



Fakultät II – Informatik, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften
Department für Informatik

Föderierte ERP-Systeme auf Basis von Web Services

Dissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften

von

Dipl.-Inf.(FH) Nico Brehm

Gutachter:

Prof. Dr. Jorge Marx Gómez

Prof. Dr. Klaus Turowski

Tag der Disputation: 10.02.2009

Oldenburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik

Band 3

Nico Brehm

Föderierte ERP-Systeme auf Basis von Web Services

Shaker Verlag
Aachen 2009

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.: Oldenburg, Univ., Diss., 2009

Copyright Shaker Verlag 2009

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8122-9

ISSN 1863-8627

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

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Jorge Marx Gómez, meinem Doktorvater, für sein Vertrauen in mich als Wissenschaftler, für die Überlassung der auch aus heutiger Sicht immer noch sehr anspruchsvollen Thematik sowie für seine Unterstützung meiner Arbeit in Form von unzähligen persönlichen Diskussionen, die kritische Begutachtung meiner Arbeit in ihren Entstehungsphasen und die immerwährende Ermutigung zur wissenschaftlichen Kommunikation und Zusammenarbeit mit einer Vielzahl von Personen quasi aus der ganzen Welt, die ich heute durchaus als Kollegen bezeichnen kann.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Klaus Turowski von der Universität Augsburg für die Übernahme des Zweitgutachtens und für wichtige Anregungen zur Vollendung meiner Arbeit.

Weiterhin danke ich Herrn Prof. Dr. Hermann Strack für seine wegweisende Einführung in die wissenschaftliche Welt der Informatik in meiner Zeit als Mitarbeiter an der Hochschule Harz in Wernigerode und die Unterstützung meiner Arbeit über den gesamten Verlauf. Für die Aufnahme in die Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik und die tiefgreifende Prägung meiner wissenschaftlichen Anschauung möchte ich auf diesem Weg auch Herrn Prof. Dr. Claus Rautenstrauch meinen Dank aussprechen, von dem ich in meiner Magdeburger Zeit sehr viel lernen konnte. Ich danke auch den Kollegen der Abteilung Wirtschaftsinformatik an der Uni-Magdeburg für die freundschaftliche Zusammenarbeit.

Besonderer Dank gilt den Kollegen der Abteilung Wirtschaftsinformatik (Very Large Business Applications) der Uni-Oldenburg mit denen ich in meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter unvergessliche Jahre verbringen durfte, die mich stark geformt haben. Ich hatte stets das Gefühl, sowohl als Wissenschaftler als auch als Informatiker angesehen und verstanden zu werden, auch wenn diese Unterscheidung eher aus meinem persönlichen Werdegang rührt und möglicherweise nur bedingt sinnvoll ist. Ich danke Frau Dr. Liane Haak für die langen Diskussionen zum Thema „Föderierte ERP-Systeme“ und ihre außerordentliche Mühe zur Lockerung meiner Sicht auf die Schwere der Problematik in vielen Situationen und für die Relativierung vieler Zweifel. Weiterhin danke ich ihr sowie Herrn Andreas Solsbach und Herrn Dirk Peters für das Korrekturlesen meiner Arbeit. Stellvertretend für die gesamte Abteilung möchte ich Frau Julia Franke für die Hilfe zu jeder Zeit in Oldenburg und für das Gefühl danken, ein wichtiger Teil einer großen Familie zu sein. Außerdem danke ich den vielen Studenten, die sich im Rahmen ihrer Studien-, Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten mit dem Thema auseinandergesetzt und somit ebenfalls zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ich bedanke mich dabei besonders bei den 16 studentischen Mitgliedern der Projektgruppe FERP, die den größten Anteil der Entwicklung des Prototyps umgesetzt und somit einen wichtigen Baustein für meine Arbeit geliefert haben.

Ich danke ebenfalls allen Gastwissenschaftlern aus Kuba und Syrien, mit denen ich in Oldenburg zusammenarbeiten konnte. Ich habe dabei nicht nur fachliche sondern auch kulturübergreifende politische Einblicke in die Informatik erhalten, die mich zu einem breiten Denken angeregt haben. In diesem Zuge möchte ich auch Frau Dr. Paulina Gólinška aus Poznan (Polen) für die Zusammenarbeit während ihrer Zeit in Oldenburg danken.

Ich danke meinen Eltern Friedemann und Marita Brehm sowie meinem Bruder Dennis Brehm für ihr uneingeschränktes Vertrauen in die Fruchtbarkeit meines Promotionsvorhabens und das Interesse am Fortgang.

