]) das Begriffsverständnis, dass Ihren Dokumenten zugrunde liegt.

[1] Anforderungen aus Ihrem Arbeitsumfeld

Ermitteln Sie die *Anforderungen aus Ihrem Arbeitsumfeld* an die Dokumente, indem Sie Ihr verwendetes *Vorgehensmodell der Softwareentwicklung* (siehe [1a]) sowie die *Zielgruppen* (siehe [1b]), die mit Ihren Dokumenten arbeiten berücksichtigen. Darüber hinaus können Sie bei Bedarf weitere Anforderungen aus Ihrem Arbeitsumfeld ergänzen.

[1b] Anforderungen basierend auf dem Vorgehensmodell

Sie haben sich in der Softwareentwicklung für ein Vorgehensmodell entschieden. Vielleicht setzen Sie ein klassisches sequenzielles Vorgehensmodell, wie das Wasserfallmodell oder V-Modell, ein oder Sie nutzen ein agiles Vorgehensmodell, wie Scrum.

Stimmen Sie die Dokumente, die Sie im Requirements Engineering erstellen auf Ihr Vorgehensmodell ab. Prüfen Sie dazu zunächst, welches Vorgehensmodell in welcher Phase des WMS-Projekts eingesetzt wird. Dabei ist es möglich, dass Sie in den einzelnen Phasen unterschiedliche Vorgehensmodelle vorfinden. Ist dies der Fall, prüfen Sie ob eine Vereinheitlichung geplant ist und richten Sie, sofern möglich, die weiteren Schritte an dem zukünftigen Vorgehen aus. Ermitteln Sie dann, welche

Anforderungen aus dem/den Vorgehensmodell(en) heraus an die Anforderungsdokumentationen gestellt werden.

Sollten verschiedene Vorgehensmodelle parallel verwendet werden, sind gegebenenfalls auch unterschiedliche Arten der Dokumentation zu verwenden. Definieren Sie in diesem Fall die Schnittstellen und legen Sie fest, welche Arten von Anforderungen und Informationen in welcher Form übergeben werden sollen.

Sofern Sie ein agiles Vorgehensmodell nutzen, sollten Sie die aktuellen Forschungen und Diskussionen im Themenfeld *agiles Requirements Engineering* verfolgen.

[1b] Anforderungen der Zielgruppen

Anforderungsdokumente sowie ergänzende Dokumentation im Rahmen des Requirements Engineerings für WMS werden mit unterschiedlichen Zielen erstellt und sollen den Erwartungen verschiedener Zielgruppen genügen. So werden diese Dokumente unter anderem als Vertragsgrundlage zwischen dem Kunden und Ihrem Unternehmen sowie als Basis für die Softwareentwicklung und Anpassung durch die Entwickler verwendet.

Stimmen Sie die in Ihrem Unternehmen verwendeten Dokumente des Requirements Engineerings auf die Bedürfnisse Ihrer Zielgruppen ab. Führen Sie dazu zunächst eine *Zielgruppenanalyse* durch, bei der Sie ermitteln, welche Zielgruppen mit Ihren Dokumenten aus dem Requirements Engineering arbeiten. Optional können Sie für jede der Zielgruppen Persona erstellen, die Sie für die weiteren Optimierungsschritte einsetzen können. Ermitteln Sie dann die *Anforderungen der einzelnen Zielgruppen* an die Anforderungsdokumente. Sofern Sie eine Requirements Management Software oder eine Application Lifecycle Software verwenden (siehe auch Kapitel 8.4), können Sie Sichten für die einzelnen Interessengruppen definieren und darauf basierend Daten für die verschiedenen Gruppen extrahieren. Prüfen Sie, andernfalls, ob die Erstellung verschiedener Dokumente sinnvoll ist.

Als mögliche Zielgruppen, die mit den von Ihnen erstellten Anforderungsdokumenten arbeiten, sollten Sie insbesondere die folgenden betrachten und diese Liste, sofern erforderlich, anpassen:

- Mitarbeiter beim Kunden, wie Entscheidungsträger oder operative Mitarbeiter im Lager
- WMS-Projektleiter in ihrem Unternehmen
- Mitarbeiter der WMS-Produktentwicklung, zum Beispiel Ideengeber
- Mitarbeiter der WMS-Softwareentwicklung, wie Softwarearchitekten oder Softwareentwickler
- Mitarbeiter aus dem Bereich Softwarequalitätssicherung, wie Testingenieure

Bei der Erhebung der Anforderungen an die Dokumente aus Sicht der Zielgruppen können Sie die folgenden Fragen als Orientierung verwenden, die Sie nach Bedarf anpassen können:

- Welche Inhalte sind für die Zielgruppe relevant?
- Welche Arten von Anforderungen sind für die Zielgruppe relevant?
- In welcher Form und nach welcher Struktur sollten Anforderungen für die Zielgruppe dokumentiert sein?
- Welche Modellierungssprachen sind in der Dokumentation für die Zielgruppe zu verwenden?
- Welchen Umfang und welches Detaillevel sollte die Dokumentation für die Zielgruppe haben?
- Welche Begriffe sind abgestimmt auf die Zielgruppe zu verwenden?
- Welche (externen) Standards werden fordert die Zielgruppe für Anforderungsdokumente?

[2] Struktur Ihrer Anforderungsdokumente festlegen

Standardisierte Dokumentenstrukturen können die tägliche Arbeit mit Anforderungsdokumenten vereinfachen. So unterstützen Standards bei der Dokumentenerstellung, indem Entscheidungen zur Gestaltung des Dokuments entfallen und anhand der Struktur bereits geprüft werden kann, ob alle vorgesehen Themen betrachtet wurden. Des Weiteren erleichtern Standards die Orientierung im Dokument sowie das Auffinden von Informationen. Neben internen Standards können Sie dabei auch auf extern entwickelte Standards zum Beispiel der IEEE oder des VDI zurückgreifen. Dabei können externe Standards

von Kunden gefordert sein oder aber ihr Einsatz kann die Akzeptanz für den von Ihnen verwendeten Standard auf Kundenseite erhöhen.

Definieren Sie die Struktur für alle Ihre Dokumente, die im Rahmen des Requirements Engineerings erstellt werden, indem Sie die *Inhalte abstimmen und gliedern* (siehe [2a]) sowie festlegen wie eine *Anforderung dokumentiert* werden soll (siehe [2b]).

[2a] Inhalte abstimmen und gliedern

Legen Sie fest, welches Dokument für welchen Zweck verwendet wird. Prüfen Sie anhand Ihrer Anforderungen an die Dokumente (siehe [1]), welche Inhalte abzubilden sind. Gruppieren Sie diese Inhalte und ordnen Sie diese den verschiedenen Dokumenten und Kapiteln zu. Sofern Sie eine auf das Requirements Management ausgelegte Software verwenden (siehe Kapitel 8.4), kann die Zuordnung über Sichten erfolgen. Prüfen Sie anhand Ihrer Anforderungen an die Dokumente (siehe [1]), welche Standards einzuhalten sind oder welche Standards für Sie passend sind. Wählen Sie einen Standard oder generieren Sie einen eigenen Standard für Ihre Dokumente. Vermitteln Sie ihren Mitarbeitern, wie mit dem Standard zu arbeiten ist und wo projektspezifische Anpassungen vorzunehmen sind (siehe Kapitel 8.2).

Hier können Ihnen unter anderem die folgenden externen Standards und Richtlinien eine Orientierung bieten.

- ISO/IEC/IEEE 29148 „Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering“
- ISO/IEC/IEEE 12207 „Systems and software engineering – Software life cycle process“
- VDI Richtlinie 3601 „Warehouse-Management-Systeme“ (Diese Richtlinie ist kein Dokumentenstandard. Ihre Struktur kann dennoch als Orientierung verwendet werden.)
- Diverse VDI Richtlinien zu Lastenheften und Pflichtenheften zum Beispiel die VDI Richtlinie 2519 „Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten/Pflichtenheften“
- MIL STD 498 „Software development and documentation“ (Dies ist ein durch die ISO/IEC/IEEE 12207 abgelöster Militärstandard der eine klare Dokumentenstruktur vorgibt.)

[2b] Anforderungen dokumentieren

Legen Sie im Rahmen der Neustrukturierung Ihrer Dokumente auch fest, in welcher Form Anforderungen zu dokumentieren sind. Nutzen Sie Anforderungsschablonen. Setzen Sie vorbereitete Textschablonen für Standardtextelemente ein, die in einem Großteil der Projekte identisch verwendet werden können. Legen Sie fest, welche Inhalte Ihrer Dokumente mit grafischen Darstellungen und Modellen unterstützend dokumentiert werden. Legen Sie dabei auch fest, welche Modellierungssprache oder Notation eingesetzt werden soll.

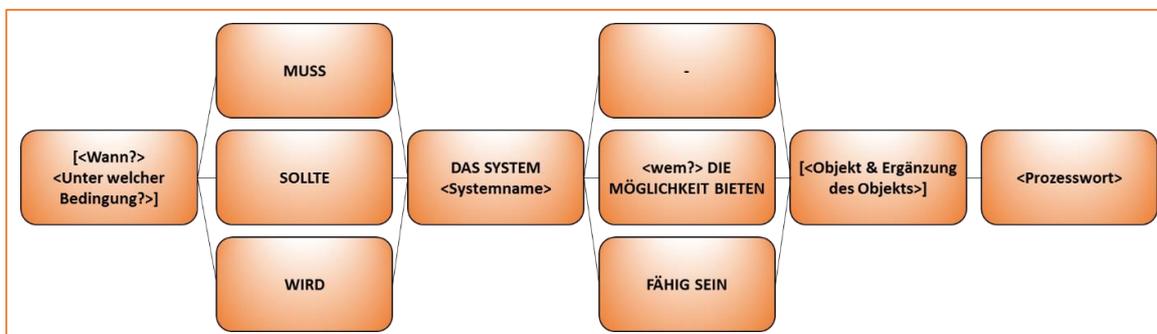


Abbildung 44: Anforderungsschablone; nach [Rupp et al.; 2009], Seite 162 ff.

Anforderungsschablonen sind Satzschablonen für Anforderungen, die Ihnen dabei helfen können eine einheitliche Struktur für Anforderungen vorzugeben und Mehrdeutigkeiten aufgrund der For-

mulierung zu reduzieren. Des Weiteren sensibilisieren Anforderungsschablonen dafür, was Anforderungen sind und in welchem Umfang diese zu dokumentieren sind, und können so den Requirements Engineer unterstützen. Beispiele für deutsch- und englischsprachige Anforderungsschablonen finden Sie bei den SOPHISTen^{364,365} (vergleiche Abbildung 44).

In Textschablonen können Sie zum Beispiel Informationen über Ihr Unternehmen sowie Informationen und Beschreibungen des Leistungsumfangs Ihres WMS-Standardprodukts aufführen.

[3] Glossar einsetzen

Natürliche Sprachen, wie Deutsch und Englisch sind häufig mehrdeutig und enthalten homonyme Begriffe. Des Weiteren variieren die in der Logistik sowie im WMS-Umfeld existierenden Fachbegriffe.

Erstellen Sie zunächst ein unternehmensinternes Glossar, in dem Sie alle verwendeten Fachbegriffe und Abkürzungen der verschiedenen Teams, die an WMS-Projekten arbeiten, zusammentragen. Kennzeichnen Sie synonyme Begriffe und klären Sie unternehmensintern, welche dieser Begriffe bevorzugt zu verwenden sind. Ergänzend können Sie Ihr Glossar auch mit der VDI Richtlinie 3601 „Warehouse-Management-Systeme“³⁶⁶ abgleichen und daran anpassen. Erstellen Sie zu Beginn eines jeden Kundenprojekts zusammen mit dem Kunden ein gemeinsames Glossar. Kennzeichnen Sie auch hier synonyme Begriffe und klären Sie, welche der Begriffe im Projekt zu verwenden sind.

Die zu verwenden Begriffe können dabei abhängig von der Zielgruppe variieren (vergleiche [1b]).

Betrachten Sie hierzu auch den Punkt „1. Prozessverständnis (Geschäftsprozesse)“ im „Projektleitfaden für die erfolgreiche Einführung eines Warehouse Management Systems (WMS)“ des Teams Warehouse Logistics am Fraunhofer IML.³⁶⁷

8.4. Verwenden Sie geeignete Softwarewerkzeuge

Für das Requirements Engineering existieren Softwarewerkzeuge, die auf mögliche Anforderungen im Bereich des Requirements Engineerings spezialisiert sind und dortige Aufgaben und Prozesse unterstützen.

Requirements Management Software

Nutzen Sie geeignete Software um Ihren Requirements Engineering-Prozess zu unterstützen. Erfassen Sie zunächst, welche Softwareprodukte in Ihrem Unternehmen aktuell für Aufgaben aus dem Requirements Engineering sowie für die Verwaltung von Anforderungsdokumenten eingesetzt werden. Ermitteln Sie, welche Anforderungen in ihrem Unternehmen an die Software für das Requirements Management bestehen. Dabei können Sie sich an den unten aufgeführten Aspekten orientieren. Prüfen Sie, ob Ihre aktuelle Lösung diese Anforderungen erfüllt. Sollte dies nicht der Fall sein, nehmen Sie Anpassungen an der Softwarelandschaft für das Requirements Management vor. Prüfen sie dabei insbesondere, ob Requirements Management Software oder Application Lifecycle Software für Ihr Einsatzgebiet geeignet sind. Bedenken Sie dabei, dass Software für das Requirements Management ebenso gewissenhaft auszuwählen ist wie ein WMS, und setzen Sie nicht einfach auf das erst beste Produkt.³⁶⁸

Um Anforderungen an eine Software für das Requirements Management in Ihrem Unternehmen zu erfassen, sollten Sie die folgenden Aspekte berücksichtigen und bei Bedarf weitere für sie relevante Punkte ergänzen:

- Eingesetztes Vorgehensmodell der Entwicklung

364 Vergleiche unter anderem [Sophisten; 2016].

365 Vergleiche unter anderem [Rupp et al.; 2009].

366 Vergleiche [VDI 3601; 2015].

367 Vergleiche [IML Team; 2016], Seite 4.

368 Ein erster Vergleich von Softwarewerkzeugen des Requirements Managements auf der Basis von Anwendungsfällen aus dem WMS-Kontext wurde in [Wohlgemuth; 2016b] betrachtet.

- Zielgruppen, die mit der Software oder deren Datenausgaben arbeiten
- Bereits definierte Dokumentenstrukturen die abzubilden sind
- Möglichkeiten Anforderungsänderungen vorzunehmen
- Benachbarte Softwareprodukte, zum Beispiel für das Testen der Software und deren Schnittstellen

Sofern Sie eine entsprechende Software einführen wollen, sollten Sie neben den genannten Aspekten auch die folgenden Kriterien berücksichtigen:

- Werden die benötigten Dokumentenformate, zum Beispiel für die Übergabe an den Kunden unterstützt?
- Welche Schnittstellen bestehen zu anderen Systemen?
- Anwendbarkeit / Usability der Software
- Preis-/Leistungsverhältnis
- Wird die Verfolgbarkeit des Status einer Anforderung unterstützt?
- Existiert eine Versionsverwaltung?

Sofern in Ihrem Unternehmen mehr als eine Software aus dem Bereich Requirements Management, Application Lifecycle Software oder Dokumentenverwaltung eingesetzt wird, sollten Sie darüber hinaus prüfen, ob die Anzahl der verwendeten Softwareprodukte reduziert werden kann. Prüfen Sie dafür, welche Ihrer Anforderungen von welchen Produkten erfüllt werden können und welche Eigenschaften für und gegen den Einsatz einzelner Produkte sprechen.

Geht es um die Auswahl von für den Anwendungsfall geeigneter Software, können Methoden des COTS-basierten Requirements Engineering eingesetzt werden. Dabei finden Sie unter diesem Begriff in den Fachveröffentlichungen verschiedene Vorgehensweisen, wie ein geeignetes Produkt ausgewählt werden kann.³⁶⁹

Dokumentenverwaltung

Innerhalb eines Projektes entstehen aufgrund von Anpassungen neue Dokumentenversionen und es ist wichtig sicherzustellen, dass stets mit der aktuellen Version gearbeitet wird. So sollten zum Beispiel für die Entwicklung stets die aktuell gültigen Anforderungen berücksichtigt werden. Setzen Sie eine Software ein, die Sie bei der Dokumentenverwaltung unterstützt. Dabei können diese Produkte auf neue Dokumentenversionen aufmerksam machen oder den Zugriff auf alte Versionen beschränken.

