



Qualitätsorientiertes Konstruieren von IT-Infrastrukturen – Ein Design Structure Matrix basierter Ansatz

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieur (Dr.-Ing.)

angenommen durch die Fakultät für Informatik
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

von M.Sc. Peter Krüger

geb. am 21.08.1982

in Neustrelitz

Gutachterinnen/Gutachter

Prof. Dr. Hans-Knud Arndt

Prof. Dr. Klaus Turowski

Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau

Magdeburg, den 16.09.2014

MIS-Schriftenreihe

herausgegeben von

Prof. Dr. Hans-Knud Arndt
Otto von Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Technische und Betriebliche Informationssysteme
Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme –

Band 5

Peter Krüger

Qualitätsorientiertes Konstruieren von IT-Infrastrukturen

Ein Design Structure Matrix basierter Ansatz

Shaker Verlag
Aachen 2014

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Zugl.: Magdeburg, Univ., Diss., 2014

Copyright Shaker Verlag 2014

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-3153-9

ISSN 2195-7460

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

In Erinnerung an Ruth.

Geleitwort

Die vorliegende Dissertation befaßt sich mit den Herausforderungen der Komponentenauswahl und Komponentenkomposition für das qualitätsorientierte Konstruieren von IT-Infrastrukturen. Die Informationstechnik (IT) hat in einem immer mehr zunehmenden Maße zur Industrialisierung anderer Wirtschaftszweige beigetragen. Aber auch der Wirtschaftszweig der IT als solches unterliegt ebenfalls einem Industrialisierungsprozeß. Deshalb wird heutzutage bei der Übertragung industrieller Methoden und Prozesse auf die IT üblicherweise von einer IT-Industrialisierung gesprochen.

Wenn also ein Analogieschluß zwischen „klassischer“ Industrialisierung und einer IT-Industrialisierung gezogen werden kann und auch wird, dann stellt sich die Frage, ob und in welchem Maße der Entwurfsprozeß klassischer, physischer Produkte vor dem Stichwort einer IT-Industrialisierung von Bedeutung sein wird und wie im einzelnen ein solcher Entwurfsprozeß ausgestaltet werden kann.

Herr Krüger hat in seiner Dissertation versucht, hier Abhilfe zu schaffen. Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht die Frage, wie der Entwurf von Infrastrukturen im Kontext von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) den gleichen Reifegrad bzw. die gleiche Qualität eines „klassischen“ Produktentwurfs erreichen kann. Konkret geht es Herrn Krüger zunächst darum, umfassend die methodischen Grundlagen einer konstruktionsanalogen Gestaltung bzw. Auswahl von IT-Komponenten so aufzubereiten, daß in einem zweiten Schritt ein wissenschaftlich abgesichertes Konzept zur Komponentenauswahl und Komponentenkomposition für das qualitätsorientierte Konstruieren von IT-Infrastrukturen vorgenommen werden kann. Herr Krüger hat richtigerweise erkannt, daß ein solches Konzept ohne eine interdisziplinäre Vorgehensweise nicht denkbar bzw. umsetzbar ist, d. h. auch, daß gerade aus Sicht der Informatik übliche Pfade der Softwareentwicklung/des Software Engineering verlassen werden müssen. Und genau diesen beiden Aufgaben nimmt sich Herr Krüger in bemerkenswerter Weise an.

Aber auch die Validierung bei einem Praxispartner im Sinne der Überprüfung der vorliegenden Konzeptionen wird durch den Autor in außerordentlicher Weise bearbeitet. An drei ausgewählten Projekten der Volkswagen AG wird die vom Autor entworfene Gesamtmethode eindrucksvoll überprüft.

Herr Krüger zeigt sehr überzeugend, daß die Thematik einer Gesamtmethode zur Komponentenauswahl und Komponentenkomposition für das qualitätsorientierte Konstruieren von IT-Infrastrukturen wissenschaftlich abzuhandeln ist. Gerade die systematische und stets nachvollziehbare wissenschaftliche Aufbereitung des Themengebiets und die interdisziplinäre Herangehensweise zur Lösungserarbeitung stellen wesentliche Beiträge der vorliegenden Dissertationsschrift dar. Hiermit hat Herr Krüger einen äußerst wichtigen und richtungweisenden Schritt im Bereich der wissenschaftlichen Diskussion zur IT-Industrialisierung getan.