Ich danke meinen Freunden Herrn Marcus Roesch und Herrn Ulf-Heinrich Gerecke für Ihre Hilfe in einigen schweren Situationen in denen ich die Arbeit aufgeben wollte. Auch sei hier meinen Studienkommilitonen und Freunden Herrn Denny Rieche und Herrn Christian Iser gedankt, die mich stets zum erfolgreichen Abschluss der Arbeit motiviert haben.

Mein größter Dank gilt meiner Freundin und Lebensgefährtin Frau Tina Kleemann, die mich während meiner gesamten Zeit als Student und Doktorand der Informatik begleitet hat. Es ist ihr stets gelungen, mich auf den Boden der Tatsachen zurückzuholen, wenn ich aufgrund häufiger ausschweifender Gedankengänge und Aktivitäten den lebensnotwendigen zwischenmenschlichen Alltag mit wichtigen Personen vernachlässigt hatte. Tina Kleemann ist eine der wichtigsten Stützen dieser Arbeit.

Nico Brehm

Nordhausen, im März 2009

Zusammenfassung

Einer der Hauptgründe für die hohe Nachfrage nach ERP-Systemen in den letzten beiden Jahrzehnten begründet sich aus der datenzentrierten Sichtweise, die sowohl der internen Systemarchitektur als auch der enthaltenen Anwendungsfunktionalität zu Grunde liegt. ERP-Systeme ermöglichen die Betrachtung eines Unternehmens als Ganzes. Das Hauptziel des Einsatzes eines ERP-Systems ist die Verbesserung der Kooperation zwischen den Abteilungen eines Unternehmens durch die Standardisierung unternehmensinterner Abläufe.

Trotz der zielgruppenspezifischen Ausrichtung von ERP-Systemen wird dieser Arbeit die Hypothese zu Grunde gelegt, dass konventionelle Geschäftsmodelle von ERP-Systemanbietern die Annäherung an ein ideales ERP-System maßgeblich negativ beeinflussen. Dies ist auf die derzeitige Abhängigkeit zwischen Anwender an Anbieter eines ERP-Systems zurückzuführen.

Ziel der Dissertation ist die Beschreibung eines neuen Ansatzes für die Entwicklung und das Angebot von ERP-Systemen, der die bedarfsgerechte und parallele Nutzung von ERP-Funktionen beliebiger Anbieter ermöglicht. Die Arbeit schlägt eine kombinierte Standardisierung der Funktionen und Daten im betrieblichen Umfeld vor, die durch ein unternehmensübergreifendes Konsortium, wie beispielsweise einer Community vorangetrieben wird.

Die Arbeit beschreibt eine Referenzarchitektur für das Angebot und die Nutzung betrieblicher Anwendungsfunktionen auf der Basis von Web Services. Ziel dieser Referenzarchitektur ist es, durch die Vereinheitlichung der technischen Infrastruktur in Unternehmen den gemeinschaftlichen Betrieb eines ERP-Systems zu ermöglichen, wobei jeder Anbieter in der Gemeinschaft den nutzenden Anwenderunternehmen einen beliebigen Teil des Gesamtsystems zur Verfügung stellen kann. In der Dissertation wird dieses Gesamtsystem als „Föderiertes ERP-System“ (FERP-System) bezeichnet. Die Anforderungen, die an ein solches FERP-System gestellt werden, konzentrieren sich auf den Aspekt der Vertrauenswürdigkeit des Gesamtsystems. Neben der Diskussion neuartiger Sicherheitsbedrohungen wird in diesem Zusammenhang ein reputationsbasiertes Vertrauensmodell für Web Service-basierte FERP-Systeme vorgestellt.

Abstract

One of the main reasons which increased the demand of ERP system technology in the last two decades results from its data-centric view. This paradigm forms the basis for the internal architecture of ERP systems as well as the structure of the business functionality. ERP systems facilitate the view of enterprises as a whole. The application of ERP systems mainly aims at the improvement of the collaboration between different departments of an enterprise and the standardization of enterprise-internal workflows.

Despite of the target group-specific orientation of ERP systems this thesis is based on the hypothesis that conventional business models of ERP system providers significantly hinder the convergence to an ideal ERP system. This problem is mainly caused by the dependence between users and providers of today's ERP systems.

The objective of this thesis is the description of a new approach for the development and provision of ERP systems which allows a demand-oriented and parallel use of ERP functions of any provider. This thesis proposes a combined standardization of both functions and data within a specific business environment which is pushed by an inter-organizational consortium as e.g. a community.

