

Ein Beitrag zur unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN

von der Fakultät für Maschinenbau der
Universität Karlsruhe
genehmigte

DISSERTATION

von

Dipl.-Inform. Torsten Engel

aus	Landau in der Pfalz
Tag der mündlichen Prüfung:	17. Februar 2006
Hauptreferent:	o. Prof. em. Dr.-Ing. Prof. E. h. Dr. h. c. H. Grabowski
Korreferent:	o. Prof. Dr.-Ing. M. Abramovici

RPK

**Forschungsberichte
aus
dem Institut
für Rechneranwendung
in Planung
und Konstruktion
der
Universität Karlsruhe**

Torsten Engel

**Ein Beitrag zur unternehmensübergreifenden
Integration von Informationssystemen**

Herausgeber: o. Prof. em. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr. h.c. H. Grabowski

Band 1/2006

Shaker Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Zugl.: Karlsruhe, Univ., Diss., 2006

Copyright Shaker Verlag 2006

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

Printed in Germany.

ISBN-10: 3-8322-5068-9

ISBN-13: 978-3-8322-5068-3

ISSN 0945-5787

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort des Herausgebers

Der Erfolg eines Unternehmens hängt heute entscheidend von der Zusammenarbeit mit Zulieferern, Kunden und Partnern in der gesamten Wertschöpfungskette ab. Unterschiedliche Formen der Zusammenarbeit haben sich herausgebildet: Integration einzelner oder mehrerer Unternehmensfunktionen, Integration zweier Partner oder Integration vollständiger Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerken sowie temporäre oder permanente Kooperation von Unternehmen. Gemein ist diesen Formen, dass die Informationstechnologie ein zentraler Faktor für die Effizienz der Zusammenarbeit und der Schaffung durchgängiger unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse ist.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, eine Vielzahl von Lösungen zu schaffen, um die eigenen Informationssysteme mit den Informationssystemen von Zulieferern, Kunden und Partnern zu integrieren. Die Konsequenz ist, dass ein hoher Anteil der Informationstechnologiekosten für die Erstellung, Wartung und Pflege von Integrationslösungen aufgewendet werden muss.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz vorgestellt, der auf einem integrierten Modell zur Beschreibung aller Integrationslösungen in einem Unternehmen basiert, und sowohl die Pflege und Weiterentwicklung bestehender als auch die Realisierung neuer Integrationslösungen unterstützt. Das Modell betrachtet dabei ganzheitlich die Pragmatik, Semantik und Syntax von Informationsflüssen zwischen Unternehmen innerhalb unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse.

Die Pragmatik wird hierbei in Form von unternehmensübergreifenden Geschäftsprozessmodellen, die Semantik in Form von Abbildungsvorschriften zwischen Datenstrukturen und die Syntax in Form von Datenmodellen beschrieben. Aus der Verknüpfung von Geschäftsprozess- und Datenmodellen wird eine Methode zur werkzeugunterstützten Bestimmung von Abbildungsvorschriften aufgezeigt. Eingebettet in eine Vorgehensweise zur Realisierung von Integrationslösungen entstehen Lösungsbausteine zur Beschreibung der Pragmatik, Semantik und Syntax der Lösung, die einen hohen Wiederverwendungsgrad ermöglichen.

Auf dem integrierten Modell wird ein Werkzeug aufgebaut, das Interdependenzen zwischen Integrationslösungen aufzeigt und Wartung, Pflege und Weiterentwicklung von Integrationslösungen wesentlich effizienter macht. Darüber hinaus wird der Aufwand für die Realisierung neuer Integrationslösungen durch die Wiederverwendung bestehender Lösungsbausteine deutlich verringert.

Hans Grabowski

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand neben meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsbereich Prozess- und Datenmanagement im Engineering (PDE) des Forschungszentrums Informatik (FZI) an der Universität Karlsruhe sowie am Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion (RPK) der Universität Karlsruhe (TH).