Ermitteln Sie Ihre Anforderungen an die Dokumentenverwaltung. Prüfen Sie ob in Ihrem Unternehmen diese Anforderungen bereits durch verfügbare Software abgedeckt werden. Sollte dies nicht der Fall sein, passen Sie Ihre Softwarelandschaft entsprechend an. Bedenken sie dabei, dass Software zur Dokumentenverwaltung gegebenenfalls in allen Bereichen Ihres Unternehmens eingesetzt werden kann und deren Einsatz nicht auf das Requirements Engineering beschränkt ist. Beachten Sie des Weiteren, dass für die Dokumentenverwaltung innerhalb des Requirements Engineerings neben reinen Dokumentenverwaltungsprogrammen auch Repository Software, Requirements Management Software und Application Lifecycle Software entsprechende Funktionen bereitstellen.

8.5. Legen Sie fest wie Anforderungen zu prüfen sind

Anforderungen sollten nach verschiedenen Kriterien geprüft werden, um Komplikationen und Fehler in nachfolgenden Arbeitsschritten zu reduzieren.

Legen Sie verbindlich fest, nach welchen Kriterien Anforderungen an das WMS in Ihrem Unternehmen überprüft werden sollen. Orientieren Sie sich dabei an der folgenden Aufstellung generell für den WMS-Kontext zu empfehlender Prüfungen.

³⁶⁹ Eine auf die Auswahl von WMS fokussierte Zusammenstellung von COTS-Techniken wurde in [Wohlgemuth; 2014], Seite 28 ff. sowie 44 ff. vorgestellt.

- Prüfen Sie Ihre Anforderungen auf die *Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen*. Anforderungen sollten beschreiben was zu realisieren ist und dabei den Mitarbeitern der Softwareentwicklung Freiräume lassen eine geeignete Umsetzung zu wählen.
- Prüfen Sie die erhobenen Anforderungen auf *Vollständigkeit*. Nutzen Sie dafür das Wissen verschiedener Personengruppen, indem verschiedene Personen (einschließlich des Kunden) die Anforderungsdokumente prüfen. Nutzen Sie Hilfsmittel wie *Checklisten* mit häufig auftretenden Anforderungen, Modelle der intralogistischen Abläufe, *Modelle der Systemumgebung* sowie *Modelle (Mock-ups) der Benutzeroberflächen* um Ihre Anforderungen auf Vollständigkeit zu prüfen. Beachten Sie, dass Anforderungen unabhängig davon, wie gut sie formuliert sind und wie viele Anforderungen erfasst wurden, stets Interpretationsspielräume und implizite Anforderungen enthalten können.
- Prüfen Sie die erhobenen Anforderungen auf Widersprüche. Das frühzeitige Aufdecken und Auflösen von Widersprüchen vermeidet Konflikte in späteren Projektphasen.
- Prüfen Sie, welche Anforderungen durch Nutzung des Standardleistungsumfangs Ihres WMS erfüllt werden.
- Führen Sie strukturelle Prüfungen der Anforderungen durch, sofern Sie Requirements Management Software einsetzen, die *strukturelle Prüfungen* unterstützt. Die Möglichkeiten struktureller Prüfungen reichen dabei von der Prüfung, ob Datenfelder, die einer Anforderung zugeordnet wurden, ausgefüllt sind, bis hin zu komplexen Prüfverfahren auf der Basis semantischer (Bedeutungs-) und syntaktischer (Struktur-)Analysen.

Anmerkung: Die Durchführung prüfender Tätigkeiten bedeutet im Projektkontext zunächst einen erhöhten Aufwand, der nicht unmittelbar in der Phase des Requirements Engineerings einen Nutzen zeigt. Beachten Sie, dass der Nutzen von Prüfungen innerhalb der Phase des Requirements Engineerings darin besteht, Komplikationen in folgenden Arbeitsschritten, wie der Entwicklung oder dem Testen, zu reduzieren. Führen Sie zunächst andere Optimierungen Ihres Vorgehens im Requirements Engineering durch, bevor Sie die Prüfungen anpassen, um die Akzeptanz für Veränderungen zu erhöhen.

8.6. Ermitteln Sie Einflussfaktoren

Wie Requirements Engineering im WMS-Umfeld durchgeführt wird und welche Techniken, Methoden, Vorgehensweisen und Werkzeuge für ein WMS-Projekt zu verwenden sind, ist abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren, zu denen unter anderem die *Art des WMS-Projekts*, die *Kundenmitarbeit*, die *Ausrichtung der WMS-Entwicklung* sowie die *Zielgruppen Ihrer Anforderungsdokumente* gehören.

Ermitteln Sie deshalb bereits in der Vorbereitungsphase ihres WMS-Projekts, welche Einflussfaktoren vorliegen, und passen Sie Ihren Requirements Engineering-Prozess abhängig von diesen Einflussfaktoren an. Beachten Sie dabei, dass neben den hier genannten Einflussfaktoren weitere existieren können (zum Beispiel Ihr *Vorgehensmodell der Entwicklung*, die *Unternehmens- beziehungsweise Betriebsart* oder der *Automatisierungsgrad des Lagers*), von denen einige erst in späteren Phasen des WMS-Projekts identifiziert werden können.

Wie Sie, abhängig von den identifizierten Einflussfaktoren Ihr Requirements Engineering für WMS anpassen können ist den anderen Handlungsempfehlungen zu entnehmen. Dabei finden Sie in Kapitel 8.3 Empfehlungen zu Ihren Anforderungsdokumenten, in Kapitel 8.4 Empfehlungen für den Einsatz von Softwarewerkzeugen und in Kapitel 8.7 Empfehlungen zur Anforderungsermittlung.

Für die Ermittlung der Einflussfaktoren können Sie eine Checkliste, wie die Folgende verwenden:

- Ausrichtung der Entwicklung
 - Kundenspezifische Anpassung / Entwicklung
 - Produktentwicklung
- Art des WMS-Projekts
 - Retrofit eines bestehenden Systems
 - Erweiterung eines bestehenden Systems
 - Ablösung eines bestehenden Systems
 - Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager

- Neuprojekt / Neues Lager
- Kundenmitarbeit
 - Sehr geringe Mitarbeit
 - Geringe Mitarbeit
 - Mittlere Mitarbeit
 - Hohe Mitarbeit
 - Sehr hohe Mitarbeit

8.7. Nutzen Sie geeignete Techniken der Anforderungsermittlung

Wie Anforderungen an WMS ermittelt werden können und welche Techniken dabei einzusetzen sind, hängt von verschiedenen Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren ab.

Setzen Sie abgestimmt auf das jeweilige WMS-Projekt geeignete Techniken der Anforderungsermittlung ein. Kombinieren Sie dabei ausgewählte Techniken, um die Stärken der einzelnen Techniken auszuschöpfen. Ermitteln Sie dafür zunächst die Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren (siehe Kapitel 8.6). Wählen Sie dann die für Ihr WMS-Projekt passende Kombination der Erhebungstechniken aus.

Wählen Sie die für Ihr WMS-Projekt geeigneten Techniken der Anforderungsermittlung, indem Sie die *Besonderheiten des WMS-Marktes* beachten (siehe [1]), bestehende *Herausforderungen* Ihrer Projekte einbeziehen (siehe [2]), Ihre *Entwicklungsausrichtung* (für das Kernprodukt oder für den Kunden) berücksichtigen (siehe [3]), die *Phase des WMS-Projekts* einbeziehen (siehe [4]), die *Art des WMS-Projekts* berücksichtigen ([5]) sowie den Umfang der *Kundenmitarbeit* beachten (siehe [6]).

Im Folgenden werden Entscheidungsmatrizen vorgestellt, die Sie bei der Auswahl der Ermittlungstechniken unterstützen. Dabei wird in den meisten Fällen unterschieden, ob eine Technik

- eine hohe Eignung für den Kontext besitzt, bisher aber nicht verstärkt genutzt wird,
- eine hohe Eignung für den Kontext besitzt, und bereits verstärkt genutzt wird oder
- eher ungeeignet ist für den Anwendungsfall.

Beachten Sie dabei, dass dies generelle Empfehlungen für WMS-Projekte sind, die Sie nach Ihren Erfahrungen und Einschätzungen weiter anpassen können. Beachten Sie des Weiteren, dass die verschiedenen Einflussfaktoren parallel auftreten können und somit Wechselwirkungen für die Eignung der Techniken bestehen.

[1] Besonderheiten des Requirements Engineering für den WMS-Markt

Requirements Engineering im WMS-Umfeld weist nischenspezifische Besonderheiten auf. Dies betrifft auch die Eignung von Techniken der Anforderungsermittlung.

Nutzen Sie neben den allgemein etablierten Befragungstechniken verstärkt Beobachtungstechniken und artefaktbasierte Techniken für die Anforderungsermittlung im WMS-Umfeld. Prüfen Sie stets, ob Empfehlungen über geeignete Techniken des Requirements Engineerings auch für Ihren Anwendungsfall zutreffend sind. Dies gilt insbesondere, wenn Sie auf Empfehlungen für das Requirements Engineering zurückgreifen, die nicht auf WMS-Projekte ausgelegt sind.

[2] Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von bestehenden Herausforderungen

Sie werden in WMS-Projekten mit verschiedenen Herausforderungen konfrontiert. Die Verwendung geeigneter Ermittlungstechniken unterstützt Sie und trägt dazu bei, die Auswirkungen einzelner Herausforderungen abzuschwächen oder aufzulösen.

Wählen Sie abhängig von bestehenden Herausforderungen, geeignete Ermittlungstechniken für Ihr WMS-Projekt. Nutzen Sie dafür die in Tabelle 10 vorgestellte Entscheidungsmatrix.

Tabelle 10 zeigt eine Entscheidungsmatrix für die Auswahl von Ermittlungstechniken abhängig von kritischen Herausforderungen im WMS-Projektcontext. Neben den dort aufgeführten kritischen Herausforderungen gibt es weitere, auf die im Folgenden kurz eingegangen wird.

Kategorie	Technik	Unklare / variiende Zielvorstellungen des Kunden	Geringe Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen des Kunden	Unzureichende Kenntnisse der eigenen Prozesse oder IT (Kunde)	Unzureichende Vor- / Nachbereitung durch Kundenmitarbeiter	Hohe Komplexität des Lagers / der Prozesse	Hohe Komplexität der umgebenden IT-Systeme	Unvollständige / überholte Unterlagen / Dokumentation	Unklare / veränderliche Spezifikationen der umgebenden IT-Systeme	Implizite Anforderungen
	Technik									
Befragungstechniken	Leitfadeninterviews		✗							✓
	Offene Interviews		✗		✓			✓		✓
	Abfrage von Business-Use-Cases	✓	✗					✓		
	Fokusgruppen	✓	✗		✓			✓	✓	
	On-Site-Customer		✗					✓		✓
	Selbstaufschreibung		✗							✗
	Anfrage von User-Stories		✗					✓		
	Geschlossenes Interview		✗							
	Umfrage	✓	✗					✓		✓
Beo.- Tech.	Feld- /Arbeitsplatzbeobachtung		✓		✓	✓		✓		✓
	Video-/Bildanalyse		✓		✓	✓		✓		
	Apprenticing / Einarbeiten		✓		✓	✓		✓		
Kreativitäts-techniken	Brainstorming	✓								✓
	Perspektivenwechsel	✓								✓
	Analogiebildung									
	Mehrstufige Methoden									
Artefaktbasierte Techniken	Schnittstellen-Analyse		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Benutzerschnittstellen-Analyse		✓	✓	✓	✓				✓
	Dokumentenanalyse		✓	✓	✓	✓				✓
	Systemarchäologie		✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Wiederverwendung			✓	✓	✓				✓
	Code-Analyse		✓	✓	✓	✓				✓
	Cloning			✓	✓	✓				✓
	Blog, Wiki, Forum-Analyse		✓	✓	✓	✓				✓
Modell.- Tech.	Skizzen				✓	✓	✓	✓		
	Schnelle Prozessmodellierung			✓	✓	✓	✓	✓		
	Simulationsmodelle						✓			
Unterstützende Techniken	Prototypen				✓				✓	✓
	Szenarien									
	Raten / Erahnen	✓						✓	✓	✓
	Essenzbildung									
	Persona		✓							✓
Story Boarding										

Legende:
 ✓ Hohe Eignung
 ✗ Eher ungeeignet

Tabelle 10: Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von bestehenden Herausforderungen

Einer hohen Individualität des WMS-Projekts bezogen auf Abweichungen der Anforderungen vom Standardleistungsumfang kann durch die Auswahl der Ermittlungstechniken nur bedingt begegnet werden. Nehmen Sie eine deutliche *Trennung von Anforderungen und Lösungsideen* vor, da so auch noch in späteren Projektphasen eine Prüfung möglich ist, ob die Kundenanforderungen tatsächlich individuell zu entwickeln sind oder mit dem Standard abgebildet werden können. Setzen Sie darüber hinaus *Checklisten* ein, mit denen Sie Anforderungen anhand der verfügbaren Leistungen Ihres WMS erfassen und abgleichen können.

Auch Herausforderungen, die auf unklaren beziehungsweise veränderlichen Spezifikationen der umgebenden IT-Systeme basieren, sind nur bedingt mit Mitteln des Requirements Engineerings abzuschwächen. Vermitteln Sie dem Auftraggeber, welche Abhängigkeiten zwischen den Systemen bestehen und dass parallele Änderungen zu vermeiden sind. Sofern Änderungen der Umgebenden IT-Systeme parallel zum WMS-Projekt erfolgen müssen, streben Sie eine *transparente Kommunikation* an, in der Sie stets über die aktuellen Änderungen der umgebenden IT-Systeme zu informieren sind. Orientieren Sie sich, soweit möglich, an *zukünftigen Anforderungen* basierend auf der angestrebten Lösung für die umgebende IT. Nutzen Sie *Fokusgruppen* um zusammen mit den Verantwortlichen der umgebenden IT-Systeme Wechselwirkungen zu identifizieren und Anforderungen für das WMS zu ermitteln. Beachten Sie, dass *Systemschnittstellen-Analysen* gegebenenfalls mehrfach durchzuführen sind, und sorgen Sie dafür, dass vorgenommene *Änderungen kenntlich gemacht werden*. Setzen Sie *Prototypen* ein um frühzeitig einen Abgleich zwischen den erfassten und realisierten Anforderungen und den umgebenden IT-Systemen vorzunehmen.

Implizite Anforderungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Rahmen der Anforderungsaufnahme nicht thematisiert werden und dennoch von Kundenseite implizit vorausgesetzt werden. Sensibilisieren Sie Ihre Requirements Engineers für mögliche implizite Anforderungen. Nutzen Sie Ihre *Projekterfahrung, Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen* sowie *Brainstorming* und *Perspektivenwechsel* um *Checklisten* zu erarbeiten, die mögliche Kandidaten für implizite Anforderungen enthalten. Fragen Sie in *Leitfadeninterviews* oder *Umfragen* explizit, ob die Anforderungen der *Checkliste* auch für den aktuellen Kunden relevant sind. Setzen Sie, sofern möglich, *On-Site-Customer* oder *Persona* ein um auch im späteren Verlauf eines WMS-Projekts Anforderungen ermitteln zu können.

Gehören hoher Zeitdruck, hoher Erfolgsdruck, unklare Kommunikationswege, Veränderungen der Zeitvorgabe sowie eine hohe Auslastung beziehungsweise parallele Projekte zu Ihren Kernherausforderungen in WMS-Projekten, dann setzen Sie sich mit dem Themenfeld Projektmanagement und dortigen Maßnahmen vertiefend auseinander.

[3] Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von der Ausrichtung der Entwicklung

Kategorie	Produktentwicklung	Kundenspezifische Entwicklung
Befragungstechniken		●
Beobachtungstechniken		✓
Kreativitätstechniken	✓	✓
Artefaktbasierte Techniken	✓	✓
Modellierende Techniken		✓
Unterstützende Techniken	✓	

Legende:
 ✓ Hohe Eignung, wird wenig genutzt
 ● Hohe Eignung, wird verstärkt genutzt
 ✗ Eher ungeeignet

Stimmen Sie die für das Requirements Engineering verwendeten Ermittlungstechniken darauf ab, ob Anforderungen für die kundenspezifische Entwicklung oder für die generelle Produktentwicklung Ihres WMS erhoben werden. Nutzen Sie dafür die Entscheidungsmatrix in Tabelle 11.

Prüfen Sie für die Produktentwicklung, ob sie verstärkt mit innovativen Ideen neue Anforderungen für WMS erschließen wollen oder ob sie primär auf dem WMS-Markt gefestigte Anforderungen mit ihrem Produkt erfüllen wollen. Wählen Sie abhängig von dieser Entscheidung darauf abgestimmte Techniken zur Anforderungserhebung aus. Setzen Sie *Kreativitäts-techniken* ein, um neue Ideen zu erarbeiten und verwenden Sie *unterstützende Techniken* wie *Persona* und *Prototypen* um diese Ideen auf die Akzeptanz Ihrer Zielgruppe zu prüfen. Setzen Sie Zielgruppenanalysen und *Persona* ein, um bestehende Anforderungen der Zielgruppe zu identifizieren. Setzen Sie artefaktbasierte Techniken ein, um Anforderungen mit Hilfe von *Feedback Systemen* und ergänzenden Datenanalysen automatisiert aus Logfiles Ihrer WMS-Installationen sowie aus dem Anwenderverhalten zu extrahieren. Beachten Sie, dass *Feedback-Systeme* aktuelle Forschungsthemen im Requirements Engineering sind.