The thesis describes a reference architecture for the provision and use of business functionality based on Web Services. The objective of this reference architecture is the standardization of the technical infrastructure within enterprises in order to allow a shared operating and provision of an ERP system whereas each provider of the community can freely choose any part of the overall system and offer it to the utilizing enterprises. This system is consecutively called "Federated ERP system". The system requirements focus on the trustworthiness of the complete system. In addition to novel security threads a reputation-based trust model for Web Service-based FERP systems is presented in the given context.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IX
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XVII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und allgemeine Problemstellung	2
1.2 Probleme bisheriger Lösungsansätze.....	4
1.3 Zielsetzung und Lösungsweg	6
1.4 Aufbau der Arbeit.....	10
2 ERP-Systeme	13
2.1 Herleitung des ERP-Systembegriffs	13
2.1.1 Funktionen in Unternehmen	13
2.1.2 Geschäftsprozesse und Workflows.....	16
2.1.3 Betriebliche Anwendungs- und Informationssysteme.....	18
2.1.4 Integration von Geschäftsprozessen durch ERP-Systeme	20
2.1.5 Begriffsdefinition ERP-System	22
2.2 Klassifizierung von ERP-Systemen	24
2.3 Open-Source ERP-Systeme	24
2.4 Architektur von ERP-Systemen	25
2.5 Schwachstellen derzeitiger ERP-Systeme	28
2.5.1 Standardisierung betrieblicher Anforderungen	29
2.5.2 Komposition von Standardsoftware	33
2.6 Das ERP-KMU-Dilemma	34
2.7 Derzeitige Softwarenutzung in KMU.....	40
2.8 Zusammenfassung	41
3 Enterprise Application Integration.....	43
3.1 Begriffsdefinitionen und Unterscheidung der Integrationsebenen	43
3.2 Potentiale von Unternehmensportalen zur Integration von Benutzeroberflächen.....	45
3.3 Potentiale von SOA zur Integration von Anwendungsfunktionen	47
3.3.1 Präzisierung des SOA-Begriffs	48
3.3.2 SOA als Konzept zur technischen Integration von Anwendungs- systemen	51
3.4 Potentiale integrierter DBMS	54
3.5 Workflow-Management-Systeme zur Integration von Anwendungs- systemen	55
3.6 SAP Netweaver als Beispiel für zusammenfassende Integrationsansätze.....	57

3.7	Zusammenfassung und Abgrenzung	58
3.7.1	Konkrete Verbesserungspotentiale derzeitiger Integrationsansätze	59
3.7.2	Konkretisierung der Ziele des Ansatzes	60
4	Fachkomponenten und Web Services.....	63
4.1	Fachkomponenten.....	63
4.1.1	Unterscheidung der Komponentenarten und Begriffsdefinitionen.....	63
4.1.2	Spezifikation von Fachkomponenten	66
4.1.3	Standardisierung von Fachkomponenten	68
4.1.4	Etablierung von Fachkomponentenmärkten.....	71
4.2	Web Services	72
4.2.1	Begriffsdefinition	72
4.2.2	Spezifikation von Web Services und das Web Service-Paradigma	74
4.2.3	Web Service-Märkte.....	77
4.3	Vergleich von Fachkomponenten und Web Services im gegebenen Kontext	80
4.4	Zusammenfassung und Abgrenzung	83
5	Referenzarchitektur Förderierter ERP-Systeme auf Basis von Web Services	87
5.1	Begriffsdefinition Förderiertes ERP-System	87
5.2	Allgemeine Anforderungen und das FERP-Referenzmodell	87
5.3	Allgemeines FERP-Standardisierungsmodell	91
5.4	Vorgehensmodell zur Überführung in eine Referenzarchitektur	92
5.4.1	Vorgehensmodell zur Herleitung der Referenzarchitektur.....	93
5.4.2	Explizite Darstellung verwendbarer Architekturmittel	94
5.5	FERP-Referenzarchitektur	97
5.5.1	Architekturüberblick.....	97
5.5.2	Standardisierung des Daten- und Funktionsmodells	100
5.5.3	Komponentenstruktur des FWfS	111
5.5.4	Komponentenstruktur des FUS	120
5.5.5	Komponentenstruktur des FES	122
5.5.6	Komponentenstruktur des FWCS	124
5.5.7	Komponentenstruktur des FWPS	127
5.5.8	Komponentenstruktur des FWD	129
5.5.9	Komponentenstruktur des FDS	130
5.6	Referenzschnittstellen.....	135
5.7	FERP-Infrastrukturen	140
5.7.1	Zentralisierte FERP-Infrastruktur.....	140
5.7.2	Dezentrale FERP-Infrastruktur.....	143
5.7.3	FERP Peer-to-Peer-Infrastruktur	144
5.8	Zusammenfassung	146