Herrn o.Prof.em. Dr.-Ing. Prof.E.h. Dr.h.c. Hans Grabowski danke ich für die Übernahme des Hauptreferats und das mir entgegengebrachte Vertrauen sowie die wissenschaftliche Betreuung bei der Entstehung der Arbeit. Hervorheben möchte ich ebenfalls die schnelle und unkomplizierte Abwicklung des Prozesses im Vorfeld der Promotionsprüfung. Herrn Prof. Dr.-Ing. Michael Abramovici danke ich für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse und die Übernahme des Korreferats. Herrn Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmidt danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Bei meinen aktuellen und ehemaligen Kollegen des FZI und RPK bedanke ich mich für die intensive und lohnende Zusammenarbeit sowie die vielfältige Unterstützung und Hilfsbereitschaft. Insbesondere möchte ich die stets spannenden und fordernden Diskussionen und Gespräche mit meinem Kollegen Konstantin Krahtov in einer Vielzahl von Projekten und Aktivitäten hervorheben. Weiterhin möchte ich mich bei meinen studentischen Hilfskräften Stefan Schürle und Jens Mittag für ihre langjährige engagierte Mitarbeit in unseren Projekten und ihre stete Einsatzbereitschaft herzlich bedanken. Ferner gilt mein Dank allen Studien- und Diplomarbeitern, die zum Gelingen dieser Arbeit mit beigetragen haben.

Für die Durchsicht des Manuskripts und für viele wertvolle Hinweise und Anregungen, die die Arbeit in vielen Bereichen weiter verbessert haben, gilt mein besonderer Dank den Herren Dr.-Ing. Peter Adamietz und Dr.-Ing. Oliver Hornberg. Ersterem danke ich darüber hinaus, dass er mich bereits während des Studiums als wissenschaftliche Hilfskraft förderte und den Weg ans FZI ermöglichte.

Meinen Eltern danke ich für den Rückhalt während meiner ganzen Ausbildungszeit. Ihre Unterstützung hat mir diesen Lebensweg überhaupt erst ermöglicht. Ebenso danke ich Annelore und Werner, die kontinuierlich meinen Lebensweg unterstützten. Nicht zu vergessen ist mein Freundeskreis, der enorm wichtig war, den nötigen Abstand zu meinen wissenschaftlichen Gedankengängen zu finden.

Der größte Dank aber gilt meiner Frau Nadja, die neben der orthografischen Korrektur auch durch ihre verständnisvolle Unterstützung und den Verzicht auf viele gemeinsame Stunden einen wesentlichen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Bedeutung der unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen.....	2
1.2	Zielsetzung der Arbeit	4
2	Grundlagen und Analyse bestehender Ansätze.....	7
2.1	Begriffsabgrenzungen.....	7
2.2	Formen der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit	14
2.3	Organisatorische Integration.....	26
2.4	Informationstechnische Integration	36
2.5	Bestehende Ansätze zur unternehmensübergreifenden Integration.....	47
2.6	Zusammenfassende Bewertung bestehender Ansätze	58
3	Anforderungen an die unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen.....	61
3.1	Allgemeine Anforderungen	61
3.2	Anforderungen an die organisatorische Gestaltung unternehmensübergreifender Zusammenarbeit	64
3.3	Anforderungen an die unternehmensübergreifende, informationstechnische Integration von Unternehmen	68
3.4	Anforderungen an ein Vorgehensmodell zur unternehmensübergreifenden Integration.....	71

4	Konzept zur unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen	73
4.1	Lösungsansatz.....	73
4.2	Integration auf pragmatischer Ebene	78
4.2.1	Übergreifende und interne Sicht auf Geschäftsprozesse	79
4.2.2	Unternehmensinterne Vorbereitungsmaßnahmen.....	81
4.2.3	Komposition unternehmensübergreifender Prozesse.....	87
4.2.4	Auswertung unternehmensübergreifender Prozesse	91
4.3	Integration auf syntaktischer Ebene.....	91
4.3.1	Definition eines Datenmodells einer Unternehmenschnittstelle	95
4.3.2	Zusammenführung von Datenmodell und Datenformat	99
4.3.3	Spezifikation der Kommunikationstechnologie.....	101
4.4	Integration auf semantischer Ebene.....	103
4.4.1	Zuordnen heteronymer Datenelemente.....	106
4.4.2	Definition von Transformationsregeln.....	112
4.4.3	Schnittstellengenerierung.....	114
4.5	Abhängigkeitsmanagement.....	115
4.5.1	Eskalation durch Änderung auf der Pragmatikebene.....	116
4.5.2	Eskalation durch Änderung auf Syntaxebene	117
4.6	Architektur eines Werkzeugs zur unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen.....	119
4.7	Datenmodell für die unternehmensübergreifende Integration von Informationssystemen.....	121
4.7.1	Repräsentation des Integrationsraums	121
4.7.2	Repräsentation der Pragmatikebene.....	123
4.7.3	Repräsentation der Semantikebene	125
4.7.4	Repräsentation der Syntaxebene	128