Tabelle 11: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig davon ob eine kundenspezifische Entwicklung oder eine Produktentwicklung erfolgt

Sofern Ihr Unternehmen an der Produktentwicklung des WMS beteiligt ist, sollten Sie sich vertiefend mit etablierten Meinungen und Forschungsergebnissen aus dem Themenfeld Requirements Engineering für die Produktentwicklung vertraut machen und auf dieser Basis Ihren Requirements Engineering Prozess weiter optimieren.

[4] Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von der Phase des WMS-Projekts

Kategorie	Technik	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenheft	Feinspezifikation / Pflichtenheft
Befragungstechniken	Leitfadeninterviews		▬	●	●
	Offene Interviews	●	▬	▬	▬
	Abfrage von Business-Use-Cases		▬	▬	▬
	Fokusgruppen	✘	▬		✓
	On-Site-Customer	✘	✘	▬	▬
	Selbstaufschreibung	▬	▬	▬	✘
	Anfrage von User-Stories		✓	✓	
	Geschlossenes Interview	✘	▬	✘	✘
	Umfrage	✘	✓	✓	✘
Kreativitäts-techniken	Feld- /Arbeitsplatzbeobachtung	✓	●	●	●
	Video-/Bildanalyse		✓	▬	✓
	Apprenticing / Einarbeiten	✘			✓
	Brainstorming	▬	▬	✓	▬
	Perspektivenwechsel		▬	✓	▬
Artefaktbasierte Techniken	Analogiebildung		✓	▬	
	Mehrstufige Methoden	✘	▬		
	Schnittstellen-Analyse	✘	●	●	●
	Benutzerschnittstellen-Analyse	✘	●	●	●
	Dokumentenanalyse	✘	●	●	▬
	Systemarchäologie	✘	▬	●	▬
	Wiederverwendung	✘	✓		▬
	Code-Analyse	✘	✓		▬
Modell-Techniken	Cloning	✘	✘		▬
	Blog, Wiki, Forum-Analyse	✘		✓	
	Skizzen	▬	✓	✓	✓
Unterstützende Techniken	Schnelle Prozessmodellierung		✓	✓	✓
	Simulationsmodelle	✘		▬	✓
	Prototypen	✘	✘		✓
	Szenarien	✘	▬	▬	▬
	Raten / Erahnen	▬	▬	▬	▬
	Essenzbildung		▬	▬	▬
	Persona	✘	▬	✓	✓
	Story Boarding	✘	✘		✓

Legende:

- ✓ Hohe Eignung, wird wenig genutzt
- Hohe Eignung, wird verstärkt genutzt
- ▬ Mittlere Eignung, wird verstärkt genutzt
- ✘ Eher ungeeignet

Tabelle 12: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Phase des WMS-Projekts

Stimmen Sie die für das Requirements Engineering verwendeten Erhebungstechniken auf die jeweilige Phase des WMS-Projekts ab. Tabelle 12 zeigt eine Entscheidungsmatrix, die Sie bei der Technikauswahl unterstützt.

Führen Sie im Rahmen des Erstkontakts, sofern möglich, eine Lager- oder Standortbegehung durch. Dabei handelt es sich um eine reduzierte Variante der Feld- und Arbeitsplatzbeobachtung mit der ein Gesamtüberblick des Lagers und der Prozesse zu erlangt werden kann.

Prüfen Sie, ob die Verwendung von Prototypen für die Grobspezifikation beziehungsweise Lastenhefterstellung in Ihrem Fall geeignet ist. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Sie nach einem agilen Vorgehensmodell in der Softwareentwicklung arbeiten. Darüber hinaus ist die Verwendung von Prototypen zu begrüßen, sofern es sich dabei um Prototypen handelt, die den Standardumfang des WMS repräsentieren.

Prüfen Sie, ob die Verwendung von Prototypen für die Feinspezifikation beziehungsweise Pflichtenhefterstellung in Ihrem Fall geeignet ist. Dabei sind Prototypen bevorzugt bei der Verwendung eines agilen Vorgehensmodells einzusetzen.

[5] Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von der Art des WMS-Projekts

Kategorie	Retrofit eines bestehenden Lagers	Erweiterung eines bestehenden Lagers	Ablöse eines bestehenden Systems	Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager	Neuprojekt / Neues Lager
Befragungstechniken	●	●	●	●	●
Beobachtungstechniken	✓	●	✓	✓	✗
Kreativitätstechniken		✓			✓
Artefaktbasierte Techniken	✓	▬	✓	✓	✗
Modellierende Techniken		✓	✓	●	✓
Unterstützende Techniken		▬	▬	▬	▬

Legende:
 ✓ Hohe Eignung, wird wenig genutzt
 ● Hohe Eignung, wird verstärkt genutzt
 ▬ Mittlere Eignung, wird verstärkt genutzt
 ✗ Eher ungeeignet

Stimmen Sie die für das Requirements Engineering verwendeten Ermittlungstechniken auf die Art des WMS-Projekts ab. Beachten Sie dabei, welche Informationsquellen in Ihrem WMS-Projekt verfügbar sind. Tabelle 13 zeigt eine Entscheidungsmatrix, welche Sie bei der Technikauswahl unterstützt.

Für Neuprojekte beziehungsweise neue Lager hängt die Einsetzbarkeit von *Beobachtungstechniken* und *artefaktbasierten Techniken* davon ab, ob entsprechende Informationsquellen verfügbar sind. So ist der Einsatz von *Beobachtungstechniken* nur dann anzuraten, wenn Abläufe und Informationen für das neue Lager aus einem anderem Lager übernommen werden sollen. Des Weiteren setzt der Einsatz *artefaktbasierter Techniken* voraus, dass Artefakte, wie Dokumentationen oder Bestandsdaten, existieren, die untersucht werden können. Diese können zum Beispiel aus einem anderen Lager Ihres Kunden stammen.

Tabelle 13: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Art des WMS-Projekts

des Weiteren setzt der Einsatz *artefaktbasierter Techniken* voraus, dass Artefakte, wie Dokumentationen oder Bestandsdaten, existieren, die untersucht werden können. Diese können zum Beispiel aus einem anderen Lager Ihres Kunden stammen.

[6] Auswahl der Erhebungstechniken abhängig von der Kundenmitarbeit

Kategorie	Sehr geringe Mitarbeit	Geringe Mitarbeit	Mittlere Mitarbeit	Hohe Mitarbeit	Sehr hohe Mitarbeit
Befragungstechniken			✓	✓	✓
Beobachtungstechniken	✓	✓			
Kreativitätstechniken	✗	✗		✓	✓
Artefaktbasierte Techniken	✓	✓	✓		
Modellierende Techniken			✓	✓	✓
Unterstützende Techniken			✓		

Legende:
 ✓ Hohe Eignung, wird wenig genutzt
 ✗ Eher ungeeignet

Stimmen Sie die für das Requirements Engineering verwendeten Erhebungstechniken auf die Mitarbeit des Kunden ab. Beachten Sie dabei den Zeitumfang, den Mitarbeiter des Kunden in das WMS-Projekt investieren können, die verfügbare Zeit für Vor- und Nachbereitungen sowie die verfügbare Zeit für gemeinsame Termine. Tabelle 14 zeigt eine Entscheidungsmatrix, welche Sie bei der Technikauswahl unterstützt.

Tabelle 14: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Kundenmitarbeit

9. Zusammenfassung und Ausblick

9.1. Zusammenfassung

Die vorliegende Master-These stellt einen Brückenschlag zwischen der wissenschaftlichen Sicht auf das Requirements Engineering und der praktischen Anwendung des Requirements Engineerings für Warehouse Management Systeme (WMS) dar. Dabei stammen die Motivationen sowohl aus dem wissenschaftlichen Kontext, wo ein Informationsdefizit über produktspezifische Ausprägungen der Requirements Engineering-Praxis besteht, als auch aus dem Anwendungskontext des Requirements Engineerings für WMS, wo ein Wissensdefizit über alternative und optimal geeignete Vorgehensweisen und Werkzeuge des Requirements Engineerings feststellbar ist. Bisher fehlten hier detaillierte Informationen wie WMS-Anbieter im Requirements Engineering vorgehen, sowie fundierte und auf WMS abgestimmte Empfehlungen, wie WMS-Anbieter ihren Requirements Engineering-Prozess verbessern können.

Um diese Lücken zu schließen wurde in der vorliegenden Arbeit zunächst explorativ untersucht, wie WMS-Anbieter im Requirements Engineering vorgehen, mit welchen Herausforderungen sie dort konfrontiert sowie wie der Wissenstransfer über Requirements Engineering erfolgt. Dazu wurde eine Online-Umfrage mit 63 Hauptfragen und mehr als 300 Unteraspekten durchgeführt, für die 18 qualifizierte Antwortrückläufe erfasst wurden. Bezogen auf die Gesamtheit der WMS-Anbieter in der DACH-Region ergab sich ein Unsicherheitsintervall von +/- 16 Prozent für die erhobenen Daten.

In der vorliegenden Master-These wird erstmalig auf der Basis einer Studie aufgezeigt, welche Techniken, Methoden und Werkzeuge von den WMS-Anbietern in der DACH-Region im Requirements Engineering eingesetzt werden. Dabei werden sowohl ein Gesamtbild des Requirements Engineerings im WMS-Umfeld gezeichnet als auch projekt- und WMS-spezifische Einflussfaktoren, wie zum Beispiel die Art des WMS-Projekts (wie ein Retrofit oder ein Lagerneubau) für das gewählte Vorgehen berücksichtigt. Hierbei wurden einzelne Einflussfaktoren bestätigt, wobei insbesondere die WMS-spezifischen Einflussfaktoren, wie der Automatisierungsgrad des Lagers oder die Unternehmens- und Betriebsart auf Seiten des Kunden, entgegen vorheriger Erwartungen, mit den vorliegenden Daten nicht final bestätigt wurden. Die erhobenen Daten zeigen eine breiten Streuung je Kategorie auf, wobei im Rahmen der Anforderungsermittlung der Einsatz von Interviewformen, System- und Benutzerschnittstellen-Analysen, sowie Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen dominiert und als Werkzeuge innerhalb des Requirements Engineerings insbesondere Office Programme eingesetzt werden. Auffällig war hier, dass wiederholt WMS-Anbieter die Requirements Management Werkzeuge oder Application Lifecycle Management Systeme einsetzen angegeben haben, mehrere dieser Produkte parallel im Einsatz zu haben. Die erhobenen Daten über den Wissenstransfer zeigen den verstärkten Einsatz von unstrukturierten und offenen Formen der Wissensvermittlung, wie eine offene Fragenkultur oder das Begleiten von Projekten, auf.

Für die im WMS-Umfeld erfassten Daten sind Abweichungen zu den Ergebnissen großangelegter Studien^{370,371} über die praktische Anwendung von Requirements Engineering festzustellen, die als Anhaltspunkte verstanden werden können, dass eine Adaption des Vorgehens an den WMS-Kontext erfolgt ist. So ist für die Anforderungsermittlung der – im Vergleich zu den Ergebnissen der anderen Studien – verstärkte Einsatz von Feld- und Arbeitsplatzbeobachtungen, Prototypen, Benutzerschnittstellen-, Systemschnittstellen- und Dokumentenanalysen festzustellen. Hier ist anzumerken, dass die Datenerhebung nicht darauf ausgelegt war einen Vergleich der Daten mit anderen Studien zu unterstützen und somit nur einzelne Aspekte miteinander vergleichbar sind.

Auf der Basis der erhobenen Daten über das aktuelle Vorgehen der WMS-Anbieter wurden Optimierungspotentiale identifiziert und Hypothesen abgeleitet, wie das Requirements Engineering für WMS durch die WMS-Anbieter optimiert werden kann. Dabei wurden diese Hypothesen bereits einer ersten

370 Siehe [Adam et al.; 2015].

371 Siehe [Fricker et al.; 2014].

Validierung durch WMS-Anbieter und WMS-Berater unterzogen und die Rückmeldungen aus dem Validierungsprozess in die abschließenden Handlungsempfehlungen integriert. Hier umfassen die Handlungsempfehlung Maßnahmen in den Bereichen Wissensaustausch und Schulung, Optimierung der Dokumentenstruktur, Einsatz geeigneter Softwarewerkzeuge, Prüfung von Anforderung sowie die Auswahl geeigneter Techniken der Anforderungserhebung abhängig von Einflussfaktoren. Obgleich mit dieser Arbeit eine WMS-spezifische Optimierung des Requirements Engineerings angestrebt wurde, beziehen sich ein Großteil der markanten und priorisierten Optimierungspotentiale auf allgemeine organisatorische und strukturelle Aspekte, wie sie auch in Empfehlungen der Requirements Engineering-Literatur aufgezeigt werden. Auch wenn entsprechende Empfehlungen somit auch vor der Durchführung dieser Studie hätten ausgesprochen werden können, wurde mit der vorliegenden Master-Thesis eine objektive Wissensgrundlage geschaffen, auf deren Basis Defizite im Vorgehen der WMS-Anbieter ermittelt werden können und eine Priorisierung erfolgen kann, welche der bestehenden Defizite zuerst ausgeglichen werden sollten.

Die in dieser Arbeit aufgeführten Handlungsempfehlungen sind als Hypothesen zu betrachten, für die mit der vorgenommenen Validierung bisher nur eine erste Tendenz aufgezeigt werden konnte, dass sie zutreffend sind. So sind die Handlungsempfehlungen mit geeigneten Mitteln der hypothesenprüfenden Forschung final zu prüfen, um bestätigt oder wiederlegt zu werden.

9.2. Reflektion

Für diese Arbeit wurde bewusst ein induktiver Ansatz gewählt und eine explorative Untersuchung, unter anderem auch zur Hypothesenbildung, eingesetzt. Denn obgleich erste Kenntnisse über Requirements Engineering bei einzelnen WMS-Anbietern aus der beruflichen Erfahrung als Beraterin und Requirements Engineer für WMS vorlagen, handelte es sich dabei nicht um eine objektive Datengrundlage. Die Ableitung begründeter Thesen zur Optimierung des Requirements Engineerings für WMS-Anbieter auf dieser Erkenntnisbasis war nicht vertretbar und eine aus persönlichen Erfahrungen resultierende Einflussnahme auf die Thesenbildung nicht auszuschließen. Die auf der Basis der Online-Umfrage ermittelten Erkenntnisse darüber, wie WMS-Anbieter im Requirements Engineering vorgehen, und die hier festgestellten Ausprägungen bestätigen, dass durch den induktiven Ansatz neue und erstmals fundierte Erkenntnisse über das Requirements Engineering bei WMS-Anbietern gewonnen werden konnten. So enthalten die identifizierten Optimierungspotentiale, sowie die darauf basierenden Handlungsempfehlungen, entgegen der ursprünglichen Annahme, verstärkt grundlegende Empfehlungen zur Verbesserung des Requirements Engineerings. Bei einem deduktiven Ansatz wäre diese Ebene nicht im Fokus der Verbesserungen gewesen, womit angesichts der sichtbaren Defizite im Requirements Engineering bei den WMS-Anbietern die Anwendbarkeit von darauf aufbauenden Ergebnissen in Frage zu stellen sei.

Rückblickend ist festzuhalten, dass eine frühzeitige Identifizierung der vergleichbaren und umfassenden Studien über die praktische Anwendung des Requirements Engineerings wünschenswert gewesen wäre. Eine Abstimmung auf diese Studien (zum Beispiel Bezüglich der betrachteten Techniken der Anforderungsermittlung) hätte dazu beigetragen, die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen. Insbesondere wenn es darum geht (produktspezifische) Besonderheiten der Anwendung von Requirements Engineering herauszustellen werden geeignete Vergleichsstudien benötigt.

Insgesamt zeigt sich, dass der Umfang der Datenerhebung für die vorliegende Master-Thesis sehr groß gewählt war, was sowohl potentielle Teilnehmer der Online-Umfrage abgeschreckt und somit zu einem höheren Fehler geführt haben kann; als auch dazu führte, dass die erhobenen Daten vielfach nicht in der angestrebten Detailtiefe vorgestellt und diskutiert werden konnten. Hier ist für weitere Untersuchungen eine Aufspaltung in verschiedenen Themenfelder und die Durchführung mehrerer in sich geschlossener und dennoch aufeinander abgestimmter Untersuchungen anzuraten.