6	Konzept einer gesicherten Einsatzumgebung für Föderierte ERP-Systeme.....	147
6.1	Allgemeiner Sicherheitsbegriff im Kontext von FERP-Systemen.....	147
6.1.1	Sichere Anwendungssysteme.....	147
6.1.2	Einsatzumfeld von FERP-Systemen.....	149
6.1.3	Sichere FERP-Systeme.....	151
6.2	Sicherheitsarchitektur Föderierter ERP-Systeme.....	152
6.2.1	Allgemeine Bedrohungsanalyse.....	153
6.2.2	Allgemeine Sicherheitsarchitektur.....	166
6.3	Zusammenfassung.....	181
7	Reputationsbasiertes Vertrauensmodell für FERP-Systeme	183
7.1	Einführung in die spezielle Problematik.....	183
7.2	Diskussion des Vertrauensbegriffs im FERP-Kontext.....	185
7.3	Einordnung und Fokus des eigenen Ansatzes.....	188
7.3.1	Faktoren der Vertrauensbildung im Kontext von FERP-Systemen.....	189
7.3.2	Empirische Erhebung und Diskussion der Relevanz von Einflussfaktoren.....	191
7.3.3	Konkrete Typen vertrauensbezogener Web Service-Informationen.....	194
7.3.4	Bewertung existierender Konzepte zur Erzeugung und Verwaltung vertrauensbezogener Informationen.....	197
7.3.5	Hybride Reputationsarchitekturen.....	200
7.4	Hybride Reputationsarchitektur für FERP-Netzwerke.....	202
7.4.1	Architekturüberblick.....	202
7.4.2	Dienstbewertungsprotokoll (DBP).....	203
7.5	Erweiterung der FERP-Sicherheitsarchitektur.....	211
7.6	Erweiterung des Web Service-Paradigmas im FERP-Kontext.....	212
7.7	Zusammenfassung.....	214
8	Prototypische Implementierung und Evaluation	217
8.1	Überblick über die Architektur des Prototyps.....	217
8.1.1	Aufbau des FERP Web Service Specification Standards (FWS3).....	218
8.1.2	FERP Pricing Language.....	220
8.1.3	FWfS Implementierung.....	222
8.1.4	FUS Implementierung.....	234
8.1.5	FES Implementierung.....	243
8.1.6	FDS Implementierung.....	246
8.1.7	FWCS Implementierung.....	250
8.1.8	FWPS Implementierung.....	263
8.1.9	FWD Implementierung.....	268
8.2	TestszENARIO anhand einer ausgewählten ERP-Anwendungsfunktion.....	270
8.2.1	Standardisierung des Web Services „Statistics“.....	271
8.2.2	Implementierung und Vermarktung von Angeboten.....	273
8.2.3	Entwicklung des Prozessmodells zur Erzeugung einer Kundenstatistik..	274
8.2.4	Upload und Ausführung des Prozessmodells.....	276

8.3	Evaluation erweiterter Architekturkonzepte.....	278
8.3.1	Vertrauensaspekte bei der Vermarktung von Prozessmodellen	278
8.3.2	Evaluation von Konzepten zur Integration mehrerer UDDI-Registries ...	281
8.4	Zusammenfassung	292
9	Schlussbetrachtung.....	297
9.1	Zusammenfassung	297
9.2	Kritische Würdigung	298
9.3	Ausblick.....	299
9.3.1	Alternative Standardisierungsmodelle auf Basis semantischer Web Services	299
9.3.2	Vertiefende Untersuchung des Entscheidungsproblems zur dyna- mischen Integration von Web Services	301
9.3.3	Prozessübergreifende Integration standardisierter Anwendungs- funktionen	301
9.3.4	Typisierung und Konkretisierung von Bewertungskriterien	302
9.3.5	Evaluation spezifischer Reputationsmodelle.....	302
9.3.6	Standardisierung von Web Services durch Communities	303
9.3.7	Tests in realen Szenarien	304
10	Anhang.....	305
10.1	A1 Fragebogen der Umfrage zum Einsatz betrieblicher Standard-SW.....	305
10.2	A2 WSSML	313
10.3	A3 XML-Schema YAWL Decompositions	314
10.4	A4 FERP-Template-Workflow.....	316
10.5	A5 YAWL-XML-Schema zur Berücksichtigung von Rollen, Kategorien ..	318
10.6	A6 FPL	318
10.7	A7 Beispiel für eine XrML-Lizenz	320
10.8	A8 FERP-AuthorizationService	322
10.9	A9 FERPAAuth-Standard	324
10.10	A10 Beispiel für eine standardisierte Nachrichtenspezifikation	324
10.11	A11 Beispiel für eine standardisierte Web Service-Spezifikation	326
10.12	A12 Beispiel einer WSSML-Spezifikation	328
10.13	A13 Beispiel eines Prozessmodells.....	329
10.14	A14 Implementierte Beispielprozesse in YAWL.....	335
10.14.1	Accounting	335
10.14.2	Purchasing	340
10.14.3	Sales.....	342
10.14.4	Statistics.....	345
10.15	A15 UML-Notation	347
	Literaturverzeichnis.....	349