5	Vorgehensmodell für die unternehmensübergreifende Integration von Informationssystemen	131
5.1	Herleitung des allgemeinen Vorgehensmodells	131
5.2	Projektinitiierung und -definition	135
5.3	Analyse der Ausgangssituation.....	137
5.4	Konzeption einer Integrationslösung.....	142
5.5	Implementierung.....	145
6	Konzeptverifikation	149
6.1	Beschreibung des Anwendungsszenarios	149
6.2	Beteiligte Systeme und Architektur.....	151
6.3	Ablauf der Konzeptverifikation und Nutzenbetrachtung	158
6.3.1	Potenzialanalyse des Anwendungsszenarios	159
6.3.2	Ist-Analyse des Anwendungsszenarios.....	160
6.3.3	Konzeption einer Integrationslösung.....	163
6.3.4	Implementierung der Informationssystemschnittstellen.....	169
6.3.5	Zusammenfassende Nutzenbetrachtung.....	177
6.4	Weitere Beispiele aus der industriellen Anwendung.....	179
7	Ausblick.....	181
8	Zusammenfassung.....	183
	Literaturverzeichnis.....	187
	Anhang A: Mathematische Definition der Ähnlichkeitsmetrik	213
	Anhang B: Kurzbeschreibung der Unified Modeling Language.....	221
	Anhang C: Ausgewählte Standarddatenformate für die Ausführung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse	227
	Anhang D: Prozessnotation der Modellierungssprache MERGE.....	231

Anhang E: Materialien zum Vorgehensmodell für die unternehmensübergreifende Integration von Informationssystemen	235
E.1 Fragenkatalog zur Erstellung einer Integrationsstrategie	236
E.2 Rahmenwerk zur Potenzialanalyse	237
E.3 Projektzieldatenblatt	238
E.4 Beispiel eines Fragebogens zur Charakterisierung von unternehmensübergreifenden Informationsflüssen.....	239
E.5 Impulsfragen zur unternehmensinternen Analyse	252
E.6 Checkliste zur Durchsicht von Modellen unternehmensübergreifender Prozesse	253
E.7 Beispiel eines Lastenheftaufbaus.....	254
E.8 Prüfziele eines Integrationslösungstests	256
E.9 Checkliste für ein Projektreview	257
E.10 Checkliste Dokumentation eines Integrationsprojekts	258
Glossar	259
Index	261

Abkürzungen

API	Application Programming Interface
ANSI	American National Standards Institute
ARIS	Architektur integrierter Informationssysteme
ARIS-HOBE	ARIS – House of Business Engineering
ArKoS	Architektur Kollaborativer Szenarien
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BOV	Business Operational View
BPEL	Business Process Execution Language
BPEL4WS	Business Process Execution Language for Web Services
BPMI	Business Process Management Initiative
BPML	Business Process Modeling Language
BPMN	Business Process Modeling Notation
BPR	Business Process Reengineering
CAEI	Computer Aided Enterprise Integration
COM	Component Object Model
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
CRM	Customer Relationship Management
CVS	Concurrent Version Systems
DCOM	Distributed Component Object Model
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DIP	Data Information and Process Integration with Semantic Web Services
DTD	Document Type Definition
E-	Electronic
EAI	Enterprise Application Integration
ebXML	Electronic Business Extended Markup Language
EDI	Electronic Data Interchange
EDIFACT	Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport
Eito	European Information Technology Observatory