9.3. Ausblick und weitere Forschungsbedarf

Die Ergebnisse dieser Master-Thesis sollen Eingang in die praktische Arbeit bei WMS-Anbietern finden. Um dies zu ermöglichen, werden die Ergebnisse zum einem dem Team warehouse logistics am

Fraunhofer IML zur Verfügung gestellt und zum anderen an die WMS-Anbieter weitergeleitet, die an der Studie teilgenommen haben. Dazu soll in einem Exposé vorgestellt werden wie Requirements Engineering im WMS-Umfeld aktuell aussieht und ergänzend die Handlungsempfehlungen angefügt werden. Die hier zusammengestellten Handlungsempfehlungen sind bei den WMS-Anbietern in der Praxis vertiefend zu testen und sofern erforderlich weiter anzupassen. Darüber hinaus wird auch angedacht ausgewählte Aspekte dieser Theses für die Veröffentlichung in Fachzeitschriften der Logistik aufzubereiten, um so weiteren WMS-Anbietern einen Zugriff auf diese Inhalte zu ermöglichen. Wünschenswert wäre es, die Anwendung in der Praxis mit weiteren Untersuchungen bei den WMS-Anbietern begleiten zu können, um die Eignung und den Nutzen der Handlungsempfehlungen für den WMS-Kontext zuverlässig nachzuweisen oder Informationen über notwendige Anpassungen zu erhalten.

Mit der Ausrichtung auf das Ziel Informationen über die praktische Anwendung des Requirements Engineering bei WMS-Anbietern zu ermitteln, um bestehende Informationsdefizite innerhalb des wissenschaftlichen Requirements Engineering-Umfelds aufzulösen, wird auch hier angedacht die Ergebnisse dieser Studie zu veröffentlichen. Dafür soll zunächst ein Beitrag auf Fachveranstaltungen im Themenfeld Requirements Engineering oder Software Engineering eingereicht werden.

9.4. Weitere Forschungsbedarf

In der vorliegenden Master-These musste wiederholt eine Fokussierung auf ausgewählte Aspekte innerhalb des von WMS-Anbietern durchgeführten Requirements Engineering vorgenommen werden. Daraus resultiert, dass einzelne im Rahmen der Bearbeitung aufgeworfene Fragen und ergänzende Inhaltsperspektiven nicht im Detail betrachtet wurden. Hieraus ergibt sich eine Sammlung von Themen, die in weiteren Untersuchungen sowohl spezifisch für den WMS-Kontext als auch übergeordnet für die Anwendung von Requirements Engineering an anderer Stelle aufgegriffen und untersucht werden sollten. Diese umfasst insbesondere Aspekte, wie die vertiefende Betrachtung einer zielgruppenspezifischen Gestaltung von Anforderungsdokumenten sowie die Betrachtung von Einflussfaktoren, wie benachbarte Softwaresysteme, Automatisierungsgrad des Lagers, Logistikprozesse und die Unternehmens- beziehungsweise Betriebsart auf Seiten des Kunden. Sofern diese Untersuchungen ebenfalls auf Umfragen beruhen, wäre es wünschenswert mehr Teilnehmer für die Umfrage zu gewinnen und so zuverlässigere Aussagen treffen zu können.

In vielen vergleichbaren Arbeiten wurden Daten von sehr unterschiedlichen Softwareanbietern erhoben. Da aber für das Requirements Engineering wiederholt eine Abhängigkeit der Techniken und Methoden von dem Kontext in dem sie verwendet werden thematisiert wird, sollten hier weitere Untersuchungen eingesetzt werden, um die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der verschiedenen Gruppen von Softwareanbietern herauszuarbeiten. Dabei wären auch die nischenspezifischen Besonderheiten für das Requirements Engineering im WMS-Umfeld vertiefend zu untersuchen. Ausgehend von dem Fokus dieser Arbeit auf WMS wäre einer der nächsten Schritte die Untersuchung des Requirements Engineering bei Anbietern benachbarter oder ähnlicher Softwareprodukte wie den Enterprise Resource Planning Systemen (ERP) oder den Transport Management Systemen (TMS). Gerade in den Bereichen in denen funktionale oder strukturelle Gemeinsamkeiten dieser Systeme mit dem WMS vorliegen, kann vermutet werden, dass Erkenntnisse der vorliegenden Master-These übertragbar sind.

Die Ergebnisse der Umfrage zu den Requirements Engineering spezifischen Wissensquellen der befragten WMS-Anbieter können auch abseits der bereits aufgezeigten Handlungsempfehlungen und außerhalb der WMS-Unternehmen als Impuls herangezogen werden die Lehre anzupassen. Dabei sollte in der berufsvorbereitenden Wissensvermittlung in Berufsschule, Fachhochschule oder Universität sowie in der berufsbegleitenden Weiterbildung durch externe Schulungs- und Beratungsunternehmen gezielt geprüft werden ob Requirements Engineering Interdisziplinär zu betrachten ist. Hier wäre eine Sensibilisierung für Themen des Requirements Engineering oder eine Öffnung entsprechender Lehrveranstaltungen für Lernende anderer Fachbereiche als der Informatik wünschenswert.

Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis gliedert sich in die Bereiche Literatur, Normen, Datenquellen und Webseiten auf. Innerhalb jeder Gruppe werden die einzelnen Quellen in alphabetischer Reihenfolge der Autoren beziehungsweise Herausgeber aufgeführt.

Innerhalb des Literaturverzeichnisses werden Quellen die für den Fragebogen herangezogenen wurden mit einem nachgestellten Δ gekennzeichnet.

Literatur

[Adam et al.; 2015]

Adam, Sebastian; Seyff, Norbert; Wüsch, Christian; 2014/15 – RE-Kompass – Ergebnisbericht; Fraunhofer IESE, HOOD Experts in Requirements, Universität Zürich; 2015; Online unter: https://www.hood-group.com/fileadmin/user_upload/requirements/Downloads/Paper/DE/HOOD_RE-Kompass_2014_15_v1.6.pdf, Zuletzt gesichtet: 08.10.2016

[Aranda et al.; 2007]

Aranda, Jorge; Easterbrok, Steve; Wilson, Greg; *Requirements in the wild: How small companies do it*; Erschienen in: 15th IEEE International Requirements Engineering Conference RE 2007; Seite 39-48, DOI 10.1109/RE.2007.54; 2007

[Basharat et al.; 2013]

Basharat, Iqra; Fatima, Mamuna; Nisa; Rozina; Hashim, Rabia; Khanum, Assia; *Requirements Engineering Practices In Small and Medium Software Companies: An Empirical Study*; Science and Information Conference; 7.-9. Oktober 2013; London

[Basili et al.; 2014]

Basili, Victor; Trendowicz, Adam; Kowalcky, Martin; Heidrich, Jens; Seaman, Carolyn; Münch, Jürgen; Rombach, Dieter; *Aligning Organizations Trough Measurement: The GQM+ Strategies Approach*; Springer International Publishing; 2014; <http://www.fhb.fh-dortmund.de/katalog/titel/321467>

[Basili et al.; -]

Basili, Victor; Caldiera, Gianluigi; Rombach, Dieter; *The goal question metric approach*; Datum unbekannt; Online verfügbar unter: <http://www.cs.umd.edu/~mvz/handouts/gqm.pdf>; zuletzt geprüft: 22.01.2017

[Beck et al.; 2001]

Beck, Kent; Beedle, Mike; van Bennekum, Arie; Cockburn, Alistair; Cunningham, Ward; Fowler, Martin; Grenning, James; Highsmith, Jim; Hunt, Andrew; Jeffries, Ron; Kern, Jon; Marick, Brain; Martin, Robert; Mellor, Steve; Schwaber, Ken; Sutherland, Jeff; Thomas, Dave; „Manifesto for Agile Software Development“; 2001; Online verfügbar unter <http://agilemanifesto.org/>; zuletzt gesichtet 23.12.2016

[Bergmann et al.; 2016]

Bergmann, Rainer; Garrecht, Martin; *Organisation und Projektmanagement*; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg; 2. aktualisierte und erweiterte Auflage; 2016

[Berry et al.; 2005]

Berry, Daniel M.; Kamsties, Erik; *The Syntactically Dangerous ALL and PLURAL in Specifications*; IEEE Software; January/February; 2005; Online verfügbar: https://cs.uwaterloo.ca/~dberry/FTP_SITE/reprints.journals.conferences/BerryKamsties2005SyntacticallyDangerousAllPlural.pdf; zuletzt geprüft 26.07.2016

[Bortz et al.; 2006]

Bortz, Jürgen; Döring, Nicola; *Forschungsmethoden und Evaluation – Für Human- und Sozialwissenschaftler*; Springer Verlag GmbH; Heidelberg; 4. Überarbeitete Auflage; 2006

- [Boehm; 1981]
Boehm, Barry W.; *Software engineering economics*; Prentice-Hall (Prentice-Hall advances in computing science and technology series); Englewood Cliffs, NJ; 1981
- [Cox et al.; 2009]
Cox, K.; Niazi, M.; Verner, J.; *Empirical study of Sommerville and Sawyer's requirements engineering practices*; Erschienen in: IET Software; Volumen 9-2009; Seiten 339-355; DOI: 10.1049/iet-sen.2008.0076; 2009
- [Denger et al.; 2003]
Denger, Christian; Berry, Daniel M.; Kamsties, Erik; *Higher Quality Requirements Specifications through Natural Language Patterns*; In: International Conference on Software – Science, Technology and Engineering, Computer Society; Seiten 80-90; Herzlia (Israel); 2003
- [Dobson et al.; 1993]
Dobson, Jon; Strens, Ros; *Responsibility modelling as a technique for organisational requirements definition*; Erschienen in: AI (Artificial Intelligence) in Enterprise Modelling; IEEE Colloquium on (Dgest No.078); Seiten 2/1-2/3; April 1993
- [Ebert; 2008]
Ebert, Christof; *Systematisches Requirements-Engineering und Management. Anforderungen ermitteln, spezifizieren, analysieren und verwalten*; dpunkt-Verl. (Safari Books Online); 2: aktualisierte und erweiterte Auflage; Heidelberg; 2008
- [Eveleens et al.; 2008]
Eveleens, J.L.; Verhoef, C.; *The rise and fall of the Chaos report figures*; DOI 10.1.1.143.7918; 2008
- [Fricker et al.; 2014]
Fricker, Samuel A.; Grau, Rainer; Zwingli, Adrian; *Requirements Engineering: Best Practice*; Erschienen in *Requirements Engineering for Digital Health*; Springer 2014; Online verfügbar unter <http://www.fhnw.ch/personen/samuel-fricker/publikationen>; zuletzt geprüft: 11.12.2016
- [Friedrich et al.; 1995]
Friedrich, Jürgen; Herrmann, Thomas; Peschek, Max; Rolf, Arno; *Informatik und Gesellschaft*; Spektrum Akademischer Verlag; Heidelberg; Berlin; Oxford; 1995
- [Geißen et al.; 2010]
Geißen, Tim; Rudel, Martin; ten Hompel, Michael; Spee, Detlef; *WMS Marktreport 2010 – Entwicklungen und Trends des Marktes für Warehouse Management Systeme*; Verlag Praxiswissen; Dortmund; 2010
- [Geißen et al.; 2012]
Geißen, Tim; Durieux, Séverine; ten Hompel, Michale (Hrg.); Ray, Pascal (Hrg.); Fraunhofer IML; Institut Francas de Méchanique Avancée; *Étude de marché des WMS – Définition et utilisation du système de gestion d'entrepôts, et sa situation sur la marché français*; 2012
- [Geißen; 2013]
Geißen, Tim; *Weltweit zu Hause*; Erschienen in [Logistik Praxis; 2013]; Seite 62-67; 2013
- [Geißen et al.; 2014] Δ
Geißen, Tim; Fey, Robin; Freund, Nico; Grünewald, Norman; Krämer, Björn; Pott, Christoph; Skirzynski, Adrian; Wohlgemuth, Andrea; *WMS Marktreport Kompakt – Trends und Entwicklungen auf dem Markt für Warehouse Management Systeme // Ausgabe 2014*; Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; 2014; Online verfügbar unter: <http://www.warehouse-logistics.com/152/1/white-paper.html>; zuletzt geprüft: 17.05.2016
- [Glinz; 2014]
Glinz, Martin; *A Glossary of Requirements Engineering Terminology*; International requirements Engineering Board; Version 1.6; 2014; Online verfügbar unter: <https://www.ireb.org/de/cpre/cpre-glossary/>; zuletzt geprüft: 12.11.2016

- [Häder; 2015]
Häder, Michael; *Empirische Sozialforschung – Eine Einführung*; Springer Fachmedien; Wiesbaden; 3. Auflage; 2015
- [Hall et al.; 2002]
Hall, T.; Beecham, S; Rainer, A.; *Requirements problems in twelve software companies: an empirical analysis*; Erschienen in: IEEE Proceedings – Software Volume 149, Issue 5; Seite 153-160; DOI 10.1049/ip-sen:200220694; 2002
- [Hess et al.; 2016]
Hess, Anna; Dörr, Jörg; Seyff, Norbert; Rollenspezifische Sichten auf RE Artefakte basierend auf empirischen Daten; Vortrag auf dem Fachgruppentreffen Requirements Engineering der Gesellschaft für Informatik; 2016; online verfügbar unter http://fg-re.gi.de/fileadmin/gliederungen/fg-re/Treffen_2016/Vortrag_AnneHess.pdf; zuletzt geprüft 23.12.2016
- [Hood et al.; 2005]
Hood, Colin, Wiebel, Rupert ; *Optimierung von Requirements Management & Engineering*; Springer Verlag; Berlin, Heidelberg; 2005
- [Hood et al.; 2008]
Hood, Colin; Wiedemann, Simon; Fichtinger, Stefan; Pautz, Urte; *Requirements Management – The Interface Between Requirements Development and All Other Systems Engineering Processes*; Springer Verlag; Berlin, Heidelberg; 2008
- [Hruschka; 2014] Δ
Hruschka, Peter; *Business analysis und requirements engineering. Produkte und Prozesse nachhaltig verbessern*; Carl Hanser Fachbuchverlag; 1. Auflage; München; 2014
- [IML V16; 2016] Δ
Team warehouse logistics; Fragbogen zur Validierung in der Version V16; Fraunhofer IML; 2016
- [Jacob et al; 2013]
Jacob, Rüdiger; Heinz, Andreas; Déceux, Jean Philippe; *Umfrage – Einführung in die Methoden der Umfrageforschung*; Oldenbourg Wissenschaftsverlag; München; 3. Überarbeitete Auflage; 2013
- [Kamsties et al.; 2003]
Kamsties, Erik; Denger, Christian; Berry, Daniel; *Higher quality requirements specifications through natural language patterns*; Erschienen in SwSTE '03, Proceedings, IEEE International Conference on Security and Privacy; 2003; Online verfügbar unter: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1245428>; zuletzt geprüft: 30.12.2016
- [Kamsties at al.; 1998]
Kamsties, Erik; Hörmann, Klaus; Schlich, Maud; *Requirements Engineering in Small and Medium Enterprises – state-of-the-Practice, Problems, Solutions, and Technology Transfer*; Conference on European Industrial Requirements engineering CEIRE'98; 19.-20. Oktober; London
- [Künzel; 2016]
Künzel, Hansjörg; *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0 – Wettbewerbsfähige Verschlinkung auf nachhaltige und kundenorientierte Weise*; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg; 2016
- [Lauesen; 2002] Δ
Lauesen, Soren; *Software Requirements – Systems and Techniques*; Pearson Education Limited; Edinburgh; 2002
- [Logistik Praxis; 2013]
Seebauer, Petra; Kiewitt, Anja; *Software in der LOGISTIK – Prozesse steuern mit Apps*; HUSS-Verlag GmbH; München; 2013
- [Mossig; 2012]
Mossig, Ivo; *Stichproben, Stichprobenauswahlverfahren und Berechnung des minimal erforderlichen Stichprobenumfangs*; Beiträge zur Wirtschaftsgeographie und Regionalentwicklung Nr. 1-

2012; Universität Bremen; 2012; Online verfügbar unter: <http://elib.suub.uni-bremen.de/e-docs/00102479-1.pdf>; zuletzt geprüft: 30.07.2016

[Partsch; 2010] Δ

Partsch, Helmut; *Requirements-Engineering systematisch – Modellbildung für softwaregestützte Systeme*; Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, 2. Überarbeitete Auflage; 2010

[Pezzè et al.; 2009]

Pezzè, Mauro; Young, Michael; *Software testen und analysieren – Prozesse. Prinzipien und Techniken*; Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH; München; 2009

[Pohl et al.; 2015] Δ

Pohl, Klaus; Rupp, Chriss; *Basiswissen Requirements Engineering – Aus- und Weiterbildung nach IREB-Standard zum Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level*; dpunkt; Heidelberg; 4. Überarbeitete Auflage; 2015

[Raab-Steiner et al.; 2015]

Raab-Steiner, Elisabeth; Benesch, Michael; *Der Fragebogen – Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*; Facultas Verlags- und Buchhandels AG; 4. aktualisierte Auflage; 2015