Die vorliegende Dissertationsschrift wurde von Herrn Krüger als externer Doktorand neben seiner beruflichen Tätigkeit bei der Volkswagen AG in Wolfsburg angefertigt, dafür gebührt ihm meine Hochachtung. Zudem freue mich, daß diese Dissertationsschrift als Band 5 der „MIS-Schriftenreihe“ meiner Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik – Managementinformationssysteme – an der Fakultät für Informatik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg erscheint. Ich wünsche dem vorliegenden Buch eine weite Verbreitung, danke dem Autor für die äußerst gute und angenehme Zusammenarbeit und wünsche ihm viel Erfolg für seine berufliche und ggf. auch zukünftige wissenschaftliche Arbeit.

Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Vorwort

Viele Menschen haben mich aktiv beim Erstellen dieser Dissertation unterstützt. Diesen Personen möchte ich meinen ausdrücklichen Dank aussprechen.

In erster Linie möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Hans-Knud Arndt für die wissenschaftliche Betreuung sowie die fruchtbaren Diskussionen und zahlreichen Denkanstöße danken. Des Weiteren möchte ich Herrn Prof. Dr. Klaus Turowski und Herrn Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau für die Erstellung des Zweit- und Drittgutachtens danken.

Die Arbeit entstand im Rahmen des Doktorandenprogramms der VOLKSWAGEN AG. Stellvertretend für das wunderbare Kollegium der Volkswagen Konzern IT bedanke ich mich bei Herrn Dr.-Ing. Ulrich Gehrke-Hoog und Herrn Dr. Murat Caliskan für die Unterstützung und das in mich gesetzte Vertrauen. Hervorheben möchte ich Herrn Dipl.-Ing. (FH) Sven-Eric Evers, der mir half, Probleme aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten und die tägliche Arbeit mit Witz und Humor erleichterte.

Ein Dank geht an dieser Stelle auch an Herrn Dipl.-Wirt.-Inform. Torsten Urban für den fachlichen Austausch und die enge Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl. Weiterer Dank gilt Herrn M.Sc. Steffen Christgau, der mir geduldig jede noch so banale Frage beantwortete und mich an seiner Technikbegeisterung teilhaben ließ. Beiden genannten wünsche ich sehr gutes Gelingen für ihr Promotionsvorhaben.

Abschließend möchte ich meiner Frau Julia danken. Sie hat mir stets den Rücken freigehalten und mich nach Rückschlägen wieder aufgebaut. Das Vollenden dieser Arbeit habe ich maßgeblich ihr zu verdanken.

Schreibe einen Absatz.

Kurzfassung

Die Informationstechnik (IT) ist aus modernen Unternehmen nicht mehr wegzudenken. Die IT-Systemlandschaft unterliegt durch Unternehmenswachstum oder Optimierung sowie technischem Fortschritt einer ständigen Veränderung. Die Bereitstellung neuer IT-Systeme ist dabei von Marktbedürfnissen und dem Wettbewerb getrieben und soll wirtschaftlich, qualitativ und schnell erfolgen. Dies sind wichtige Faktoren zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit.

IT-Systeme enthalten anteilig IT-Infrastruktur, beziehungsweise setzen darauf auf. IT-Infrastrukturen sind das informationstechnische Rückgrat jedes Unternehmens und stellen die grundlegenden IT-Ressourcen bereit, um Anwendungssoftware zu betreiben. IT-Infrastruktur umfasst Bestandteile aus Betriebssystemsoftware, Middleware sowie Hardware. Zur Realisierung von IT-Infrastrukturen werden zumeist Kaufkomponenten, sogenannte commercial off-the-shelf Komponenten, eingesetzt.