EJB	Enterprise JavaBeans
EPK	ereignisgesteuerte Prozessketten
ERP	Enterprise Resource Planning
ESA	Enterprise Services Architecture
EU	Europäische Union
FSV	Functional Service View
FZI	Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe
GIOP	General Inter-ORB-Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IFV	Implementation Framework View
IIOP	Internet-Inter-ORB-Protocol
INTEROP	Interoperability Research for Networked Enterprises Applications and Software
IP	Internet Protocol
iproNet	Internet-basiertes Werkzeug zur unternehmensübergreifenden konfigurierbaren Unterstützung von produzierenden Unternehmen in Netzwerken
ISO	International Standards Organization
IT	Informationstechnologie
J2EE	Java 2 Enterprise Edition
JDK	Java Development Toolkit
JMS	Java Message Service
JRMP	Java Remote Method Protocol
MDM	Master Data Management Service
MERGE	Methoden und Werkzeuge für die rechnerunterstützte Gestaltung bedarfsge-rechter Engineering-Anwendungsarchitekturen
MOF	Meta Object Facility
OASIS	Organisation for the Advancement of Structured Information Standards
ODETTE	Organisation for Data Exchange Through Tele-Transmission in Europe EDI Standards
OEM	Original Equipment Manufacturer
OMG	Object Management Group
ORB	Object Request Broker
OSI	Open Systems Interconnection

PDE	Prozess- und Datenmanagement im Engineering
PIP	Partner Interface Process
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
SCM	Supply Chain Management
SCOR	Supply Chain Operations Reference Model
SOA	serviceorientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
TCP	Transmission Control Protocol
UEML	Unified Enterprise Modeling Language
UML	Unified Modeling Language
UMM	UN/CEFACT Modeling Methodology
UN/CEFACT	United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business
UN/EDIFACT	United Nations Electronic data interchange for administration, commerce and transport
URL	Uniform Resource Locator
VDA	Verein Deutscher Automobilindustrie
WSDL	Web Services Description Language
WWW	World Wide Web
X-	Cross-
XMI	XML Metadata Interchange
XML	Extensible Markup Language
XSLT	Extensible Style Language Transformation

Bildverzeichnis

Bild 1.1: Gründe für Systemintegration (Quelle: Aberdeen Group, 2002, s. [Schn-03])	3
Bild 2.1: Standards im Kommunikationsmodell [ÖsFA-01, S. 215]	13
Bild 2.2: Übersicht über Begriffe der unternehmensübergreifenden Integration von Unternehmensfunktionen (Erweiterung der Darstellung nach ADAMIETZ [Adam-02])	16
Bild 2.3: Vision des Collaborative Engineering (nach [GLHE-03])	18
Bild 2.4: Formen der organisatorischen Zusammenarbeit nach [GoSc-01]	23
Bild 2.5: Vergleich zwischen Extended Enterprise und virtuellem Unternehmen nach [BrZh-99]	25
Bild 2.6: Erweitertes Organigramm im MERGE Pro Tool	29
Bild 2.7: Übersicht über eingeführte Konstrukte in der Methode nach KLEIN, KUPSCH und SCHEER [KIKS-04, S. 23]	32
Bild 2.8: Beispiel eines E-Business Szenario-Diagramms (aus [IDS-04, S. 9])	34
Bild 2.9: Frameworks und Zerlegung der Funktionalität in Fachkomponenten (vgl. [RaSc-03, S. 275f.]	40
Bild 2.10: Web Service-Architektur (nach [SnTK-02, S. 5])	42
Bild 2.11: Bausteine des Business Networking Modells (nach [ÖsFA-01])	49
Bild 2.12: Konzept des Business Process Excellence ARIS (in Anlehnung an [IDS-04, S. 5])	51
Bild 2.13: Informationsmanagement in flexiblen, dynamischen Entwicklungspartnerschaften nach HORNBERG [Horn-04]	53
Bild 2.14: DIP Architektur für Semantic Web Services [DIP-04, S. 3]	55
Bild 3.1: Einfluss der Integrationsschichten auf Organisation und Informationstechnik	62
Bild 3.2: Beispielhafte Ausgangssituation eines Unternehmens mit mehreren Integrationslösungen, die im Unternehmen ganzheitlich betrachtet werden müssen	63
Bild 3.3: Zusätzliche Funktionen von Modellierungswerkzeugen (nach [GrEn-03])	66
Bild 4.1: Integrationsraum	75
Bild 4.2: Übersicht über den Lösungsansatz	76
Bild 4.3: Aufbau des Lösungsansatzes	78
Bild 4.4: Ansatz zur Integration auf pragmatischer Ebene	79
Bild 4.5: Übergreifende und interne Sicht auf einen Prozess	80
Bild 4.6: Erzeugen von Prozessblöcken am Beispiel des Prozesses „Auftrag vergeben“ in der MERGE-Notation	83
Bild 4.7: Reduzierte Darstellung des Prozesses „Auftrag vergeben“ in der MERGE-Notation	84
Bild 4.8: Schematische Darstellung von Prozesshüllen zur Verknüpfung von Prozessmodellen in unterschiedlicher Notation	85