Abkürzungsverzeichnis

BAS	Bewertungsaufbereitungsstelle
CA	Certificate Authority
DBMS	Datenbankmanagementsystem
DBP	Dienstbewertungsprotokoll
EAI	Enterprise Application Integration
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise Resource Planning
EUR	Euro
FDS	FERP Database System
FERP DB	FERP Datenbank
FERP-System	Föderiertes Enterprise Resource Planning-System
FES	FERP Exchange System
FPL	FERP Pricing Language
FUS	FERP User System
FWCS	FERP Web Service Consumer System
FWD	FERP Web Service Directory
FWfS	FERP Workflow System
FWPS	FERP Web Service Provider System
FWS3	FERP Web Service Specification Standard
GUI	Graphical User Interface
HQL	Hibernate Query Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
KMU	Klein- und mittelständisches Unternehmen
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OSCI	Online Services Computer Interface
OWL-S	Web Ontology Language for Web Services
PC	Personal Computer
PKI	Public Key Infrastructure
PNG	Portable Network Graphics
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
RPC	Remote Procedure Call
SOA	Service-orientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structured Query Language

SSL	Secure Sockets Layer
UBL	Universal Business Language
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration
URI	Uniform Resource Indicator
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium
WAPI	Workflow Application Programming Interface
WfMC	Workflow Management Coalition
WfMS	Workflowmanagementsystem
WSDL	Web Service Description Language
WSLA	Web Service Level Agreement
WSMO	Web Service Modeling Ontology
WSS	Web Service Security
WSSML	Web Service Secure Marketing Language
XML	Extensible Markup Language
XrML	Extensibe Rights Markup Language
YAWL	Yet Another Workflow Language

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Entwicklungskreislauf als Grundlage des Ansatzes der Arbeit	7
Abb. 1.2: Verlauf der Arbeit	9
Abb. 1.3: Aufbau der Arbeit	11
Abb. 2.1: Beispiel für die funktionale Organisation eines Unternehmens als Aufteilung der Aufgaben in Bereichen.....	15
Abb. 2.2: Prozess zur Kundenauftragerfassung als EPK	17
Abb. 2.3: Zusammenhang zwischen Betrieblichen Anwendungssystemen und Betrieblichen Informationssystemen	19
Abb. 2.4: Schichten-Architektur eines ERP-Systems.....	27
Abb. 2.5: Anforderungsermittlung bei der Entwicklung von Standardsoftware	30
Abb. 2.6: Anteil betrieblicher Software in den Unternehmensbereichen (in %).....	37
Abb. 2.7: Stark vereinfachtes Modell der derzeitigen Softwarenutzung in KMU.....	41
Abb. 2.8: Darstellung der durch das Kapitel beschriebenen Zusammenhänge	42
Abb. 3.1: Integration durch ein Unternehmensportal	45
Abb. 3.2: Integration durch eine SOA-Middleware.....	52
Abb. 3.3: Integration durch ein zentrales Datenmanagement.....	54
Abb. 3.4: Integration durch ein Workflow-Management-System	56
Abb. 3.5: Überblick über die SAP® Netweaver™-Architektur	57
Abb. 3.6: Wirtschaftlichkeitsmodell der Verwendung eines Standards zum Angebot und zur Nutzung von Softwarekomponenten	60
Abb. 3.7: Vereinfachte Architektur eines Föderierten ERP-Systems.....	62
Abb. 4.1: Klassifikation von Komponentenarten und deren Abhängigkeiten.....	66
Abb. 4.2: Spezifikationsebenen von Fachkomponenten.....	67
Abb. 4.3: Inhaltliche Struktur des UnSCom-Spezifikationsrahmens	68
Abb. 4.4: Einfaches Beispiel zum Problem der Ersetzbarkeit von Komponenten	69
Abb. 4.5: Web Service-basierte serviceorientierte Architektur	76
Abb. 4.6: Architektur eines Web Service-Marktsystems	79
Abb. 4.7: Zusammenfassung der besonders relevanten Zusammenhänge	85
Abb. 5.1: FERP-Referenzmodell	89
Abb. 5.2: Allgemeines FERP-Standardisierungsmodell.....	91
Abb. 5.3: Vorgehensmodell zur Herleitung der Referenzarchitektur	93
Abb. 5.4: FERP-Referenzarchitektur	98
Abb. 5.5: Darstellung der Spezifikation des Dokumenttyps „Order“ in UBL 2.0	101
Abb. 5.6: Beispiel für die Definition erweiterter Datentypen mit XML-Schema	104