Bei der Realisierung von IT-Infrastrukturen lautet die Herausforderung, zu den gegebenen Anforderungen die passende Komponentenauswahl in transparenter und konsistenter Weise zu treffen. Das heißt, gibt es keine unterstützende Methode für die Komponentenauswahl, wird vielfach die Auswahl anhand von Expertenwissen getroffen. Dieses Vorgehen hat unter anderem Nachteile aufgrund der Intransparenz der Entscheidungen, der Bindung von Wissen an Personen sowie kapazitive Grenzen beim Bewältigen steigender Anforderungen in kürzerer Zeit. Eine methodisch gestützte Komponentenauswahl kann den IT-Experten befähigen, steigende Anforderungen zu bewältigen, Entscheidungen abgesichert zu treffen oder sein Wissen strukturiert zur Verfügung zu stellen. Neben der Komponentenauswahl ist für die Erfüllung der Anforderungen entscheidend, wie die Bestandteile der IT-Infrastruktur zusammenhängen. Das Wissen darüber vervollständigt zum einen die Komponentenauswahl, indem weitere zwingend erforderliche Komponenten ebenfalls in die Auswahl einbezogen werden, und zum anderen geben die Komponentenbeziehungen erste Hinweise für den zu gestaltenden Architektorentwurf.

Im Rahmen dieser Dissertation wurde eine Gesamtmethode zur Auswahl und Komposition von Kaufkomponenten für IT-Infrastrukturen entwickelt. Dazu wurden bestehende Methoden und Ansätze zur Unterstützung des IT-Systementwicklungsprozesses betrachtet und hinsichtlich ihrer Erfüllung zuvor definierter Kernanforderungen bewertet. Die Design Structure Matrix Methode wurde aufgrund des Evaluierungsergebnisses für die Methodenadaption ausgewählt. Es wurden vier Domänen zur Durchführung der Komponentenauswahl identifiziert und beschrieben. Die Domänen wurden über ihre Relationen zueinander in eine Multiple Domain Matrix überführt. Anhand dieser Umfeldbedingungen wurde eine Abfolge von Matrizenberechnungen definiert, die durch die Beziehungen von Domänenelementen zueinander eine Komponentenauswahl und Komponentenkomposition ermöglicht. Das Vorgehen orientiert sich, durch eine umfassende Betrachtung von Anforderungen und einem implementierten Mechanismus zur kontinuierlichen Methodenverbesserung, an den Ansprüchen des Qualitätsmanagements.

Die Praxistauglichkeit der adaptierten Gesamtmethode wurde anhand von drei ausgewählten IT-Infrastrukturprojekten des Praxispartners VOLKSWAGEN AG nachgewiesen. Dazu wurde für jedes Projekt anhand der Projektdokumentation eine retrospektive Analyse durchgeführt, um die getroffenen Entscheidungen für die Komponentenauswahl und Systemarchitektur nachvollziehen zu können. Anschließend erfolgte zum Zwecke des Vergleichs eine simulierte Anwendung der Gesamtmethode.

Mit der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Gesamtmethode wird ein Ansatz zum qualitätsorientierten Konstruieren von IT-Infrastrukturen geliefert. Sie ermöglicht eine methodisch gestützte Auswahl und Komposition von Kaufkomponenten. Dabei werden funktionale und nicht-funktionale Aspekte in die Komponentenauswahl einbezogen. Die Gesamtmethode befähigt den IT-Experten steigende Anforderungen zu bewältigen und anforderungskonforme IT-Systeme zu gestalten.

Kommentar des Unternehmens

Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Dissertation sind nicht notwendigerweise die der VOLKSWAGEN AG.

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	vii
Vorwort	ix
Kurzfassung	xi
Kommentar des Unternehmens	xiii
Tabellenverzeichnis	xix
Abbildungsverzeichnis	xxi
Abkürzungsverzeichnis	xxv
1 Einführung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	2
1.2 Zielsetzung der Arbeit	3
1.3 Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	5
2 Terminologische und konzeptionelle Grundlagen	9
2.1 IT-Infrastruktur	9
2.2 System und Komponente	12
2.2.1 Systembegriff	12
2.2.2 Modularisierung von Systemen	13
2.2.3 COTS-Komponenten	15
2.3 Systementwicklung	17
2.3.1 Systems Engineering	17
2.3.2 Vorgehen bei der Systementwicklung – Vom Problem zur Lösung	18
2.3.3 Begriff des Konstruierens	21
2.3.4 Systemgestaltung	23
2.4 IT-Architektur	24
2.4.1 Architekturbegriff und Architekturarten	25
2.4.2 Architektursichten	26
2.4.3 Architekturentwurf und Architekturstruktur	27
2.4.4 Unternehmensarchitektur	29
2.5 Requirements Engineering	31
2.5.1 Definition	31
2.5.2 Anforderungen und Anforderungsarten	33
2.5.3 Funktionale Anforderungen	35

