Informationssystemarchitekturen - Einsatz und Nutzen in der Modellierungspraxis

Dietrich de Fries Bruno Schienmann

Informatikzentrum der Sparkassenorganisation GmbH
Königswinterer Straße 552 - 53227 Bonn
Telefon: +49-228-4495391 Fax: +49-228-4495684

Informationssystemarchitekturen sind Rahmenkonzepte zur Beschreibung und Steuerung der Informationssysteme einer Organisation. Sie hatten ihre erste Hochphase im Zusammenhang mit dem AD/Cycle-Konzept der IBM Anfang der 90ger Jahre. Heute, am Ende der 90ger Jahre, wird vor dem Hintergrund paralleler Geschäftsprozeß-, Objekt- und Organisationsmodellierung sowie neuer Software-Techniken, wie etwa der netzwerkzentrierten oder der komponentenbasierten Anwendungsentwicklung, der Ruf nach integrierten Modellierungskonzepten wieder lauter. Diese Tendenz wird auch durch die Ankündigung eines offenen Repository-Informationsmodells der Microsoft Corporation deutlich. Dieser Beitrag stellt ein 3+1-Beschreibungsmodell für Informationssystemarchitekturen vor. Einsatz und Nutzen solcher Architekturen werden aufgezeigt und anhand von Praxisbeispielen aus dem Informatikzentrum der Sparkassenorganisation verdeutlicht.

1 Einführung

Benjamin und Blunt halten in ihrer Projektion kritischer Informationsmanagementthemen die Entwicklung von Informationssystemarchitekturen für eine der zentralen Aufgabenstellungen [Benjamin92, 18f]. Die Bedeutung von Informationssystemarchitekturen als eine der wesentlichen Herausforderungen in den späten 90er Jahren für den Aufbau einer Informationstechnologieinfrastruktur, welche eine schnelle Anpassung eines Unternehmens an die dynamischen Veränderungen im Wettbewerbsfeld unterstützt, belegen ähnlich Brancheau et al. in einer Delphi-Studie [Brancheau95]. Ein wesentlicher Grund für die Entwicklung einer Informationssystemarchitektur liegt insbesondere darin, daß das wichtigste Kriterium für die Suche nach DV-technischen Lösungen zukünftig nicht sein wird, lange bestehende Anwendungen zu erstellen, sondern geschäftliche Änderungen möglichst frühzeitig zu adaptieren und in geeignete DV-technische Anwendungen umzusetzen.

Dieser Beitrag erläutert zunächst das Konzept der Informationssystemarchitektur. Die genannten Architekturen haben bestimmte strukturelle Gemeinsamkeiten, die in einem 3+1-Beschreibungsmodell zusammengestellt werden. Danach werden verschiedene Nutzungsmöglichkeiten für Informationssystemarchitektuen genannt und anhand von Praxisbeispielen aus dem Modellierungskompentenzzentrums (MKZ) des Informatikzentrums der Sparkassenorganisation (SIZ) verdeutlicht.

2 Übersicht

Das Konzept der Informationssystemarchitektur läßt sich auf den Klassiker unter den Methoden der strategischen Informationssystemplanung, das bereits 1970 entwickelte *Business Systems Planning* (vgl. [IBM84]), zurückführen. In Anlehnung an das Business Systems Planning und andere Methoden der Informationssystemplanung entstand in der ersten Hälfte der 80er Jahre der Ansatz des *Information Engineering* [Martin90]). Dieser Ansatz läßt sich als organisatorische, methodische und technische Verbindung von Software-Engineering, Datenmanagement sowie Strategischer Informationssystemplanung auffassen [Stülpnagel87] und war bei Anwendern sowie bei Werkzeugherstellern (z.B. KnowledgeWare: IEW, Texas Instruments: IEF) auf große Resonanz gestoßen.