Abb. 5.7: XML-Namespaces zur Klassifikation von Datentypen	105
Abb. 5.8: Generische Struktur des FERP Data Standards	106
Abb. 5.9: Strukturbeispiel des FERP Data Standards.....	107
Abb. 5.10: Generische Struktur des FERP WS Standards.....	108
Abb. 5.11: Teilstuktur des FERP WS Standards mit Versionsunterstützung.....	110
Abb. 5.12: Komponentenstruktur des FWfS.....	111
Abb. 5.13: Metamodell der FERP-Prozessdefinition	112
Abb. 5.14: Komponentenstruktur des FERP User Systems	121
Abb. 5.15: Komponentenstruktur des FERP Exchange Systems.....	123
Abb. 5.16: Komponentenstruktur des FERP WS Consumer Systems.....	124
Abb. 5.17: Sequenz eines dynamischen Web Service-Aufrufs durch das FWCS	125
Abb. 5.18: Komponentenstruktur des FERP WS Provider Systems	127
Abb. 5.19: Komponentenstruktur des FERP WS Directory	129
Abb. 5.20: Komponentenstruktur des FERP Database Systems.....	131
Abb. 5.21: Beispiel für die Generierung einer relationalen Datendefinition.....	133
Abb. 5.22: Zentralisierte FERP-Infrastruktur	141
Abb. 5.23: Dezentrale FERP-Infrastruktur	143
Abb. 5.24: FERP Peer-to-Peer-Infrastruktur	145
Abb. 6.1: Entwicklungs- und Vermarktungsmodell für FERP-Systeme	150
Abb. 6.2: Umfang der Sicherheitsmaßnahmen eines sicheren FERP-Systems	152
Abb. 6.3: Vorgehensmodell zur Herleitung der Sicherheitsarchitektur.....	153
Abb. 6.4: Sicherheitsszenario als Aufrufbaum der Teilsysteminteraktionen eines FERP-Systems mit Rollenbezug	155
Abb. 6.5: Sicherheitsschalenmodell föderierter ERP-Systeme.....	166
Abb. 6.6: Allgemeine Sicherheitsarchitektur von FERP-Systemen	167
Abb. 6.7: Aufbau und Funktionsweise der Sicherheitskomponente FWfS Sandbox ...	170
Abb. 6.8: WSSML Grobstruktur.....	180
Abb. 6.9: Struktur des Elementtyps marketingInformationType	181
Abb. 7.1: Zusammenhang zwischen Vertrauen, Information und Akzeptanz.....	187
Abb. 7.2: Zentralisierte Reputationsarchitektur.....	199
Abb. 7.3: Dezentralisierte Reputationsarchitektur.....	199
Abb. 7.4: Vertrauensbildung auf Basis einer hybriden Reputationsarchitektur	200
Abb. 7.5: Überblick über die hybride Reputationsarchitektur.....	202
Abb. 7.6: Aufbau einer Bewertung.....	206
Abb. 7.7: Aufbau einer Bewertungszusammenfassung	208

Abb. 7.8: Erweitertes Web Service-Paradigma im FERP-Kontext	213
Abb. 7.9: Darstellung der Zusammenhänge des Konzepts der Arbeit.....	214
Abb. 8.1: Architekturüberblick des Prototyps FERPxONE	218
Abb. 8.2: Überblick über die Struktur des FWS3.....	219
Abb. 8.3: Spezifikationsbeispiel für Daten-, Nachrichten- und Web Service-Typen...	220
Abb. 8.4: Überblick über die Elemente der FPL	221
Abb. 8.5: Kommunikation der YAWL-Engine mit den benachbarten Teilsystemen...	224
Abb. 8.6: Aktivitätstypen des Prototyps	225
Abb. 8.7: YAWL-Editor FERP-Edition	230
Abb. 8.8: Symbole des YAWL-Editors	230
Abb. 8.9: Struktur der Erweiterung des YAWL-XML-Schemas zur Berücksichtigung von Rollen und Kategorien.....	232
Abb. 8.10: Ablauf der Kommunikation zwischen Webbrowser, FUS und FWfS.....	235
Abb. 8.11: Generierung von Oberflächen aus Prozessbeschreibungen	236
Abb. 8.12: Ergebnis der Oberflächengenerierung	238
Abb. 8.13: Ablauf der Weiterleitung von Exceptions als Sequenzdiagramm	239
Abb. 8.14: Aufbau des FERP-GUI	241
Abb. 8.15: Anmeldung als Benutzer des FERP-Basissystems	242
Abb. 8.16: Spezifikationsbeispiel eines Web Services für Fremdsysteme.....	244
Abb. 8.17: Kommunikation zwischen Fremdsystem, FES und FWfS	245
Abb. 8.18: Ablauf der Aktualisierung der Datenbankstruktur des FDS.....	247
Abb. 8.19: Vereinfachter Prozess zur Verarbeitung von Anfragen des FWfS	249
Abb. 8.20: Grundlegender Ablauf eines statischen Web Service-Aufrufs	251
Abb. 8.21: Grundlegender Ablauf eines dynamischen Web Service-Aufrufs.....	254
Abb. 8.22: Vorschlag zur Berücksichtigung von Lizenzen	256
Abb. 8.23: Ablauf der Bewertungsabgabe im Prototyp.....	259
Abb. 8.24: Vereinfachtes Beispiel für den Inhalt einer Bewertungszusammenfassung.....	260
Abb. 8.25: Konzept zur Verifikation der Identitätsdaten von Dienstnutzern	261
Abb. 8.26: Prototypische Implementierung des FWPS	264
Abb. 8.27: Tool zur vermarktungsorientierten Entwicklung von Web Services.....	265
Abb. 8.28: UDDI-Browser zur Registrierung neuer Web Service-Angebote	266
Abb. 8.29: Oberfläche zur Registrierung von Web Service-Anbietern.....	269
Abb. 8.30: Struktur einer Anfragenachricht der Operation customerStatistics aus Sicht des Standardisierungskonsortiums.....	272