2.5.4	Nicht-funktionale Anforderungen	36
2.5.5	Aktivitäten im Requirements Engineering	38
2.5.6	Schlussbemerkung zu Kapitel 2.5	42
2.6	Qualität	43
2.6.1	Definition von Qualität	43
2.6.2	Fünf Ansätze nach Garvin	44
2.6.3	Unterteilung der Qualitätsmerkmale	46
2.6.4	Qualitätsmanagementsystem	50
2.6.5	Qualitätsverbesserung	53
2.6.6	Qualitätsszenarien	54
2.6.7	Schlussbemerkung zu Kapitel 2.6	56
2.7	Vereinbarkeit der Normenreihen ISO 9000 und ISO 25000	56
2.7.1	Normenreihe ISO 9000	57
2.7.2	Normenreihe ISO 25000	59
2.7.3	Dissens der Normenreihen ISO 9000 und ISO 25000	60
2.7.4	Standpunkt	62
2.7.5	Empfehlung	63
2.8	Zusammenfassung	64
3	Methodenspektrum – Stand der Technik	65
3.1	Konzeptionelle Ansätze und Methoden für die Problemlösung	65
3.1.1	Feature-orientierte Komponentenauswahl	66
3.1.2	Qualitätsorientierte Komponentenauswahl	68
3.1.3	Morphologischer Kasten	70
3.1.4	Produktlinienentwicklung	71
3.1.5	House of Quality	73
3.1.6	Matrizenbasierter Ansatz	76
3.2	Systematik und Ergebnis des Vergleichs	77
3.3	Beurteilung des Vergleichsergebnisses	82
3.4	Zusammenfassung	85
4	Design Structure Matrix Methode	87
4.1	Einführung der Design Structure Matrix Methode	87
4.1.1	Entstehung der DSM	88
4.1.2	Aufbau einer DSM	90
4.1.3	Forschungsansätze der DSM-Methode	91
4.1.4	Anwendungsbereiche der DSM-Methode	92
4.2	DSM – Design Structure Matrix	95
4.2.1	Arten von DSM	96
4.2.2	Standardbeispiel einer DSM	98
4.3	DMM – Domain Mapping Matrix	98
4.4	MDM – Multiple Domain Matrix	100
4.5	Verarbeitung von Matrizen	101
4.5.1	Ableitung indirekter Beziehungen einer DSM	101
4.5.2	Ableitung indirekter Beziehungen einer DMM	102