[Robertson et al.; 2013] Δ

Robertson, Suzanne; Robertson, James; *Mastering the Requirements Process – Getting Requirements Right*; Addison-Wesley – Pearson Education Inc.; one Lake Street; Upper Saddle River, New Jersey; 3. Auflage; 2013

[Rupp et al.; 2009] Δ

Rupp, Chris; die SOPHISTEN; *Requirements-Engineering und -Management. Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis*; Hanser; 5. aktualisierte und erweiterte Auflage; München; 2009

[Schnell; 2012]

Schnell, Rainer; *Survey-Interviews – Methoden standardisierter Befragungen*; VS-Verlag für Sozialwissenschaften; Wiesbaden; 2012

[Sophisten; 2016] Δ

SOPHISTEN GmbH; *Requirements-Engineering “Die kleine RE-Fibel”*; SOPHIST GmbH; 3. Auflage; 2016; online verfügbar unter: <https://www.sophist.de/publikationen/wissen-for-free/>; zuletzt gesichtet: 16.09.2016

[Stade et al.; 2016]

Stade, Melanie; Seyff, Norbert; Fotrousi, Farnaz; Guzman, Emitza; Fricker, Samuel; Glinz, Martin; *Anforderungen für die Softwareweiterentwicklung durch Benutzerfeedback ermitteln*; Vortrag im Rahmen des Fachruppentreffens Requirements Engineering der Gesellschaft für Informatik; Stuttgart, 2016; online verfügbar unter: http://fg-re.gi.de/fileadmin/gliederungen/fg-re/Treffen_2016/Stade_2016_PraesentationGIFachruppentreffen_Benutzerfeedback.pdf; zuletzt geprüft 09.01.2017

[Svensson et al.; 2012]

Svensson, Richard Berntsson; Gorschek, Tony; Regell, Björn; Torkar, Richard; Shahrokni, Ali; Feldt, Robert; *Quality Requirements in Industrial Practise – An Extended Interview Study at Eleven Companies*; Erschienen in: IEEE Transactions on Software Engineering; Volume 38-2012; Seiten 923-935; 2012

[Svensson et al.; 2011]

Svensson, Richard Berntsson; Gorschek, Tony; Regell, Björn; Torkar, Richard; Shahrokni, Ali; Feldt, Robert; Aurum, Aybuke; *Prioritization of Quality requirements: State of Practice in Eleven Companies*; IEEE 19th International Requirements Engineering Conference; 2011

[Solemon et al.; 2008]

Solemon, Badariah; Sahibuddin, Shamsul; Adb Ghani, Abdul Azim; *Requirements Engineering Problems in 63 Software Companies in Malaysia*; IEEE; 2008

[Todoran et al.; 2013]

Todoran, Irina; Seyff, Norbert; Glinz, Martin; How Cloud Providers Elicit Consumer Requirements. An Exploratory Study of Nineteen Companies; Erschienen in: 2013 21st IEEE International Requirements Engineering Conference (RE); DOI: 10.1109/RE.2013.6636710; Rio de Janeiro; 2013

[VDA; 2015]

VDA QMC Working Group 13; Automotive SIG; *Automotive SPICE – Process Reference Model – Process Assessment Model*; Version 3.0; 2015; Online verfügbar unter http://www.automotivespice.com/fileadmin/software-download/Automotive_SPICE_PAM_30.pdf; zuletzt geprüft: 22.01.2017

[Wohlgemuth; 2016b] Δ

Wohlgemuth, Andrea; Arbeit zum Masterseminar – Werkzeuge des Requirements Management – Ein Vergleich auf der Basis von Anwendungsfällen aus dem Kontext von Warehouse Management Systemen; an der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik; Juli 2016

[Wohlgemuth; 2016a]

Wohlgemuth, Andrea; Forschungs- und Entwicklungsprojekt – Hintergründe der Auswahl von Logistik-IT; an der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik; Mai 2016

[Wohlgemuth; 2014] Δ

Wohlgemuth, Andrea; Bachelor Thesis – Requirements Engineering im Kontext von Warehouse Management Systemen – Anforderungen aufnehmen, analysieren und darstellen; an der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik, Oktober 2014

Normen und Richtlinien

[IEEE 1012; 2012]

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); *1012 – IEEE Standard for System and Software Verification and Validation*; New York; May 2012

[IEEE 24765; 2010]

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); *24765-2010 – Systems and software engineering – Vocabulary*; DOI: 10.1109/IEEESTD.2010.5733835; 2010

[ISO 15504; 2012]

International Organization for Standardization (ISO); International Electrotechnical Commission (IEC); *Software Process Improvement and Capability Determination*; bekannt als SPICE; 2012

[ISO 12207; 2008]

International Organization for Standardization (ISO); International Electrotechnical Commission (IEC); Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE); *Systems and software engineering – Software life cycle processes*; Second edition; 2008

[MIL STD 498; 1994]

Department of defense – United States of America; *Military standard – Software development and documentation*; Version vom 05.12.1994; Online verfügbar unter: <http://www.letu.edu/people/jay-tevis/Software-Engineering/MIL-STD-498/498-STD.pdf>; Zuletzt geprüft: 14.07.2016

[VDI 3601; 2015] Δ

Verein Deutscher Ingenieure; *VDI-3601 Warehouse-Management-Systeme*; Beuth Verlag; Berlin; September 2015

Webseiten / Onlinequellen

[Cooper; 2008]

Cooper, Alan; *The original of personas*; Artikel auf der Webseite der Firma cooper; 2008, Online verfügbar unter: https://www.cooper.com/journal/2008/05/the_origin_of_personas, zuletzt geprüft 30.12.2016

[Dow; 2007]

Dow, Howie; *Goal Question Metric (QGM) and Software Quality*; Folien einer Präsentation; Software Quality Group of New England (SQGNE); November 2007; Online verfügbar unter: <http://sqgne.org/presentations/2007-08/Dow-Nov-2007.pdf>; zuletzt geprüft: 25.09.2016

[Duden; 2016]

Bibliographisches Institut GmbH; Dudenverlag; Webseite des Duden; <https://duden.de>; zuletzt gesichtet: 10.09.2016

[FhG IAO; 2016]

Wiki Seite des Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO zu Balanced Scorecard; <http://wiki.iao.fraunhofer.de>; zuletzt geprüft 20.11.2016

[Hofstede; 2016]

hofstede centers der itim international; Webseite des hofstede centers; <https://geert-hofstede.com>; zuletzt gesichtet: 30.07.2016

[IGZ, 2016]

IGZ; Webseite der IGZ zum Thema *SAP EWM on HANA*; <https://www.igz.com/sap-warehousing/sap-module/sap-ewm/>; zuletzt gesichtet. 13.09.2016

[IML whl; 2016] ▲

Team warehouse logistics am Fraunhofer IML; Webseite der WMS Plattform warehouse logistics; <https://warehouse-logistics.com>; zuletzt gesichtet: 13.09.2016

[IML Ref.; 2016] ▲

Team warehouse logistics am Fraunhofer IML; Fragebogen der Referenzprojektvalidierung auf der Webseite der WMS Plattform warehouse logistics; <https://warehouse-logistics.com>; zuletzt gesichtet 03.10.2016

[IML Team; 2016]

Team warehouse logistics am Fraunhofer IML; Beirat warehouse logistics; Dietze, Günter; Fohrmann, Theresa; Freund, Nico; Geißen, Tim; Goldner, Daniel; Grünewald, Norman; Hribek, Mike; Krämer, Björn; Liedschulte, Dennis; Mazzocco, Christian; Pott, Christoph; Schmidt, Michael; Siebelist; André; Skirzynski; Adran; Spee, Detlef; Timofeev, Mikhail; Wohlgemuth, Andrea; Wolf, Ramon; Appel, Rainer; Branowski, Michael; Bodden-Streibühr, Michael; Eppert, Martin; Geldmacher, Fin; Lassau, Gerald; Reichert, Horst; Schränkler, Ralf; Ulbrich, Alexander; Vennemann, Stephan; *Projektleitfaden – Für die erfolgreiche Einführung eines Warehouse Management Systems (WMS)*; Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML; Version 1.4.7; 2016

[LimeSurvey; 2016]

Webseite der LimeSurvey GmbH; <https://www.limesurvey.org>, zuletzt gesichtet 19.09.2016

[MS Team; 2016]

Webseite von Microsoft; <https://msdn.microsoft.com>; zuletzt gesichtet 20.11.2016

[process4biz; 2016]

Webseite des process4.biz Softwareentwicklungs- und Vertriebs GmbH; <http://www.process4.biz>; zuletzt gesichtet 20.11.2016.

[TestLink, 2016]

Webseite des TestLink Development Teams; <http://testlink.org/>; zuletzt gesichtet 20.11.2016

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht eigener Arbeiten und Erfahrungen im Themenfeld WMS	1
Abbildung 2: Verzögerungen und Abbrüche in WMS-Projekten; Quelle: [Geißen et al.; 2014] Seite 38.	3
Abbildung 3: Vorgehensweise.....	6
Abbildung 4: Systemlandschaft WMS nach [VDI 3601; 2015] Abbildung 1	13
Abbildung 5: Beziehungen zwischen den möglichen Untersuchungszielen	29
Abbildung 6: Teilnehmer der Umfrage und Zusammensetzung des Marktes; Quelle der Daten rechts: [Geißen et al.; 2014]	49
Abbildung 7: Mitarbeiterzahlen im Bereich WMS	49
Abbildung 8: Anzahl der Mitarbeiter in der Anforderungserhebung.....	49
Abbildung 9: Rollen der Umfrageteilnehmer	50
Abbildung 10: Vorgehensmodelle in der WMS-Entwicklung	50
Abbildung 11: Top 10 – verwendete Erhebungstechniken	51
Abbildung 12: Bottom 10 – verwendet Erhebungstechniken.....	52
Abbildung 13: Von WMS-Anbietern erfasste Anforderungsarten	53
Abbildung 14: Kriterien nach denen WMS-Anforderungen geprüft werden	53
Abbildung 15: Klassifizierung von WMS-Anforderungen	54
Abbildung 16: Umgang der WMS-Anbieter mit Anforderungsänderungen	54
Abbildung 17: Dokumentation von Anforderungen bei WMS-Anbietern	55
Abbildung 18: Werkzeuge und Programme der Bearbeitung und Verwaltung von Anforderungen	55
Abbildung 19: Zentral gesteuerter Zugriff auf Daten	56
Abbildung 20: Einsatz standardisierter Dokumentenstrukturen	57
Abbildung 21: Standards nach denen WMS-Anforderungsdokumente ausgerichtet sind	57
Abbildung 22: Mittelwerte – Herausforderungen ausgehend vom Kunden.....	58
Abbildung 23: Mittelwerte – Herausforderungen im Umgang mit Anforderungen	58
Abbildung 24: Mittelwerte – Herausforderungen aus dem Projektumfeld	58
Abbildung 25: Mittelwerte – Herausforderungen aus dem Projektmanagement.....	59
Abbildung 26: Mittelwerte – Herausforderungen ausgehend vom WMS-Anbieter	59
Abbildung 27: Die häufigsten auftretenden Herausforderungen für die Anforderungsaufnahme in WMS- Projekten	60
Abbildung 28: Herausforderungen, deren Risiko für Verzögerungen in WMS-Projekten am höchsten beurteilt wurden.....	60
Abbildung 29: Häufigkeit von Herausforderungen im Rahmen der Dokumentation von Anforderungen	61
Abbildung 30: Risikobewertung von Herausforderungen im Rahmen der Dokumentation von Anforderungen.....	62
Abbildung 31: Diagramm der verwendeten Erhebungstechniken je Erhebungsphase; Abkürzungen siehe Tabelle 6.....	64
Abbildung 32: Erfasste Anforderungsarten für die kundenindividuelle Entwicklung und Produktentwicklung.....	66
Abbildung 33: Verwendete Erhebungstechniken für die interne Produktentwicklung, Abkürzungen siehe Tabelle 6.....	66
Abbildung 34: Einflussfaktoren auf die Vorgehensweise für die Anforderungsaufnahme.....	67
Abbildung 35: Unterscheidung zwischen der kundenindividuellen und der Produktentwicklung für die Anforderungsaufnahme.....	69
Abbildung 36: Umgang mit Änderungen von Anforderungen.....	70
Abbildung 37: Eingesetzte Softwarewerkzeuge von der Anforderungsaufnahme bis zum Softwaretest	70
Abbildung 38: Fachlicher Hintergrund der Umfrageteilnehmer	71
Abbildung 39: Persönliche Wissensquellen der Umfrageteilnehmer über die Anforderungsaufnahme	71
Abbildung 40: Maßnahmen des Wissenstransfers bei WMS-Anbietern.....	72
Abbildung 41: Kundenspezifische Entwicklung – Eignung der Erhebungstechniken.....	72
Abbildung 42: Produktentwicklung – Eignung der Erhebungstechniken	73

Abbildung 43: Anforderungsschablone; nach [Rupp et al.; 2009], Seite 162 ff.....	85
Abbildung 44: Anforderungsschablone; nach [Rupp et al.; 2009], Seite 162 ff.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Untersuchungsgruppen in vergleichbaren Arbeiten.....	19
Tabelle 2: Übersicht der Untersuchungsgruppen – Nachtrag.....	24
Tabelle 3: Zuordnung der Untersuchungsfragen zu Themenfeldern	44
Tabelle 4: Fachlicher Hintergrund der Testpersonen für den Vorabtest	45
Tabelle 5: Liste weiterer bei den WMS-Anbietern verwendeter Programme für Anforderungen.....	56
Tabelle 6: Verwendung von Erhebungstechniken in verschiedenen Erhebungsphasen und in der Produktentwicklung	63
Tabelle 7: Anforderungserhebung – Unterscheidung zwischen Kunden- und Produktentwicklung	65
Tabelle 8: Mögliche Einflussfaktoren für die Verwendung von Erhebungstechniken	68
Tabelle 9: Einflussfaktor Projektphase	80
Tabelle 10: Auswahl der Ermittlungstechniken abhängig von bestehenden Herausforderungen.....	102
Tabelle 11: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig davon ob eine kundenspezifische Entwicklung	103
Tabelle 12: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Phase des WMS-Projekts.....	104
Tabelle 13: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Art des WMS-Projekts.....	105
Tabelle 14: Einsatz von Ermittlungstechniken abhängig von der Kundenmitarbeit	105
Tabelle 15: Übersicht – Verwendung der Erhebungstechniken durch WMS-Anbieter	I

Anhang

A. Pretest des Online-Fragebogens

Hintergrund der Tester:

Fachlicher Hintergrund	1xLogistik, 2xIntralogistik, 1xLehramt, 1xMaterialwissenschaft, 2xInformatik
IML	4xIML, 3xnicht IML

Bearbeitungszeit:

Beginn	14:30	01:50	15:34	14.27	13:00	18.27	14:26	
Ende	15:00	02:34	16:03	15:43	13:50	19:25	16:29	
Dauer (min)	30	44	29	76	50	58	117	57,71

Anmerkungen der Teilnehmer je Frage:

Fragen ID	Kumulierte Antworten für die Kategorien Layout, Frage, Antworten, Hilfstext und Weiteres.
Begrüßung	Der Satz Zielsetzung... taucht 2 mal auf Hinweis bzgl. des "roten" Sternchens fehlt.
2	Rechtschreibfehler im Hilfstext
4	Ein Kommentarfeld einfügen, weil die Zuordnung vllt. nicht eindeutig ist Leerzeile zw. einleitendem Text und Frage lassen, um die Leserlichkeit zu erhöhen. Ich denke es würde reichen, wenn man nur die Frage stellt. Und den Text davor unter so ein blaues Fragezeichen packt. Verwirrt sonst zunächst etwas.
5	Ist der Ausfüller automatisch der der die Anforderungen aufnimmt? Nur eine Auswahlmöglichkeit anwählbar, obwohl die Frage suggeriert, dass Multiple Choice möglich ist. innerhalb der Reihe keine mehrfach Auswahl möglich
6	Kommentarfeld einfügen Warum "wählen Sie maximal 18 Antworten?" Der grüne Hilfstext kann u. U. irreführend wirken bzw. sein. innerhalb der Reihe keine mehrfach Auswahl möglich
12	Durch die Erklärungen sieht es nicht so übersichtlich aus 12-14: Kann man den Einleitungssatz irgendwie umformulieren? Mir würde da auch einfach eine kurze Definition reichen. Finde das etwas komisch formuliert ...Techniken sind Techniken, ... Frage 15 oder 16 gefällt mir da deutlich besser. [A] Die Auswahl der Antwortmöglichkeit "Weitere Techniken" macht für eine spätere Auswertung wenig Sinn, da der Informationsgehalt gleich null ist. Bei Auswahl dieser Möglichkeit muss daher ein zusätzliches Textfeld erscheinen, welches eine Eingabe von weiteren Techniken ermöglicht. Dies gilt natürlich auch für alle weiteren Matrix-Fragen. Super, dass du die einzelnen Punkte erklärst
13	Mir ist der Unterschied zu Frage 12 nicht klar Siehe ID 12 [A]
14	Siehe ID 12 [A]
15	Was sind artefaktbasierte Techniken? Siehe ID 12 [A]
16	Siehe ID 12 [A]
17	Siehe ID 12 [A]
19	Ist Frage 19 notwendig, wenn Frage 18 ausgefüllt wird?
20	Gleiches Problem wie bei ID 12 [A]
21	Ich würde das Fragezeichen weglassen. Dadurch beginnt alles auf einer Linie Es ist möglich gleichzeitig verschiedene Vorgehen anzuklicken. Ist das gewollt?