Abb. 8.31: Struktur der Antwortnachricht der Operation customerStatistics aus Sicht des Standardisierungskonsortiums	272
Abb. 8.32: Grafische Darstellung der WSDL-Spezifikation aus Sicht des Standardisierungskonsortiums	273
Abb. 8.33: Konfiguration des Nutzungspreises aus Sicht eines Web Service-Anbieters	274
Abb. 8.34: Prozessmodell einer Anwendungsfunktion zur Erstellung einer Kundenstatistik aus Sicht des Workflow-Designers	275
Abb. 8.35: Spezifikation des dynamischen Web Service-Aufrufs aus Sicht des Workflow-Designers	275
Abb. 8.36: Upload des Prozessmodells durch den Prozess-Administrator	276
Abb. 8.37: Mögliches Resultat eines Web Service-Aufrufs aus Sicht eines Benutzers	277
Abb. 8.38: Fiktives Beispiel eines Online-Portals zur Vermarktung von Prozessmodellen und Vorschläge zur Reputationsmessung	280
Abb. 8.39: Vergleich zwischen singularer UDDI-Registry und redundanter UDDI-Registry unter Nutzung von Replikationsmechanismen	282
Abb. 8.40: Vergleichende Darstellung zwischen zentraler und dezentraler ERP-Infrastruktur auf Basis eines Peer-to-Peer-Netzwerks	283
Abb. 8.41: Vergleich zwischen einer zentralen UDDI-Registry und einem dezentralen System unter Nutzung von UDDI-Crawlern	287
Abb. A14.1.1: CreateAccount	335
Abb. A14.1.2: CreateFinanceCustomer	336
Abb. A14.1.3: CreateFinanceVendor	336
Abb. A14.1.4: GoodsIssue	337
Abb. A14.1.5: GoodsReceipt	337
Abb. A14.1.6: IncomingPayment	338
Abb. A14.1.7: OperatingResults	338
Abb. A14.1.8: OtherOperationExpense	339
Abb. A14.1.9: OtherOperatingIncome	339
Abb. A14.1.10: UpdateFinanceVendor	340
Abb. A14.2.1: CreateMaterial	340
Abb. A14.2.2: CreatePurchaseOrder	340
Abb. A14.2.3: CreateVendor	341
Abb. A14.2.4: UpdateMaterial	341
Abb. A14.2.5: UpdateMaterial	341
Abb. A14.3.1: CreateBilling	342
Abb. A14.3.2: CreateContract	342

Abb. A14.3.3: CreateCustomer.....	343
Abb. A14.3.4: CreateDelivery	343
Abb. A14.3.5: CreateSalesMaterial	343
Abb. A14.3.6: UpdateContract	344
Abb. A14.3.7: UpdateCustomer	344
Abb. A14.3.8: UpdateDelivery	344
Abb. A14.3.9: UpdateSalesMaterial	345
Abb. A14.4.1: CustomerStatistics.....	345
Abb. A14.4.2: SalesComparison.....	345
Abb. A14.4.3: SalesForTimespan.....	346
Abb. A14.4.4: TopCustomers	346
Abb. A15.1: Modellelemente zur Beschreibung der Komponentendiagramme.....	347
Abb. A15.2: Modellelemente zur Beschreibung der Sequenzdiagramme.....	347