4.5.3	Überlagern von Matrizen	104
4.6	Analyse von Matrixinhalten	106
4.6.1	Muster in Matrizen der DSM-Methode	106
4.6.2	Clustering	108
4.6.3	Triangularization, Partitioning, Sequencing	110
4.6.4	Aktivität, Kritikalität und isolierte Knoten	111
4.7	Werkzeugunterstützung	112
4.8	Zusammenfassung	117
5	Umfeldbedingungen für eine Gesamtmethode	119
5.1	Entwicklung und Strukturierung von IT-Infrastruktur	119
5.1.1	Entwicklung von IT-Infrastruktur	119
5.1.2	Strukturierung von IT-Infrastruktur	120
5.2	Domänen der Gesamtmethode	121
5.2.1	Identifikation der problemrelevanten Domänen	122
5.2.2	Bezeichnung der Domänen	124
5.2.3	Domänenbeziehungen definieren	124
5.2.4	Verbesserung der Domäneninhalte	126
5.3	COTS-Komponenten in IT-Infrastrukturen	128
5.3.1	Definition für COTS-Komponenten in der Gesamtmethode	128
5.3.2	Verwendung von Kaufkomponenten in der Gesamtmethode	129
5.3.3	Komponentenrepository	130
5.4	Funktionalität von IT-Infrastrukturen	131
5.4.1	Funktionale Eigenschaften von Baugruppen	131
5.4.2	Zusammenwirken der Funktionen	132
5.4.3	Kontinuierliche Verbesserung der Domäne	134
5.5	Nicht-funktionale Eigenschaften von IT-Infrastrukturen	134
5.5.1	Einführung des Begriffs nicht-funktionale Eigenschaft	135
5.5.2	Qualitätsszenarien für Baugruppen	136
5.5.3	Kontinuierliche Verbesserung der Domäne	140
5.6	Aggregierte Repräsentation durch Baugruppen	140
5.6.1	Einführung des Begriffs Baugruppe	141
5.6.2	Festlegung einer Baugruppe	143
5.6.3	Verwendung einer Baugruppe	146
5.6.4	Pflege und Ablösung einer Baugruppe	147
5.7	Zusammenfassung	148
6	Gesamtmethode zur Konstruktion von IT-Infrastrukturen	151
6.1	Instanziieren der MDM	151
6.2	Bezeichnungskonvention in der Gesamtmethode	153
6.3	Schritte zur Komponentenauswahl	154
6.4	Komponentenbeziehungen für den Architekturentwurf	164
6.5	Analyse von Komponentenauswahl und -repository	165
6.5.1	Analyse der Komponentenauswahl	166
6.5.2	Analyse des Komponentenrepositorys	166

6.6	Exemplarische Anwendung der Gesamtmethode	167
6.6.1	Festlegungen zum Anwendungsbeispiel	168
6.6.2	Beispielhafte Komponentenauswahl	169
6.6.3	Beispielhafte Komponentenkomposition	175
6.6.4	Anwendung der Analysemethoden am Beispiel	176
6.7	Zusammenfassung	178
7	Validierung der Gesamtmethode	185
7.1	Vorgehen zur Durchführung der Validierung	186
7.2	Projekt 1 – CFA	187
7.3	Projekt 2 – ANTON	190
7.4	Projekt 3 – ZAS	192
7.5	Ergebnis der Methodenvalidierung	197
7.6	Erfüllung der Kernanforderungen	200
7.7	Zusammenfassung	202
8	Schlussbetrachtung	205
8.1	Ergebnisse	205
8.2	Ausblick	208
A	Materialien der Validierung	211
A.1	Validierung – Angaben zum Umsystem	211
A.1.1	Angaben zu den funktionalen Eigenschaften	211
A.1.2	Angaben zu den nicht-funktionalen Eigenschaften	211
A.1.3	Angaben zu den COTS-Komponenten	214
A.1.4	Angaben zu den Baugruppen	217
A.2	Validierung – Angaben zum Projekt CFA	219
A.3	Validierung – Angaben zum Projekt ANTON	227
A.4	Validierung – Angaben zum Projekt ZAS	235
	Literaturverzeichnis	243

Tabellenverzeichnis

2.1	Konstruktionsarten im Maschinenbau	22
2.2	Verschiedene Definitionen des Anforderungsbegriffs	34
2.3	Primäre und sekundäre Aktivitäten des Requirements Engineering	38
2.4	Qualitätsmerkmale nach der Norm ISO 25010	48
2.5	Qualitätsmerkmale von COTS-Komponenten	49
3.1	Vergleich der betrachteten Methoden	78
3.2	Einzelbetrachtung der Kernanforderungen pro Methode	79
4.1	Ableitung indirekter Beziehungen einer DSM	102
5.1	Beziehungen der Domänen	126
6.1	Definition der Qualitätsszenarien für das Anwendungsbeispiel	170
6.2	Baugruppendefinition für das Anwendungsbeispiel	171
6.4	Kritikalitätsanalyse der beispielhaften Komponentenauswahl	176
6.5	Analyse des beispielhaften Komponentenrepositorys	177
6.3	Identifikationsnummer und Bezeichnung der Komponentenelemente	180
7.1	Eingangsinformationen für die simulierte Komponentenauswahl des Projekts CFA	189
7.2	Eingangsinformationen für die simulierte Komponentenauswahl des Projekts ANTON	191
7.3	Eingangsinformationen für die simulierte Komponentenauswahl des Projekts ZAS	195
7.4	Präferenzermittlung des Web-Application-Servers für die Clearing-Engine im Projekt ZAS	196
7.5	Erfüllung der Kernanforderungen durch Gesamtmethode und DSM-Methode	202
A.1	Umsystem der Validierung – funktionale Eigenschaften	212
A.2	Definition der Qualitätsszenarien für die Validierung	213
A.3	Umsystem der Validierung – COTS-Komponenten	215
A.4	Umsystem der Validierung – Baugruppendefinitionen	218