Eines der ersten umfassenden Architekturkonzepte wurde von Zachman vorgestellt [Zachman87]. Aus einer Analyse der klassischen Gebäudearchitektur folgerte er, daß ein Informationssystemmodell nicht ausreicht, sondern mehrere Modelle erforderlich sind, die jeweils nur eine bestimmte Architekturperspektive für einen spezifischen Adressatenkreis darstellen. Daraus entstand eine Matrix, in der die Modellperspektiven oder Ebenen *Anwendungsbereich*, *Unternehmensmodell* (fachlich, konzeptionell), *Systemmodell* (logisch), *Technologiemodell* (physisch) und *Detailbeschreibung* den Beschreibungsschwerpunkten *Daten*, *Funktionen* und *Netze* gegenüberstehen. In [Matthews90] und [Sowa92] werden Ergänzungen dieses Architekturrahmens um weitere Beschreibungsaspekte für die Dokumentation von *Ereignissen* bzw. zeitliche Reihenfolgen, *Organisationsstrukturen* und *Gründe* bzw. *Geschäftsziele* vorgeschlagen. Die Zachman-Architektur wurde Ende der 80er Jahre der IBM-Informationssystemarchitektur *AD/Cycle* - als Erweiterung der *Systems Application Architecture* - zugrunde gelegt. Die Entwicklung des 'Herzstücks' des AD/Cycle-Konzeptes, des MVS/Repository-Managers, wurde jedoch im Juli 1992 von der IBM aufgrund seiner wirtschaftlich nicht mehr beherrschbaren Komplexität fallen gelassen.

Als weiterer umfassender Herstelleransatz, der ebenfalls als wirtschaftlich gescheitert betrachtet werden kann, ist das Anwendungsentwicklungskonzept *Cohesion* der Digital Equipment Corporation zu nennen, ebenfalls mit zugehörigem CDD/Repository-System [DEC-CDD-92]. In anderen Architekturkonzepten, wie der IFIP Working Group 8.1. Architektur [Olle88], der CIM-OSA-Architektur [CIM-OSA-89], dem Forschungsprogramm CC RIM [Gutzwiller90], der als „Kreisel" dargestellten Informationssystemarchitektur von [Krcmar91], der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) [Scheer92], dem Referenzmodell für Informationssystemarchitekturen von Hildebrand [Hildebrand92] oder dem Dokumentationsrahmen für Metainformationssysteme von Ortner [Ortner95] lassen sich grundsätzlich ähnliche Beschreibungskonzepte und Strukturen identifizieren, wie in den oben dargestellten Ansätzen. Diese - allen Ansätzen gemeinsame Struktur - wird in folgendem Beschreibungsmodell, welches im MKZ verwendet wird, zusammengefaßt.

3 Ein 3+1-Beschreibungsmodell für Informationssystemarchitekturen

Ein Architekturrahmen im engeren Sinne beschreibt das „Was" eines Informationssystems. Daneben ist weiterhin das „Wie", d.h. das Vorgehensmodell zum Füllen der Inhalte des Architekturrahmens bzw. von Anwendungen auf der Grundlage dieser Inhalte zu betrachten [Scheer92,3]. Neben *Architekturrahmen* und *Vorgehensmodell* vervollständigen die Komponenten *Richtlinien/Standards* sowie ein *Metainformationsmodell* als Datenbeschreibung eines Repository-Systems eine umfassende Informationssystemarchitektur (vgl. [Allen91; de Fries93]).