22	Rechtschreibfehler (RSF) "Kategorisierungen" Nur eine Auswahlmöglichkeit anwählbar, obwohl die Frage suggeriert, dass Multiple Choice möglich ist. Soll das das Ankreuzen von "allen" Antwortmöglichkeiten durch den WMS-Anbieter verhindern, um eine breitere Streuung in den Antworten zu erzielen?
22	Siehe ID 22 bzgl. Auswahlmöglichkeit.
23	Siehe ID 22 bzgl. Auswahlmöglichkeit.
25	Ist es möglich ein paar ankreuz-antworten zu erstellen.
26	Das hellblaue Feld ist unterschiedlich dick zu 26 & 27 RSF "siehe" Siehe ID 22 bzgl. Auswahlmöglichkeit.
27	Stichwort "Change Request". Kenne ich hauptsächlich aus dem Kontext der Realisierungsphase. Vor diesem Hintergrund müsste dann auch das Thema "Tests (Testspezifikationen, -fälle etc.)" als AM mit aufgenommen werden. Siehe auch: Dokumentenvorlagen – WMS Beratung
29	Ggf. den Kern der Frage (Hier: Anforderungserhebung) hervorheben (z.B. kursiv), um diesen von der folgenden Frage optisch abzuheben. So versteht man die Frage schneller und muss diese nicht zweimal lesen.
31	Definitiv ein größeres Textfeld zur Verfügung stellen, damit der WMS-Anbieter bei der Verfassung seiner Antwort auch noch einen gewissen Überblick behält. Schwierig als muss Feld. Was ist wenn derjenige diese nicht veröffentlichen will? Bzw. es ihm zu aufwendig ist, dies in das Textfeld zuschreiben? Bricht er dann die Befragung ab? Irgendwie kann man das Gefühl haben, dass man alles was man vorher im Fragebogen bewertet hat (also die einzelnen Techniken) noch mal aufschreiben muss. Es ist zwar was anderes, aber vom Gefühl her, ähnlich bzw. das gleiche und relativ viel.
32	Finde die Frage gut. Muss die Skala von 0-100 sein? Reicht nicht auch 0-10 Keine Überprüfung, wenn in der Summe mehr als 100 Punkte vergeben wurden. man kann mehr als 100 Punkte vergeben, ohne dass der meckert - jetzt meine Frage: 50 pro auszufüllender Spalte oder insgesamt?
35	"bei Ihnen" evtl. ergänzen
36	Frage etwas unklar. Präzisieren. Ist es notwendig Excel nochmal in 3 Unterkategorien zu clustern?
37	vielleicht beides auf Plural setzen "die selbst entwickelten Werkzeuge" Das selbst entwickelt hat mich irgendwie durcheinander gebracht
39	Wenn Sie eine selbst entwickelte Lösung zur Anforderungserhebung und Dokumentation einsetzen erläutern Sie bitte, warum diese verwendet wird. " - nach "einsetzen" fehlt ein Komma
40	Es sind 2 Fragen. Einmal die Änderungen und einmal die Abhängigkeiten. Es ist nur möglich eine Antwort anzukreuzen
41	Siehe ID 22 bzgl. Auswahlmöglichkeit. richtig gut finde ich die Frage 41 ;-) Import Verifier lässt grüßen ...
45	Welche Welcher weiteren Status " - Welchen???
46	Definitiv ein größeres Textfeld zur Verfügung stellen. Kunden
Verabschiedung	Sofern Sie ergänzende Dokumente als PDF z.B. Prozessdokumentationen/Prozessmodelle Ihrer Anforderungserhebung übermitteln wollen verwenden Sie hierfür bitte die Adresse.

	ich würde das "z.B. [...]" in eine eigene Zeile packen - aber wie geschrieben: das ist persönlicher Geschmack
--	---

Weitere allgemeine Anmerkungen der Tester:

Nicht bekannte / verständliche Begriffe: Projektierung, Templates, Makros, Medienbrüche
Zu lang!
Frageblöcke unterschiedlich lang, längere Blöcke splitten.
Fragebogen in der Online Version besser lesbar als in der Word Version.
Im Browser ist kein zurück möglich
Mir ist der Fragebogen zu lang. Um ihn gewissenhaft auszufüllen benötigt man mehr als eine Stunde...
Also ich finde deine Umfrage wirklich sehr gut. Wenn ich irgendwas nicht 100 pro zuordnen konnte, hast Du ja immer eine Erklärung zu den einzelnen Optionen unten drunter, sodass es zu keinen Missverständnissen kommen kann. Mir persönlich fehlt da gar nichts.
Keine Möglichkeit eines Zurück-Buttons?
Wenn möglich, die Umfrage ggf. an der oder anderen Stelle kürzen, da diese doch recht lang ist. Könnte durchaus zu Problemen bzgl. der Bereitschaft zum Ausfüllen durch die WMS-Anbieter führen.
Die ungefähre Dauer zum Ausfüllen des Fragebogens in der Einleitung mit angeben, damit der WMS-Anbieter weiß, wie viel Zeit er/sie in die Bearbeitung der Umfrage stecken muss.

B. Online Fragebogen

Im Folgenden werden die einzelnen Fragen des Online Fragebogens in chronologischer Reihenfolge aufgeführt. Zu berücksichtigen ist, dass die Teilnehmer der Umfrage nicht notwendiger Weise sämtliche Fragen angezeigt bekamen. Abhängig von den zuvor getroffenen Antworten des jeweiligen Teilnehmers und der im Fragebogen hinterlegten Bedingungen, wurde eine Auswahl der Fragen angezeigt. Dies betrifft insbesondere die 20 Freifeldantworten.

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Zwischengespeicherte Umfrage laden Umfrage verlassen und Antworten löschen

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Sehr geehrte Damen und Herren,
ich freue mich, dass Sie sich zur Teilnahme an dieser Umfrage bereiterklären.

Für das Team warehouse logistics am Fraunhofer IML untersuche ich **Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen** an Warehouse Management Systeme. Dies erfolgt im Rahmen meiner Master-Thesis an der Fachhochschule Dortmund im Fachbereich Informatik.

Als Teilnehmer der Umfrage können Sie die Ergebnisse dieser Studie für Ihre operative Arbeit nutzen. Ein **Exposé der Untersuchungsergebnisse** wird Ihnen bei Interesse nach Abschluss der Studie zur Verfügung gestellt.

Bitte planen Sie **30 Minuten** für die vollständige Bearbeitung dieser Umfrage ein. Sie haben die Möglichkeit, die Befragung zu unterbrechen, Ihre Eintragungen zu speichern und die Umfrage zu einem späterem Zeitpunkt abzuschließen.

Ihre Antworten werden ausschließlich anonymisiert in allen Ausarbeitungen und Veröffentlichungen zu dieser Studie verwendet. Die Verwendung dieser Daten erfolgt durch das Team warehouse logistics sowie durch meine Person.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!
Andrea Wohlgemuth

Für Rückfragen oder Anregungen erreichen Sie mich unter:
Andrea Wohlgemuth B. Sc.
Telefon: (IML) +49 (0)231 9743-509 | +49 (0) 231 2268198
E-Mail: Andrea.Wohlgemuth@iml.fraunhofer.de | mail@Andrea-Wohlgemuth.de

Hinweis zum Datenschutz:
Der Schutz Ihrer personenbezogenen Daten wird sehr ernst genommen. Ihre **Antworten werden anonymisiert** und ohne Rückschlüsse auf Ihre Person oder Ihr Unternehmen ausgewertet. Die Antworten aller Unternehmen werden ausschließlich in kumulierter Form verwendet.

Hinweis zur Gender-Formulierung:
Alle in dieser Umfrage verwendeten Begriffe, die sich auf Personen beziehen, sind stets geschlechtsneutral zu verstehen. Die Verwendung einer geschlechtsspezifischen Formulierung erfolgt jeweils aus Gründen der Lesbarkeit. Dennoch sind stets alle Menschen gleichberechtigt gemeint, unabhängig davon, ob sie sich einem oder keinem der klassischen Geschlechter zugehörig fühlen.

[Weiter](#)

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Später fortfahren Umfrage verlassen und Antworten löschen

0%

Herausforderungen der Aufnahme von Anforderungen an WMS

1 Vom Kunden-Unternehmen und seinen Mitarbeitern ausgehende Herausforderungen für die Anforderungsaufnahme:
 Wie häufig werden Mitarbeiter Ihres Unternehmens in WMS-Projekten mit folgenden Herausforderungen konfrontiert?
 Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen innerhalb von WMS-Projekten.

	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Geringe Verfügbarkeit der Projektverantwortlichen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Verfügbarkeit der Stakeholder	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hohe Anzahl der Stakeholder	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Wechsel von Projektmitarbeitern	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unzureichende Vorbereitung / Nachbereitung der Kunden-Mitarbeiter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unzureichende Kenntnisse der eigenen Prozesse oder IT	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unklare oder variierende Zielvorstellungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Akzeptanz oder Motivation für das Projekt	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Akzeptanz für die Anforderungsaufnahme	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Zurückhaltende Meinungsäußerung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Priorität des Projektes	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

? Stakeholder - Interessensvertreter wie Vorstand, Logistikeleiterin, Kommissionierer, StaplerfahrerIn, Lieferanten, usw. die Anforderungen an das WMS haben
 Geringe Akzeptanz für die Anforderungsaufnahme - z.B. durch Ergebnisorientierung und Zeitdruck
 Zurückhaltende Meinungsäußerung - z.B. durch hohes Machtgefälle und Abhängigkeiten zwischen den Stakeholdern

2 Vom Projektumfeld ausgehende Herausforderungen für die Anforderungsaufnahme:
 Wie häufig werden Mitarbeiter Ihres Unternehmens in WMS-Projekten mit folgenden Herausforderungen konfrontiert?
 Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen innerhalb von WMS-Projekten.

	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Hohe Komplexität des Lagers / der Prozesse	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hohe Komplexität der umgebenden IT-Systeme	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hohe Individualität des Projekts / Abweichung vom Standard	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unklare / veränderliche Spezifikation des Lagers bzw. Lagerumfelds	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unklare / veränderliche Spezifikation der umgebenden IT-Systeme	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Vielzahl relevanter Gesetze, Vorgaben oder Richtlinien	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unvollständige oder überholte Unterlagen/Dokumentationen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

3 Auf dem Umgang mit Anforderungen beruhende Herausforderungen in der Anforderungsaufnahme:
 Wie häufig werden Mitarbeiter Ihres Unternehmens in WMS-Projekten mit folgenden Herausforderungen konfrontiert?
 Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen innerhalb von WMS-Projekten.

	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Unerfüllbare Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Widersprüchliche Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Fehlende Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Implizite Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Anforderungen werden als Lösungsidee aufgenommen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

? Implizite Anforderungen - Nicht genannte Anforderungen, die der Kunde für selbstverständlich hält. Z.B. Leistungen des alten Systems.
 Lösungsidee / -konzept - Anstatt aufzunehmen, was erfüllt werden soll, wird erfasst, wie es gelöst werden soll.

4
 Aus dem Projektmanagement stammende Herausforderungen der Anforderungsaufnahme:
 Wie häufig werden Mitarbeiter Ihres Unternehmens in WMS-Projekten mit folgenden Herausforderungen konfrontiert?
 Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen innerhalb von WMS-Projekten.

	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Veränderungen der Zeitvorgaben	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hoher Zeitdruck	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hoher Erfolgsdruck	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hoher Kostendruck	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Fehlendes gemeinsames (Begriffs-)Verständnis	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unklare Kommunikationswege	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

5
 Von Ihnen als Anbieter ausgehende Herausforderungen für die Anforderungsaufnahme:
 Wie häufig werden Mitarbeiter Ihres Unternehmens in WMS-Projekten mit folgenden Herausforderungen konfrontiert?
 Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen innerhalb von WMS-Projekten.

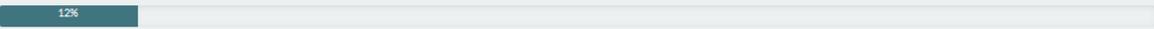
	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Hohe Auslastung / parallele Projekte	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Verfügbarkeit der Projektmitglieder	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Wechsel von Projektmitarbeitern	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Erfahrung (Einzelner) mit der Anforderungsaufnahme	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Methodenkenntnisse (Einzelner) bezüglich der Anforderungsaufnahme	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Geringe Kenntnisse der Kundenbranche	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

Zurück

Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Später fortfahren Umfrage verlassen und Antworten löschen



Techniken für die Aufnahme von Anforderungen

6
 Befragungstechniken werden eingesetzt, um Anforderungen durch die Befragung von Einzelpersonen oder Gruppen zu ermitteln.
 Wann bzw. wo setzen Sie die folgenden Befragungstechniken für die Anforderungsaufnahme ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Offenes Interview	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Leitfadeninterview	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geschlossenes Interview	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umfrage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
On-Site-Customer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbstaufschreibung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abfrage von User-Stories	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abfragen von Business-Use-Cases	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fokusgruppen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

?
 Offenes Interview - Zentrale Eröffnungsfrage(n), Bericht durch den Interviewten, wenig Gesprächslenkung
 Leitfadeninterview - Gesprächsgerüst mit allen relevanten Fragen, ergänzende Erläuterungen, variable Reihenfolge der Fragen
 Geschlossenes Interview - fester Fragebogen, feste Reihenfolge, Wortlaut der Fragen ist vorgegeben
 Umfrage - in Papierform oder digital
 On-Site-Customer - Mitarbeiter des Kunden ist für den Entwicklungsprozess beim Anbieter vor Ort und beantwortet (Rück-)Fragen
 Selbstaufschreibung - Der Kunde schreibt die aus seiner Sicht relevanten Anforderungen auf Basis von Initialfragen des Anbieters auf.
 Abfrage von User-Stories - Befragung mit dem Ziel kurze Anwendergeschichten in jeweils einem Satz zu erfassen. Die Sätze bestehen aus Rolle, Aufgabe und Ziel.
 Abfragen von Business-Use-Cases - Beschreibungen von Anwendungsfälle werden abgefragt. Dabei ist eine Orientierung am Prozessablauf im Unternehmen möglich.
 Fokusgruppen - Moderierte Diskussion zu einem Themenschwerpunkt zwischen Experten oder Anwendern

7 Welche weiteren Befragungstechniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme ein?

8
 Beobachtungstechniken werden eingesetzt, um Anforderungen durch die Beobachtung von Personen oder Abläufen zu ermitteln.
 Wann setzen Sie die folgenden Beobachtungstechniken für die Anforderungsaufnahme ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Apprenticing / Einarbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feld- /Arbeitsplatzbeobachtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Video- / Bildanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

?
 Apprenticing / Einarbeiten - Kurzfristiges Mitarbeiten an Arbeitsplätzen, um die dortigen Anforderungen zu erfassen
 Feld- / Arbeitsplatzbeobachtung - Beobachtung von Arbeitsabläufen beim Kunden vor Ort. Beispiele sind u.a. Muda-Walk oder Kreidekreis-Beobachtung.
 Video- / Bildanalyse - Auswertung von Videoaufzeichnungen zu Arbeitsabläufen, wie u.a. der Benutzerinteraktion mit Software oder von statischen Bildern des Arbeitsumfeldes oder -platzes samt verfügbarer Hilfsmittel und Bildschirmdialoge

9 Welche weiteren Beobachtungstechniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme ein?

10 Kreativitätstechniken werden eingesetzt, um Anforderungen in einem kreativen Prozess zu erarbeiten. Verbreitet sind sie dort, wo neue Ideen und Herangehensweisen entwickelt werden sollen.
Wann setzen Sie die folgenden Kreativitätstechniken für die Anforderungsaufnahme ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Brainstorming	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perspektivenwechsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehrstufige Methoden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analogiebildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

? Brainstorming - Gesprächsrunde, in der spontane Impulsideen eingebracht und durch die Gruppe weiterentwickelt oder verworfen werden
 Perspektivenwechsel - Gedankliche Einnahme von verschiedenen Rollen, Motivationen oder Intentionen. Beispiele sind u.a. das Mehr-Sichten-Modell, das 6-Hut-Denken, die Walt-Disney-Methode.
 Mehrstufige Methoden - Kreative Prozesse, in denen verschiedene Personen für die Initialidee, ihre Ausarbeitung sowie die Bewertung zuständig sind. Hierbei werden die jeweiligen Zwischenergebnisse weitergereicht. Die Methode 6-3-5 ist eine Variante.
 Analogiebildung - Zur Problemlösung werden bekannte Sachverhalte und Lösungen aus anderen Kontexten betrachtet und es wird geprüft, ob eine Übertragung auf die vorliegende Situation möglich ist. Dazu werden vielfach Analogien zwischen Teilproblemen hergestellt. Ein bekanntes Beispiel ist die Bionik.