Bild 4.9: Schematische Darstellung der Definition eines unternehmensübergreifenden Prozesses	88
Bild 4.10: Strategien für die Übermittlung eines Informationsobjekts	90
Bild 4.11: Verknüpfung zwischen pragmatischer und syntaktischer Ebene	92
Bild 4.12: Prinzip der Integration auf der Syntaxebene	94
Bild 4.13: Schematische Darstellung der Zusammensetzung eines Datenmodells einer Unternehmenschnittstelle	96
Bild 4.14: Beispiel eines Aufbaus der Datenmodellbeschreibung auf der Syntaxebene	97
Bild 4.15: Anwendung der Referenzmethode	97
Bild 4.16: Anwendung der Kopiermethode	98
Bild 4.17: Abbildung eines Datenformats	100
Bild 4.18: Alternative Realisierungsmöglichkeiten von Unternehmenschnittstellen	101
Bild 4.19: Beispiele für Parameter der Kommunikationstechnologie	103
Bild 4.20: Zuordnung von (Teil-)Datenmodellen durch Prozesshüllenzuordnung	104
Bild 4.21: Schritte zur Generierung einer semantischen Abbildung von Datenelementen	105
Bild 4.22: Optimierungsproblem für das Zuordnen von Objekten (nach [Adam-02, S. 70])	106
Bild 4.23: Definition der Funktion sim	107
Bild 4.24: Ganzheitlicher Zuordnung von Datenelementen aller Unternehmenschnittstellen	109
Bild 4.25: Definition der Funktion $\text{sim}_{\text{gleich}}$	110
Bild 4.26: Ähnlichkeitsbestimmung anhand semantisch komplementärer Objekte	111
Bild 4.27: Definition der Funktion $\text{sim}_{\text{komplementär}}$	111
Bild 4.28: Beispiel einer Transformation	114
Bild 4.29: Konfigurierbare Datentransformation	115
Bild 4.30: Beispiel eines Widerspruchs in einem unternehmensübergreifenden Prozess	117
Bild 4.31: Architektur eines Werkzeugs zur unternehmensübergreifenden Integration von Informationssystemen	119
Bild 4.32: Datenmodell des Integrationsraums	122
Bild 4.33: Repräsentation eines unternehmensübergreifenden Prozesses im Integrationsraum	123
Bild 4.34: Repräsentation der Pragmatikebene	124
Bild 4.35: Repräsentation eines Integrationspunkts in der Pragmatikebene	125
Bild 4.36: Repräsentation des Zuordnungsvorgangs	126
Bild 4.37: Datenmodell für Abbildung von Datenstrukturen	127
Bild 4.38: Datenmodell für die Syntaxebene	128
Bild 5.1: Einbettung eines Integrationsprojekts in eine Gesamtstrategie	132
Bild 5.2: Phasen des Vorgehensmodells zur unternehmensübergreifenden Integration	133
Bild 5.3: Auswählen von Unterräumen des Integrationsraums während der Projektinitiierung	136
Bild 5.4: Befüllen des Integrationsraums während der Analysephase	138
Bild 5.5: Analyseschritte	139