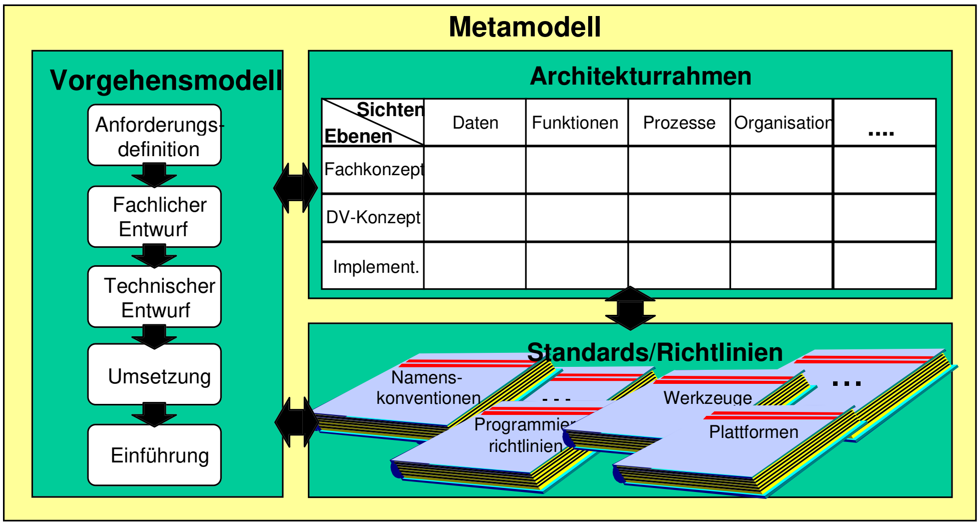

Abb. 1: Komponenten einer Informationssystemarchitektur (Beispiel)

Diese vier Komponenten einer solchen umfassenden Informationssystemarchitektur fügen sich zu einem 3+1-Beschreibungsmodell zusammen:

1. Die Beschreibung des Entwicklungsprozesses, der durch phasenorientierte oder iterativ/inkrementelle *Vorgehensmodelle* dokumentiert wird. Aktuell sind im MKZ ein Vorgehensmodell für die strukturierte und für die objektorientierte Anwendungsentwicklung definiert [Noack97; Noack97a]. Ein Vorgehensmodell für die komponentenbasierte Entwicklung von Internet/Intranet-Anwendungen soll ab Mitte 98 entwickelt werden.
2. Die Festlegung eines sichten/aspekte- und ebenenorientierten *Architekturrahmens*, der die verschiedenen (Referenz-)Modelle bzw. ihre Modellelemente zusammenfaßt [Klein91]. Jedes Element des Rahmens dokumentiert zielgruppenabhängig eine eigenständige Sicht auf das Informationssystem. Die phasen- oder prozeßorientierte Beschreibung der Aktivitäten und zugeordneter Ergebnistypen der Vorgehensmodelle wird auf die abstraktionsebenen- und aspekteorientierte Dokumentation des Architekturrahmens abgebildet. Der Aspekt Daten wird in der Sparkassenorganisation beispielsweise durch ein Unternehmensdatenmodell mit mehreren Abstraktionsebenen abgedeckt [Wegge98]. Im Vorgehensmodell für die strukturierte Anwendungsentwicklung sind dementsprechend in den einzelnen Entwicklungsphasen Aktivitäten zu Nutzung und Fortschreibung dieses Datenmodells im Rahmen von Anwendungsentwicklungsprojekten definiert.
3. *Standards/Richtlinien* setzen die Rahmenbedingungen für die Ausführung der Aktivitäten im Vorgehensmodell und die Dokumentation der erarbeiteten Ergebnisse entsprechend dem Architekturrahmen. Solche definierten Standards sind beipielsweise Programmierrichtlinien für Smalltalk, C++ und Java, Modellierungswerkzeuge wie Rose, Modellierungssprachen wie die UML, Schichtenarchitekturen, Middlewaretechnologien wie DCE, CICS, DCOM, CORBA oder MOM, Namenskonventionen für Modellelemente etc.

Die Komponenten 1 und 3 werden bei der Beschreibung von Vorgehensmodellen häufig zusammengefaßt. Im MKZ hat sich deren logische Trennung jedoch bewährt, da sich Richtlinien - wie etwa Namenskonventionen -

sowohl auf Elemente des Architekturrahmens als auch des Vorgehensmodells beziehen, und sich somit Redundanzen bzw. ein Auseinanderlaufen nur durch Separierung und Trennung der Verantwortlichkeit vermeiden lassen. Diese drei 'inhaltlichen' Komponenten einer Informationssystemarchitektur lassen sich ohne ein Metamodell zur Spezifikation der Datenbasis eines Repository-Systems nicht effizient verwalten:

4. Die in den Punkten 1 bis 3 beschriebenen Komponenten werden durch ein *Metamodell* bzw. einer schrittweise aufzubauenden *Dokumentationsplattform* in ihrem Zusammenhang beschrieben.