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Klassifizierung von Kapitalgesellschaften nach Mitarbeiterzahl und Jahresumsatz nach HGB.....	16
Tab. 2.2: Klassen Betrieblicher Anwendungssysteme mit Beispielen	20
Tab. 2.3: Verteilung der verwerteten Antworten der Umfrage	35
Tab. 2.4: Unterstützung betrieblicher Funktionen in KMU durch Software in Abhängigkeit von der Mitarbeiteranzahl.....	36
Tab. 2.5: Anzahl der durch Software unterstützte Funktionen in Bezug zur Unternehmensgröße.....	37
Tab. 2.6: Anteil der geplanten Einführung einer vollumfänglichen betrieblichen Standardsoftware	38
Tab. 2.7: Argumente gegen die Einführung einer vollumfänglichen betrieblichen Standardsoftware	38
Tab. 2.8: Häufigkeit redundanter Datenhaltung in KMU.....	39
Tab. 3.1: Tendenz des Herstellerbezugs beim Erwerb Betrieblicher Anwendungssysteme	53
Tab. 4.1: Eigenschaften einer Softwarekomponente	64
Tab. 4.2: Spezifikationsebenen und Beispiele für Spezifikationssprachen	81
Tab. 4.3: Vergleich zwischen ERP-Fachkomponenten und ERP- Web Services als unterschiedliche Konzepte zur Realisierung einer herstellerübergreifenden Integration der fachlichen Funktionalität	81
Tab. 5.1: Grundlegende Elementtypen zur Darstellung grafischer Benutzeroberflächen in ERP-Systemen.....	116
Tab. 5.2: Grundlegende Anweisungstypen zum Zugriff auf Unternehmensdaten	118
Tab. 5.3: Grundlegende Anweisungstypen zum Aufruf von Funktionen, die als Web Services von unabhängigen Anbietern bereitgestellt werden	120
Tab. 5.4: FWfS_FUS Schnittstellenspezifikation.....	135
Tab. 5.5: FWfS_FES Schnittstellenspezifikation	137
Tab. 5.6: FDS_FWfS Schnittstellenspezifikation.....	137
Tab. 5.7: FWCS_FWfS Schnittstellenspezifikation	138
Tab. 5.8: FWPS_FWCS Schnittstellenspezifikation	139
Tab. 5.9: FWD_FWCS Schnittstellenspezifikation.....	139
Tab. 5.10: FWD_FWPS Schnittstellenspezifikation	140
Tab. 6.1: Allgemeine Sicherheitsziele Betrieblicher Informationssysteme.....	148
Tab. 6.2: Allgemeine Bedrohungstypen im Informationssystemkontext	154
Tab. 6.3: Relevante Bedrohungen bei der Kommunikation zwischen Benutzeroberfläche und FUS.....	156

Tab. 6.4: Relevante Bedrohungen bei der Kommunikation zwischen FES und Fremdsystemen.....	157
Tab. 6.5: Relevante Bedrohungen beim Austausch von Prozessdefinitionen zwischen Consultants und Prozess-Administratoren.....	159
Tab. 6.6: Relevante Bedrohungen beim Austausch der Datenmodellspezifikation zwischen dem Standardisierungskonsortium und dem FDS	161
Tab. 6.7: Relevante Bedrohungen bei der Kommunikation zwischen Basissystem und FWD	162
Tab. 6.8: Relevante Bedrohungen bei der Kommunikation zwischen FWPS und FWD	163
Tab. 6.9: Relevante Bedrohungen bei der Kommunikation zwischen Basissystem und WS-Anbietersystem.....	165
Tab. 6.10: Relevante Bedrohungen bei der Interaktion zwischen Standardisierungskonsortium und Web Service-Entwickler oder Prozess-Designer	166
Tab. 6.11: Sicherheitsfunktionen der Komponenten FUS Security Framework und FES Security Framework.....	168
Tab. 6.12: Sicherheitsfunktionen der Komponente FWfS Sandbox.....	170
Tab. 6.13: Sicherheitsfunktionen der Komponente FWCS Security Framework	173
Tab. 6.14: Sicherheitsfunktionen der Komponente FWPS Security Framework	175
Tab. 6.15: Sicherheitsfunktionen der Komponente FWD Security Framework	176
Tab. 6.16: Beziehungen zwischen Geschäftspartnern in einem FERF-Netzwerk.....	177
Tab. 7.1: Einflussfaktoren der Vertrauensbildung im Zusammenhang mit FERF-Systemen.....	189
Tab. 7.2: Relevanz der Einflussfaktoren zum Vertrauen in Softwareprodukte	192
Tab. 8.1: Bewertung der Anforderungserfüllung der untersuchten WFMS	223
Tab. 8.2: Liste der prototypisch implementierten Beispielprozesse.....	233
Tab. 8.3: Exceptions der Teilsysteme im Kontext der prototypischen Implementierung.....	240
Tab. 8.4: Gegenüberstellung der genannten Ansätze zur Organisation von UDDI-Registries	291
Tab. 8.5: Zusammenfassende Darstellung der prototypisch implementierten Konzeptteile.....	292