11 Welche weiteren Kreativitätstechniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme ein?

12
Artefaktbasierte Techniken umfassen die Untersuchung verfügbarer Dokumente, IT-Systeme und Programmteile, um hieraus Anforderungen abzuleiten.
 Wann setzen Sie die folgenden artefaktbasierten Techniken für die Anforderungsaufnahme ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Systemarchäologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wiederverwendung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Code Analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blog, Wiki, Forum Analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dokumentenanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cloning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Benutzerschnittstellen Analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Systemschnittstellen-Analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

i
Systemarchäologie - Analyse eines Altsystems auf Basis aller verfügbaren Informationen wie Dokumentation, Schnittstellen, Oberflächen sowie, falls verfügbar, des Quellcodes, um den gesamten Funktionsumfang zu erfassen.
Wiederverwendung/reuse - Verwendung von Programmteilen (Code) einer vorherigen Software, die in das neue Produkt übernommen werden
Code Analyse - Analyse des Quellcodes einer Altsoftware, um Funktionalitäten zu erfassen
Blog, Wiki, Forum Analyse - Analyse von Einträgen, um Informationen über Funktionalitäten sowie Schwächen des Altsystems zu ermitteln
Dokumentenanalyse - Analyse aller Dokumente auf verwertbare Informationen zu Funktionalität, Schwäche, Fehlerverhalten und Ähnlichem
Cloning - vollständiges oder teilweises Nachbauen bestehender Software
Benutzerschnittstellen Analyse - Analyse der Schnittstellen, über die eine Benutzerinteraktion erfolgt. Z.B. Touchscreen, Handscanner, MDE oder Monitor.
Systemschnittstellen-Analyse - Analyse der Schnittstellen zu anderen IT-Systemen. Z.B. ERP, TMS oder MFS.

13 Welche weiteren artefaktbasierten Techniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme ein?

14
Modellierende Techniken unterstützen den Prozess der Anforderungsaufnahme und Dokumentation, indem Auszüge des Systems bzw. seines Umfeldes, auf wesentliche Inhalte reduziert, abgebildet werden.
 Wann setzen Sie die folgenden, modellierenden Techniken für die Anforderungsaufnahme oder Dokumentation ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Skizzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulationsmodelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schnelle Prozessmodellierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

i
Skizzen - Skizzen visualisieren Sachverhalte. Verwendet werden sie z.B für die Dialoggestaltungen, die Beschreibung von Arbeitsplätzen oder deren Anordnung.
Simulationsmodelle - Simulationsmodelle reichen von der Simulation von Lager- und Fördertechnik bis hin zur Simulation des Software-Ökosystems. Im Rahmen der Anforderungserhebung können sie u.a. genutzt werden, um Performanceaspekte zu betrachten.
Schnelle Prozessmodellierung - Zusammen mit dem Kunden werden Kernprozesse modelliert, die später in eine Standardnotation wie BPMN oder UML- Aktivitätsdiagramme überführt werden können. Varianten sind Post-it-, Tape- oder Brownpaper Modelle sowie software gestützte Modelle, z.B. mit FlexSketch der Universität Zürich.

15 Welche weiteren modellierenden Techniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme oder Dokumentation ein?

16 Unterstützende Techniken werden in Kombination mit den bisher aufgeführten Techniken für die Anforderungsaufnahme eingesetzt. Wann setzen Sie die folgenden unterstützenden Techniken für die Anforderungsaufnahme ein?

	Keine Verwendung	Erstkontakt	Projektierung	Grobspezifikation / Lastenhefterstellung	Feinspezifikation / Pflichtenhefterstellung	Interne Produktentwicklung
Essenzbildung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prototypen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Persona	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Szenarien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Story Boarding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raten/Erahnen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Essenzbildung** - Erarbeiten einer lösungsunabhängigen Darstellung des Kernproblems, um daraus einen passenden (neuen) Lösungsansatz zu erarbeiten
- Prototypen** - Erstellen von Prototypen, mit denen die erfassten Anforderungen überprüfbar sind. Varianten sind Papierprototyp, Mockups, Clickdummy oder frühe Programmversionen.
- Persona** - Typische Benutzereigenschaften und Intentionen werden auf detailliert ausgearbeitete Modellpersonen (Personas) übertragen. Anforderungen können dann aus der Perspektive der verschiedenen Personas betrachtet oder ermittelt werden.
- Szenarien** - Szenarien bestehen aus einer Abfolge von Ereignissen, die mit einer Situation oder einer zu erfüllenden Aufgabe verbunden sind. Aus ihnen können die einzelnen Anwendungsfälle (Use Cases) abgeleitet werden.
- Story Boarding** - Interaktionen zwischen Benutzer und System werden als Bildergeschichte festgehalten. Diese basiert auf den erfassten Anwendungsfällen (Use Cases).
- Raten/Erahnen** - Die erfassten Anforderungen werden um Annahmen ergänzt. Die Annahmen basieren dabei sowohl auf allgemeinen Standards als auch auf Erfahrungen aus dem Kundenkontakt.

17 Welche weiteren unterstützenden Techniken setzen Sie für die Anforderungsaufnahme ein?

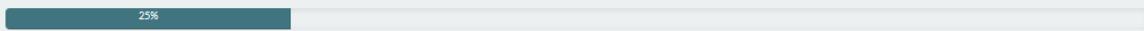
18 Techniken für die kundenspezifisch und produktbezogene Anforderungsaufnahme zur WMS-Entwicklung. Bitte beurteilen Sie die generelle Eignung von Techniken aus den folgenden Gruppen für die Anforderungsaufnahme im WMS-Kontext.

	Kundenspezifisch				Produktbezogen				keine Antwort
	Keine Beurteilung möglich	Geringe Eignung	Mittlere Eignung	Hohe Eignung	Keine Beurteilung möglich	Geringe Eignung	Mittlere Eignung	Hohe Eignung	
Befragungstechniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Beobachtungstechniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Kreativitätstechniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Artefaktbasierte Techniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Modellierende Techniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Unterstützende Techniken	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

- Kundenspezifische Anforderungen** - Anforderungen an die Anpassung oder Weiterentwicklung Ihres WMS die für ein Kundenprojekt erhoben werden.
- Produktbezogene Anforderungen** - Anforderungen die für die Weiterentwicklung Ihres WMS-Standardprodukts erhoben werden.

Zurück Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS Später fortfahren [Umfrage verlassen und Antworten löschen](#)



Vorgehen und Kontext der Anforderungsaufnahme

19 Verwenden Sie in Ihrem Unternehmen **standardisierte Vorgehensweisen** für die Aufnahme von Anforderungen an WMS?

- Nein
- Ja, selbst entwickelte Standards.
- Ja, folgenden extern entwickelte Standards. Bitte tragen Sie die Namen im Kommentarfeld ein.
- keine Antwort

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

20 **Abhängig von welchen Faktoren nutzen Sie verschiedene Vorgehensweisen zur Aufnahme von Anforderungen?**
Dies ist eine Pflichtfrage, bitte wählen Sie mindestens eine der folgenden Antworten.

- Keine verschiedenen Vorgehensweisen
- Art des WMS-Projekts
- Automatisierungsgrad des Lagers
- Unternehmen / Betriebsarten
- Funktionsbereichen / Logistikprozessen
- Kunden-Mitarbeit
- Weitere Faktoren

Art des Projekts - Retrofit, Erweiterung, Ablöse, Ersteinführung, Neuprojekt
Automatisierungsgrad des Lagers - manuell, teilautomatisiert, vollautomatisiert
Unternehmen / Betriebsarten - Produzierende Unternehmen, Logistikdienstleister, Handelsunternehmen, Zulieferer
Funktionsbereichen / Logistikprozessen - Vereinnahmung, Einlagerung, Kommissionierung, Konsolidierung, etc.

21 Für welche Art von WMS-Projekten verwenden Sie Techniken der folgenden Kategorien zur Anforderungsaufnahme?

	Retrofit eines bestehenden Systems	Erweiterung eines bestehenden Systems	Ablösung eines bestehenden Systems	Ersteinführung eines WMS in einem bestehenden Lager	Neuprojekt / Neues Lager
Befragungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beobachtungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreativitätstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artefaktbasierte Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modellierende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unterstützende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

i **Retrofit eines bestehenden Systems** - Retrofit der Lager-/Fördertechnik und Steuerung
Artefaktbasierte Techniken - Analyse von Dokumenten und Unterlagen
Unterstützende Techniken - z.B. Essenzbildung, Prototypen, Persona, Szenarien, Story Boarding, Raten/Erahen

22 Welche weiteren Techniken der Anforderungsaufnahme verwenden Sie Abhängig von der Art des WMS-Projekts?

23 Für welchen Automatisierungsgrad des WMS-Projektes verwenden Sie Techniken der folgenden Kategorien zur Anforderungsaufnahme?

	Manuelles Lager	Teilautomatisiertes Lager	Vollautomatisiertes Lager
Befragungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beobachtungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreativitätstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artefaktbasierte Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modellierende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unterstützende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

i **Manuelles Lager** - überwiegend manuelle Handhabung und Lagerung von Material im Lager
Teilautomatisiertes Lager - einige Lager- bzw. Funktionsbereiche sind automatisiert (z.B. AKL, automatisches Hochregallager), wesentliche Handhabungsschritte (z.B. die Kommissionierung) geschehen jedoch manuell
Vollautomatisiertes Lager - wesentliche Prozesse sind automatisiert (z.B. automatische Kommissionierung)
Artefaktbasierte Techniken - Analyse von Dokumenten und Unterlagen
Unterstützende Techniken - z.B. Essenzbildung, Prototypen, Persona, Szenarien, Story Boarding, Raten/Erahen

24 Welche weiteren Techniken der Anforderungsaufnahme setzen Sie abhängig vom Automatisierungsgrad des WMS-Projekts ein?

25 Für welche Unternehmen / Betriebsarten in WMS-Projekten verwenden Sie Techniken der folgenden Kategorien zur Anforderungsaufnahme?

	Produzierendes Unternehmen	Logistikdienstleister	Handelsunternehmen	Zulieferer
Befragungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beobachtungstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreativitätstechniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Artefaktbasierte Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modellierende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unterstützende Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

? Artefaktbasierte Techniken - Analyse von Dokumenten und Unterlagen
 Unterstützende Techniken - z.B. Essenzbildung, Prototypen, Persona, Szenarien, Story Boarding, Raten/Erahenen

26 Welche weiteren Techniken der Anforderungsaufnahme setzen Sie abhängig vom Unternehmen bzw. von der Betriebsart in WMS-Projekten ein?

27 Für welche Logistikprozesse oder Funktionsbereiche innerhalb eines WMS-Projektes verwenden Sie Techniken der folgenden Kategorien zur Anforderungsaufnahme?

	Verein- nahme	Dekon- solidierung	Einlagerung	Umlagerung/ Nachschub	Auslagerung	Kommissio- nierung	Konsolidierung	Verpacken	Versand
Befragungstechniken	<input type="checkbox"/>								
Beobachtungstechniken	<input type="checkbox"/>								
Kreativitätstechniken	<input type="checkbox"/>								
Artefaktbasierte Techniken	<input type="checkbox"/>								
Modellierende Techniken	<input type="checkbox"/>								
Unterstützende Techniken	<input type="checkbox"/>								
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>								

? Artefaktbasierte Techniken - Analyse von Dokumenten und Unterlagen
 Unterstützende Techniken - z.B. Essenzbildung, Prototypen, Persona, Szenarien, Story Boarding, Raten/Erahenen

28 Welche weiteren Techniken der Anforderungsaufnahme verwenden Sie für Logistikprozesse oder Funktionsbereiche?

29 Aus welchen Kategorien verwenden Sie Techniken der Anforderungsaufnahme abhängig von der Kunden-Mitarbeit?

	Sehr geringe Mitarbeit	Geringe Mitarbeit	Mittlere Mitarbeit	Hohe Mitarbeit	Sehr hohe Mitarbeit
Befragungstechniken	<input type="checkbox"/>				
Beobachtungstechniken	<input type="checkbox"/>				
Kreativitätstechniken	<input type="checkbox"/>				
Artefaktbasierte Techniken	<input type="checkbox"/>				
Modellierende Techniken	<input type="checkbox"/>				
Unterstützende Techniken	<input type="checkbox"/>				
Weitere Techniken	<input type="checkbox"/>				

i Artefaktbasierte Techniken - Analyse von Dokumenten und Unterlagen
 Unterstützende Techniken - z.B. Essenzbildung, Prototypen, Persona, Szenarien, Story Boarding, Raten/Erahen

30 Welche weiteren Techniken der Anforderungsaufnahme verwenden Sie abhängig von der Kunden-Mitarbeit?

31 Wird zwischen der allgemeinen Produktentwicklung und kundenspezifischer Anpassung/Entwicklung bei der Anforderungserhebung unterschieden?

Nein
 Ja
 keine Antwort

i Produktentwicklung - Weiterentwicklung Ihres Standard-WMS z.B. um allgemein verfügbare Funktionalitäten.
 Kundenspezifische Entwicklung - Individuelle Anpassung an die Anforderungen eines Kunden-Unternehmens.

32 Welche Arten von Anforderungen erfassen Sie für die kundenspezifische Entwicklung oder die allgemeine Produktentwicklung?

	Kundenspezifische Entwicklung	Produktentwicklung
Funktionale Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualitätsanforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daten-Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisatorische Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtliche Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologische Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Anforderungsarten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

i Funktionale Anforderungen - Beziehen sich auf vom System bereitzustellende Funktionen
 Qualitätsanforderungen - Beziehen sich auf Qualitätsmerkmale wie z.B. Performance, Wartbarkeit oder Bedienbarkeit
 Daten-Anforderungen - Beziehen sich auf Daten die im System eingelesen, ausgegeben oder gespeichert werden
 Rechtliche Anforderungen - Beziehen sich auf Rechtliche Vorgaben die als Anforderung zu berücksichtigen sind
 Technologische Anforderungen - Anforderungen an die zu verwendenden Technologien

33 Welche Arten von Anforderungen erfassen Sie für WMS?

Funktionale Anforderungen	<input type="checkbox"/>
Qualitätsanforderungen	<input type="checkbox"/>
Daten Anforderungen	<input type="checkbox"/>
Organisatorische Anforderungen	<input type="checkbox"/>
Rechtliche Anforderungen	<input type="checkbox"/>
Technologische Anforderungen	<input type="checkbox"/>
Weitere Anforderungsarten	<input type="checkbox"/>

i Funktionale Anforderungen - Beziehen sich auf vom System bereitzustellende Funktionen
Qualitätsanforderungen - Beziehen sich auf Qualitätsmerkmale wie z.B. Performance, Wartbarkeit oder Bedienbarkeit
Daten Anforderungen - Beziehen sich auf Daten die im System eingelesen, ausgegeben oder gespeichert werden
Rechtliche Anforderungen - Beziehen sich auf Rechtliche Vorgaben die als Anforderung zu berücksichtigen sind
Technologische Anforderungen - Anforderungen an die zu verwendenden Technologien

34 Welche weiteren Arten von Anforderungen erfassen Sie?

Zurück Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS Später fortfahren Umfrage verlassen und Antworten löschen

37%

Dokumentation von Anforderungen

35

Herausforderungen bei der Dokumentation von Anforderungen.

Wie häufig sind Sie in WMS-Projekten mit den folgenden Herausforderungen konfrontiert?

Bitte beurteilen Sie das mit diesen Herausforderungen verbundene Risiko für Verzögerungen oder Fehler innerhalb des WMS-Projekts.