Abbildungsverzeichnis

1.1	Externe und interne IT-Dienstleister	2
1.2	Aufbau der Arbeit	7
2.1	Betrachtungsbereich IT-Infrastruktur	11
2.2	Wasserfallmodell zum sequenziellen Vorgehen	20
2.3	Vorgehen nach dem V-Modell	20
2.4	Spiralmodell zum inkrementellen Vorgehen	21
2.5	Konkurrierende Gestaltungsaspekte von Produkten	23
2.6	Allgemeine Architekturstrukturen	30
2.7	Aufbau einer Unternehmensarchitektur	31
2.8	Übersicht der Anforderungsarten	36
2.9	Prozessorientiertes Qualitätsmanagementsystem	52
3.1	Beispiel einer Feature Modellierung für IT-Infrastruktur	67
3.2	Mehrfach-COTS-Auswahl mit zielorientiertem Ansatz	70
3.3	Beispiel für einen morphologischen Kasten	71
3.4	Referenzprozess für die Software-Produktlinien-Entwicklung	73
3.5	Vier Phasen des QFD-Prozesses	74
3.6	Schema des House of Quality	75
3.7	Matrixbasierte Darstellung einer Produktstruktur am Beispiel eines Kugelschreibers	77
4.1	Bestandteile einer DSM	91
4.2	Taxonomie der DSM	97
4.3	Physische Komponentenverbindungen einer PKW-Klimaanlage	99
4.4	Beispielhafte MDM	100
4.5	Beispiel einer Connectivity Map	103
4.6	Muster mit Graph- und Matrixnotation	108
4.7	Schema einer sequenzierten DSM	111
4.8	Bildschirmbild des Analysewerkzeugs aus der Software „Lattix“	114
4.9	Bildschirmbild der Software „Loomeo“	115
4.10	Bildschirmbild der Software „Cambridge Advanced Modeller“	116
5.1	Domänenbeziehungen als Systemgraph	125
5.2	Zusammenhang zwischen Methodenausführung und -verbesserung	127
5.3	Beziehungen von Funktionen und Komponenten	133
5.4	Einordnung des Qualitätsszenarios	137
5.5	Komponenten in Baugruppen und ihr Funktionsbeitrag	144