Bild 5.6: Vorgehensweise bei der Analyse nach der MERGE-Methode (nach [Mild-97])	141
Bild 5.7: Befüllen des Integrationsraums während der Konzeptphase	142
Bild 5.8: Konzeptionsschritte	143
Bild 5.9: Befüllen des Integrationsraums während der Implementierungsphase	145
Bild 6.1: Prinzip der Bedarfsermittlung in Lieferketten	150
Bild 6.2: Prinzip des Kreisverkehrs	151
Bild 6.3: Architektur für die Konzeptverifikation	152
Bild 6.4: Startmaske und Prozess-Editor des MERGE Pro Tools	153
Bild 6.5: Übersicht über beteiligte Unternehmen an einer iproNet-Installation im ersten für das Gesamtprojekt freigegebenen Prototypen des iproNet-Systems (s. [ipro-02])	155
Bild 6.6: Einbettung des CAEI-Werkzeugs in die Entwicklungsumgebung Eclipse	158
Bild 6.7: Modell des unternehmensinternen Prozesses „Teilestammdaten anlegen“ im MERGE Pro Tool	161
Bild 6.8: Erfassen der Informationssysteme „FORS“ und „iproNet“ im CAEI-Werkzeug	162
Bild 6.9: Definition der Hülle des unternehmensinternen Prozesses „Bedarfsermittlung“ im CAEI-Werkzeug (Ausschnitt)	164
Bild 6.10: Definition eines unternehmensübergreifenden Prozesses (Ausschnitt)	165
Bild 6.11: Ausschnitt aus dem Datenmodell der iproNet-Unternehmensschnittstelle „Lieferabruf“	166
Bild 6.12: Spezifikation der Unternehmensschnittstellen	167
Bild 6.13: Erfassen von Datenformaten	167
Bild 6.14: Ergebnisse einer Bedarfssimulation mit dem iproNet-Werkzeug	170
Bild 6.15: Konfiguration des Zuordnungsalgorithmus durch Festlegung von Parameterwerten für die Funktion „sim“	171
Bild 6.16: Wizard zum Generieren von Abbildungsregeln	172
Bild 6.17: Protokollierung des Zuordnungsalgorithmus (Ausschnitt)	174
Bild 6.18: Grafischer Editor zur Bearbeitung der automatisch generierten Abbildungsvorschriften des Informationsobjekts „Lieferabruf“	175
Bild 6.19: Wizard zum Starten der Programmcodegenerierung	176
Bild 6.20: Zusammenfassende Nutzenbetrachtung	178
Bild A.1: Beispiel von Prozessschrittverknüpfungen zweier Prozesses	216
Bild A.2: Algorithmus zur Berechnung der Anzahl der Vorgängerbeziehungen.	220
Bild B.1: Grafische Notation einer Klasse	222
Bild B.2: Grafische Notation einer Assoziation	223
Bild B.3: Grafische Notation der Aggregation und Komposition	224
Bild B.4: Grafische Notation der Multiplizität	224
Bild B.5: Grafische Notation der Generalisierung	225
Bild B.6: Grafische Notation der Zugriffsbeziehung	225

Bild D.1	Beispielablauf [Jenn-01]	231
Bild D.2	Legende der verwendeten Objekte in den gezeigten Prozessen	232
Bild E.1:	Fragenkatalog zur Erfassung der Integrationsrahmenbedingungen	236
Bild E.2:	Rahmen zur Potenzialanalyse in Anlehnung an HAMMER und CHAMPY (s. [Balz-98, S. 699])	237
Bild E.3:	Projektzieldatenblatt	238
Bild E.4:	Impulsfragen zur unternehmensinternen Analyse	252
Bild E.5:	Checkliste zur Durchsicht von Modellen unternehmensübergreifender Prozesse	253
Bild E.6:	Struktur eines Lastenheftes für Integrationslösungen	255
Bild E.7:	Prüfziele eines Integrationslösungstests (in Anlehnung an [Balz-98, S. 539])	256
Bild E.8:	Checkliste Projektreview	257
Bild E.9:	Checkliste Dokumentation eines Integrationsprojekts	258