	Häufigkeit				Risiko			keine Antwort
	selten	gelegentlich	oft	immer	gering	mittel	hoch	
Missverständliche Dokumentation der Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Fehlerhafte Dokumentation von Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Zu umfangreiche Dokumentation der Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Zu kurze Dokumentation der Anforderungen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Änderungen können nur schwer vorgenommen werden	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Änderungen von Anforderungen sind nicht oder schwer nachzuvollziehen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Übertragungsfehler bei der Übernahme aus anderen Dokumenten	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Unübersichtliche Dokumentenablage / Verzeichnisstruktur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Fehlende Verknüpfung zwischen Anforderungen und zugehörigen ergänzenden Dokumenten	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Hoher Zeitaufwand zur Formulierung der Anforderungsdokumente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Wechselnde Dokumentenstruktur abhängig vom Kunden	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

36 Unter welchen Gesichtspunkten werden Anforderungen an WMS in Ihrem Unternehmen geprüft?

- Es erfolgt keine Prüfung
- Realisierbarkeit
- Komplexität
- Vorwegnahme von Entwurfsentscheidungen
- Widersprüche
- Abhängigkeiten
- Korrektheit
- Vollständigkeit über alle Anforderungen
- Vollständigkeit je Anforderung
- Verfolgbarkeit / traceability
- Konsistenz
- Überprüfbarkeit
- Notwendigkeit
- Weitere Gesichtspunkte

37 Unter welchen weiteren Gesichtspunkten werden Anforderungen an WMS in Ihrem Unternehmen geprüft?

38
Wie klassifizieren Sie Anforderungen an WMS?

- Es erfolgt keine Klassifizierung
- Priorisierung bezüglich der Relevanz
- Basisfaktoren, Leistungsfaktoren, Begeisterungsfaktoren
- Nutzen, Korrektur, Studie
- Verbot, Notwendigkeit, Option
- Notwendigkeit, Option
- Weitere Klassifizierungen

39 Welche weiteren Arten der Klassifizierung für Anforderungen an WMS nutzen Sie?

40
Anforderungen können sich im Projektverlauf verändern.
Wie gehen Sie mit Anforderungsänderungen im WMS-Kontext um?

	Kundenspezifische Entwicklung	Produktentwicklung
Aufnahme als Changerequest (zusätzlich zu kalkulierende Aufwände)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufnahme aller Änderungen bis zur Grobspezifikation / Lastenheft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufnahme aller Änderungen bis zur Feinspezifikation / Pflichtenheft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufnahme aller Änderungen bis zur Releaseplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufnahme aller Änderungen bis zum Go-Live	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tausch gegen Änderungen mit vergleichbarem Realisierungsaufwand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[? Changerequest - Anfrage/Antrag zur Änderung](#)

41 Wie werden Anforderungen dokumentiert?

- Ausformuliert in Schriftform
- Mit Textschablonen oder Textbausteinen
- In Kurzschreibweise
- Unsortiert in Tabellen- oder Listenform
- Sortiert in Tabellen- oder Listenform
- In grafischen Modellen
- Weitere Varianten der Anforderungsdokumentation

[?](#) Um Weitere zu wählen, schreiben Sie bitte zuerst in das Textfeld, der Haken wird automatisch gesetzt.
Sortierte Listen - z.B. thematisch oder numerisch
Grafische Modelle - z.B. BPMN-Prozessmodell oder UML-Klassen- / -Aktivitätsdiagramm

42 Wird zwischen Produktentwicklung und kundenindividueller Anpassung/Erweiterung bei der Anforderungsdokumentation unterschieden?

Nein
 Ja
 keine Antwort

43 Gibt es standardisierte Dokumentenstrukturen in Ihrem Unternehmen für die folgenden Dokumente?

Glossar
 Anforderungskatalog
 Lastenheft
 Pflichtenheft
 Change Request
 Änderungsliste

[? Change Request - Anfrage/Antrag auf Änderung](#)
[Änderungsliste - geplante oder durchgeführte Änderungen](#)

44 An welchen Standards sind Ihre Dokumente der Anforderungsaufnahme und -dokumentation ausgerichtet?

ISO/IEC/IEEE 29148:2011 Life cycle process
 VDI 3601 Warehouse Management Systeme
 DIN 69901 Projektmanagement - Projektmanagementsysteme
 VDI 2519 Vorgehensweise bei der Erstellung von Lasten-/Pflichtenheften (Materialflusssysteme)
 VDI 3694 Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen
 Weitere Standards

45 An welchen weiteren Standards sind Ihre Dokumente der Anforderungsaufnahme und -dokumentation und ausgerichtet?

Zurück

Weiter

46

Mit welchen Werkzeugen und Programmen werden in Ihrem Unternehmen Anforderungen in den Phasen von der Aufnahme bis zum Softwaretest erfasst oder verwaltet?

	Aufnahme	Dokumentation	Entwicklung	Softwaretest
Textprogramm ohne Templates (z.B. MS Word)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textprogramm mit Templates (z.B. MS Word)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tabellenprogramm ohne Makros (z.B. MS Excel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tabellenprogramm mit Makros (z.B. MS Excel)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Editor (z.B. Notepad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Datenbank (z.B. MS Access)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DOORS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Telelogic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HIVE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blueprint	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caliber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
codeBeamer Requirements Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cognition Cockpit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enterprise Architect	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HP Quality Center, ALM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jira Agile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbst entwickeltes Werkzeug	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weiteres, hier nicht aufgeführtes Werkzeug	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

47

Wie heißen die weiteren / selbst entwickelten Werkzeuge und Programme in denen Anforderung erfasst oder verwaltet werden?

48 In welchen Formaten müssten Anforderungen an Sie übergeben werden, damit sie optimal (z.B. automatisiert) in Ihre Anforderungsverwaltung übernommen werden könnten?

49
 Im Rahmen der Anforderungsaufnahme zu einem Projekt werden Informationen aus verschiedenen (digitalen) Quellen zusammengetragen und anschließend dokumentiert. Programme, die den zentralen Zugriff auf projektbezogene Dateien steuern, erleichtern das Auffinden einzelner Daten sowie die Nachverfolgung von Anforderungen. Auf wie viel Prozent der projektbezogenen Daten der Anforderungsaufnahme und -dokumentation kann bei Ihnen zentral gesteuert zugegriffen werden?

- mehr als 90%
- bis zu 90%
- bis zu 75%
- bis zu 60%
- bis zu 45%
- bis zu 30%
- bis zu 15%
- 0%
- keine Antwort

Beispiele für Programme, welche die Zugriffssteuerung übernehmen, sind Dokumentenverwaltungssoftware und Requirements Engineering Managementsysteme.

50 Wie heißt das Programm, welches bei Ihnen den Zugriff auf die Daten der Anforderungserhebung und -dokumentation steuert?

Zurück
Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Später fortfahren Umfrage verlassen und Antworten löschen

62%

Wissenstransfer und Grundlagen für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen

51
 Ursprung Ihres persönlichen Wissens über die Aufnahme von Anforderungen.
 Bitte schätzen Sie ein, zu wieviel Prozent Ihr Wissen aus den einzelnen Bereichen stammt.

	0%	bis zu 20%	bis zu 45%	bis zu 60%	bis zu 75%	bis zu 90%	mehr als 90%	keine Antwort
Ausbildung und Studium	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Privat initiierte Weiterbildung	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Vom Arbeitgeber initiierte Schulung / Weiterbildung innerhalb des Unternehmens	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Vom Arbeitgeber initiierte Schulung / Weiterbildung außerhalb des Unternehmens	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Strukturierte Einarbeitung innerhalb des Unternehmens (sofern es nicht durch Schulungen erfolgt)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Erfahrungen aus dem Projektalltag (learning by doing)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						
Weitere Quellen	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

52 Aus welchen weiteren Quellen stammt Ihr persönliches Wissen über die Anforderungsaufnahmen?

53 In welchem Bereich / in welchen Bereichen haben Sie eine Ausbildung oder ein Studium absolviert?

	Ausbildung	Studium Fachhochschule	Studium Universität
Wirtschaftswissenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informatik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Logistik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maschinenbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

54 In welchem anderem Bereich haben Sie eine Ausbildung oder ein Studium absolviert?

55 Welche Maßnahmen des Wissenstransfers für den Bereich Anforderungsaufnahme und Dokumentation (Requirements Engineering) werden in Ihrem Unternehmen angewandt?

	Anforderungsaufnahme	Anforderungsdokumentation
Es gibt keine Maßnahmen des Wissenstransfers in diesem Bereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geplante Einarbeitung durch erfahrene Kollegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Begleitung von Projekten und Lernen durch Nachahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Offene Fragenkultur und Austausch unter den Kollegen bei konkreten Fragen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interne Schulungen/Weiterbildungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Externe Schulungen/Weiterbildungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Freistellung für Selbststudium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbststudium außerhalb der Arbeitszeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weitere Maßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

56 Welche weiteren Maßnahmen des Wissenstransfers werden in Ihrem Unternehmen eingesetzt?

🔗 Sie können die Größe des Textfeldes durch Klicken und ziehen in der rechten unteren Ecke anpassen.

Zurück

Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Später fortfahren Umfrage verlassen und Antworten löschen

75%

Hintergrundinformationen

57

Bitte ordnen Sie Ihr Unternehmen einer der folgenden Kategorien zu.

Dies ist eine Pflichtfrage, bitte wählen Sie mindestens eine der folgenden Antworten.

- Purer WMS-Anbieter
- Suite-Anbieter
- Lagertechnik-Anbieter



Purer WMS-Anbieter bietet ausschließlich oder hauptsächlich WMS an.

Suite-Anbieter bieten WMS als Teil eine Software-Suite an.

Für Lagertechnik-Anbieter hat der Verkauf von Lagertechnik Vorrang vor dem Verkauf des WMS bzw. LVS.

58

Wie viele Mitarbeiter beschäftigt Ihr Unternehmen im Bereich WMS?

- 1 bis 50 Mitarbeiter
- 51 bis 100 Mitarbeiter
- 101 bis 250 Mitarbeiter
- 251 bis 500 Mitarbeiter
- mehr als 500 Mitarbeiter
- keine Antwort

59

Wie viele Mitarbeiter sind in Ihrem Unternehmen für die Erhebung von Anforderungen für WMS zuständig?

Für Kundenspezifische Anforderungen	<input type="text" value="0"/>
Für Anforderungen der Systemweiterentwicklung	<input type="text" value="0"/>
Für beides, sofern keine Trennung erfolgt	<input type="text" value="0"/>

Die Erhebung von Anforderungen ist im Allgemeinen sowohl zur Erfassung von kundenindividuellen Anforderungen innerhalb eines Projekts als auch zur Erfassung von Anforderungen an die allgemeine, kundenunabhängige Produktentwicklung notwendig.

60 Welche der aufgeführten Rollen entspricht Ihrer Position im Unternehmen am besten?

- Berater
- Business Analyst
- Entwickler / Programmierer
- Produktmanager
- Projektleiter
- Requirements Engineer
- Software Architekt
- Software Engineer
- Vertriebsingenieur
- Weitere, bitte benennen Sie diese im Textfeld
- keine Antwort

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

61 Gehört die Aufnahme von Anforderungen zu Ihren Aufgaben?
Dies ist eine Pflichtfrage, bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten.

- Nein
- Nein. Aber ich verantworte den Bereich der Anforderungsaufnahme.
- Ja. Bitte tragen Sie im Kommentarfeld ein seit wie viel Jahren.

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

62 Vorgehensmodelle beschreiben Abfolgen von Arbeitsphasen für die Projektdurchführung. Welches Vorgehensmodell der Softwareentwicklung setzen Sie für Ihr WMS ein? Bitte unterscheiden Sie zwischen kundenspezifischen Anpassungen und der allgemeinen Produktentwicklung.

	Kundenspezifische Entwicklung / Anpassung	Produktentwicklung
Die Entwicklung für diesen Bereich erfolgt nicht durch uns.		
Sequentielles Vorgehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Iteratives Vorgehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agiles Vorgehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weiteres Vorgehensmodell	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
keine Antwort	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

? **Sequentielles Vorgehen** - Arbeitsphasen werden einmalig und in einer festen Reihenfolge durchlaufen. Varianten sind das Wasserfallmodell oder das V-Modell
Iteratives Vorgehen - Initiale Planung der Arbeitsphasen, die anschließend mehrfach und mit verschiedenen Detaillierungsgraden durchlaufen werden. Varianten sind das Spiralmodell und der Rational Unified Process (RUP).
Agiles Vorgehen - Eine Ausprägung des sequentiellen Vorgehens, bei der die Iterationen dynamisch geplant werden und an den aktuellen Bedarf angepasst werden. Varianten sind SCRUM und Extreme Programming (XP).

63 Welches weitere / Welche weiteren Vorgehensmodell(e) der Softwareentwicklung setzen Sie ein?

Zurück

Weiter

Optimierungspotentiale für die Aufnahme und Dokumentation von Anforderungen an WMS

Später fortfahren

Umfrage verlassen und Antworten löschen

87%

Abschlussfragen

64 Welche Erwartungen haben Sie an die Ergebnisse dieser Studie?
Gibt es aus Ihrer Sicht offene Fragen, die geklärt werden sollten?

🔗 Sie können die Größe des Textfelds verändern. Klicken Sie dafür unten rechts auf das Feld und ziehen Sie bis die gewünschte Größe erreicht ist.

65 Haben Sie Anmerkungen oder Kritik zur Umfrage?

🔗 Sie können die Größe des Textfelds verändern. Klicken Sie dafür unten rechts auf das Feld und ziehen Sie bis die gewünschte Größe erreicht ist.

66 Wünschen Sie ein Exposé dieser Studie?
Dann tragen Sie bitte hier Ihre E-Mailadresse ein oder kontaktieren Sie mich im Anschluss an die Umfrage.

Zurück

Absenden

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage.

Für Rückfragen, Anregungen oder das Anfordern des Exposés erreichen Sie mich unter:
Andrea Wohlgemuth B. Sc.
Telefon: (IML) +49 (0)231 9743-509 | +49 (0) 231 2268198
E-Mail: Andrea.Wohlgemuth@iml.fraunhofer.de | mail@Andrea-Wohlgemuth.de

C. Überblick verwendeter Erhebungstechniken

Tabelle 15 zeigt eine Übersicht der von WMS-Anbietern verwendeten und im Rahmen der Umfrage abgefragten Erhebungstechniken auf.

Kategorie	Technik	Keine Angabe	Keine Verwendung	Generelle Verwendung
Befragungstechniken	Leitfadeninterview	6%	0%	94%
	Offenes Interview	6%	0%	94%
	Abfrage von Business-Use-Cases	6%	17%	78%
	Fokusgruppen	17%	22%	61%
	On-Site-Customer	11%	28%	61%
	Selbstaufschreibung	11%	33%	56%
	Anfrage von User-Storys	17%	44%	39%
	Geschlossenes Interview	11%	72%	17%
Umfrage	17%	72%	11%	
Beobachtungstechniken	Feld-/Arbeitsplatzbeobachtung	6%	6%	89%
	Video-/Bildanalyse	11%	44%	44%
	Apprenticing / Einarbeiten	6%	67%	28%
Kreativitätstechniken	Brainstorming	11%	33%	56%
	Perspektivenwechsel	6%	44%	50%
	Analogiebildung	11%	44%	44%
	Mehrstufige Methoden	17%	61%	22%
Artefaktbasierte Techniken	Systemschnittstellen-Analyse	11%	0%	89%
	Benutzerschnittstellen Analyse	11%	0%	89%
	Dokumentenanalyse	11%	11%	78%
	Systemarchäologie	17%	11%	72%
	Wiederverwendung	22%	33%	44%
	Code Analyse	17%	44%	39%
	Cloning	22%	44%	33%
Modellierende Techniken	Blog, Wiki, Forum Analyse	22%	50%	28%
	Skizzen	11%	11%	78%
	Schnelle Prozessmodellierung	28%	11%	61%
Unterstützende Techniken	Simulationsmodelle	11%	39%	50%
	Prototypen	11%	11%	78%
	Szenarien	22%	11%	67%
	Raten / Erahnen	28%	11%	61%
	Essenzbildung	17%	28%	56%
	Story Boarding	17%	61%	22%
Persona	17%	61%	22%	

Tabelle 15: Übersicht – Verwendung der Erhebungstechniken durch WMS-Anbieter

D. Überblick der Anhänge auf CD

Anhänge auf CD 1

Beschreibung	Datei
Anschreiben im Newsletter des Teams warehouse logistics	Newsletter IML.pdf
Export der Fragebogenstruktur	limesurvey_survey_582469.lss
Fragebogenentwurf für den Pretest der Online-Umfrage	Pretest V02.pdf
Finaler Fragebogen für die Online-Umfrage	Fragebogen_582469_de.pdf
Master-Thesis	Master-Thesis_A_Wohlgemuth.pdf
Rohdaten der verwertbaren Ergebnisfragebögen der Online-Umfrage	Ergebnisse-Rohdaten.xlsx
Vorabversion der Handlungsempfehlung	Handlungsempfehlung_Vorabversion.pdf

Anhänge auf CD 2

Beschreibung	Datei
Literatur – ausschließlich für die Prüfung und Beurteilung der Master-Thesis bestimmt	<i>diverse</i>

Eidesstattliche Erklärung

Gemäß §16 Abs. 5 der MPO erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich habe mich keiner fremden Hilfe bedient und keine anderen, als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften und anderen Quellen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

Recklinghausen, 27.01.2017
Ort, Datum

Unterschrift (Vorname Nachname)