5.6	Abbildung der Baugruppendefinition in Matrizen für die Verwendung in der Gesamtmethode	146
6.1	Instanzierte MDM für IT-Infrastrukturen	152
6.2	Legende zur Komponentenauswahl	154
6.3	Schrittfolge der Komponentenauswahl	155
6.4	Komponentenauswahl – Schritte 1 bis 3	156
6.5	Beispiel eines Arrays zur Präferenzermittlung	158
6.6	Komponentenauswahl – Schritte 4 bis 6	159
6.7	Komponentenauswahl – Schritt 7	163
6.8	Operationen auf der Matrix P	166
6.9	Ableitung der Matrix P_z	167
6.10	Setzen der Eingangsinformationen für das Anwendungsbeispiel	172
6.11	Präferenzermittlung zum Beispiel	173
6.12	Matrix J_a im Anwendungsbeispiel	174
6.13	Matrix J_b im Anwendungsbeispiel	174
6.14	Matrix J_c im Anwendungsbeispiel	174
6.15	Matrix J_d im Anwendungsbeispiel	175
6.16	Anwendungsbeispiel für Matrix H_a	180
6.17	Matrix L_a des Anwendungsbeispiels	181
6.18	Matrix L_b des Anwendungsbeispiels	181
6.19	Matrix P_c des Anwendungsbeispiels	182
6.20	Digraph zur Matrix P_c des Anwendungsbeispiels	182
6.21	Digraph der Komponentenbeziehungen im Anwendungsbeispiel	183
7.1	Simulierte Komponentenkomposition zum Projekt CFA als Digraph	189
7.2	Simulierte Komponentenkomposition zum Projekt ANTON als Digraph	193
7.3	Blockschaltbild zum IT-System ZAS	194
7.4	Simulierte Komponentenkomposition zum Projekt ZAS als Digraph	197
7.5	Reales Verteilungsdiagramm mit Kommunikationsbeziehungen des IT-Systems ZAS	198
A.1	Setzen der Eingangsinformationen für das Projekt CFA	219
A.2	Matrix J_a im Projekt CFA	220
A.3	Matrix J_b im Projekt CFA	220
A.4	Matrix J_c im Projekt CFA	221
A.5	Matrix J_d im Projekt CFA	221
A.6	Matrix H_a im Projekt CFA	222
A.7	Matrix L_a im Projekt CFA	223
A.8	Matrix L_b im Projekt CFA	224
A.9	Matrix P_a im Projekt CFA	225
A.10	Matrix P_c im Projekt CFA	226
A.11	Setzen der Eingangsinformationen für das Projekt ANTON	227
A.12	Matrix J_a im Projekt ANTON	228
A.13	Matrix J_b im Projekt ANTON	228

A.14 Matrix J_c im Projekt ANTON	229
A.15 Matrix J_d im Projekt ANTON	229
A.16 Matrix H_a im Projekt ANTON	230
A.17 Matrix L_a im Projekt ANTON	231
A.18 Matrix L_b im Projekt ANTON	232
A.19 Matrix P_a im Projekt ANTON	233
A.20 Matrix P_c im Projekt ANTON	234
A.21 Setzen der Eingangsinformationen für das Projekt ZAS	235
A.22 Matrix J_a im Projekt ZAS	236
A.23 Matrix J_b im Projekt ZAS	236
A.24 Matrix J_c im Projekt ZAS	237
A.25 Matrix J_d im Projekt ZAS	237
A.26 Matrix H_a im Projekt ZAS	238
A.27 Matrix L_a im Projekt ZAS	239
A.28 Matrix L_b im Projekt ZAS	240
A.29 Matrix P_a im Projekt ZAS	241
A.30 Matrix P_c im Projekt ZAS	242

Abkürzungsverzeichnis

ATLAS	Automatisiertes Tarif- und Lokales Zollabwicklungssystem
BG	Baugruppe
CEN	Comité Européen de Normalisation
CFA	Continious Forensing Auditing
CM	Connectivity Maps
COTS	commercial off-the-shelf
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMM	Domain Mapping Matrix
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DSM	Design Structure Matrix
EDIFACT	Electronic Data Interchange For Administration, Commerce, and Transport
ESB	Enterprise Service Bus
FE	funktionale Eigenschaft
FTAM	File Transfer, Access, and Management
HoQ	House of Quality
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
i.S.v.	im Sinne von
i.V.m.	in Verbindung mit
ID	Identifikationsnummer
IIS	Internet Information Server
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik

JDK	Java Development Kit
KA	Kernanforderung
KB	Kombinationsberechnung
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MDM	Multiple Domain Matrix
NASA	U.S. National Aeronautics and Space Administration
NFE	nicht-funktionale Eigenschaft
NFS	Network File System
PDCA	Plan Do Check Act
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PKW	Personenkraftwagen
PLE	Produktlinien-Entwicklung
QFD	Quality Function Deployment
QM-System	Qualitätsmanagementsystem
RDBMS	Relational Database Management System
RE	Requirements Engineering
RHEL	Red Hat Enterprise Linux
rvs	Rechner-Verbund-System
SLA	Service Level Agreement
SPLE	Software-Produktlinien-Entwicklung
SQL	Structured Query Language
SQuaRE	Systems and software Quality Requirements and Evaluation
WAS	WebSphere Application Server
XML	Extensible Markup Language
ZAS	Zollabwicklungssystem