Die vollständige Beschreibung aller Komponenten ermöglicht zum einen den Einsatz eines Repository um die inhaltlich Konsistenz und Vollständigkeit von abgelegten Entwicklungsergebnissen sicherzustellen. Zum anderen erlaubt sie deren Aufbereitung durch andere Werkzeuge. Das strukturierte Vorgehensmodell wurde bespielsweise zusammen mit den für die strukturierte Anwendungsentwicklung geltenden Richtlinien und Standards mit Hilfe des ARIS Tool-Set aufbereitet [Noack97], wodurch ein entscheidender Beitrag zu dessen Akzeptanzverbesserung bei Entwicklern und Methodikern erreicht wurde. Im MKZ wird Rochade als zentrales Repository-System eingesetzt. Der Aspekt Daten des Architekturrahmens wurde bereits in Rochade abgebildet. Sukzessive sollen weitere Aspekte bzw. Komponenten (z.B. Prozeßmodell) projektgetrieben integriert werden.

Andere Beispiele für praxisrelevante Architekturen, die in Repository-Systemen umgesetzt sind - welche mit (Referenz-)Modellen oder sogar mit (Referenz-)Anwendungen gefüllt sein können - sind die *SAP R/3 Architektur* mit dem zugehörigen aktiven Data Dictionary (Modelle und Anwendungen) oder das *Information Framework* der IBM [Evernden96] mit dem Werkzeug M1 (nur Modelle). Letzteres konzentriert sich auf den Managementaspekt der Ressource Information und legt als zusätzliches Integrationsinstrument eine fachbegriffliche Ebene über die 'klassischen' Modellierungssichten der Architektur.

4 Nutzungsmöglichkeiten für Informationssystemarchitekturen

Die klassische Nutzung von Informationssystemarchitekturen ist die Ableitung von Anwendungsbereichen im Rahmen der strategischen Informationssystemplanung (Anwendungslandschaft) und zugehöriger Anwendungsentwicklungsprojekte im Rahmen der operativen Planung (Software-Bebauungsplan und Projekt-/Produkt-Portfolio) (siehe oben: z.B. Information Engineering, vgl. [Tulowitzki91] oder neuere BPR-Ansätze [Schieber98]).

Die Informationssystemplanung war jedoch nicht ursächlich für die Nutzung von Informationssystemarchitekturen im MKZ. Hier werden mit deren Einsatz zunächst die folgenden Ziele verfolgt:

- Einordnung und inhaltliche Abstimmung unterschiedlicher Themen der Anwendungsentwicklung und Modellierung auf Metamodell- und Objektebene (vgl. etwa die Beschreibung der Themenintegration im MKZ in [Schienmann97])
- Konsistenzsicherung zwischen einzelnen Modellierungssichten und Entwicklungsphasen bzw. Abstraktionsebenen des Architekturrahmens in Referenzmodellen bis hin zur technischen Realisierung von Anwendungssystemen (Datenintegration der Software-Produktionsumgebung)

Indem Informationssystemarchitekturen die inhaltlichen Zusammenhänge zwischen Modellierungsthemen aufzeigen und ihr Zusammenwirken sowie ihre gegenseitige Ergänzung transparent darstellen, helfen sie, isolierte Lösungen zu vermeiden und Synergien durch die Einbindung von bereits erarbeiteten Projektergebnissen zu nutzen. Diese Nutzung von Synergien ist aufgrund der hohen Informationsintensität insbesondere für Kreditinstitute (vgl. [Schmalzl95,7]) notwendig. Im MKZ werden beispielsweise Themen wie Anwendungsentwicklungsmodelle (strukturiert, objektorientiert, komponentenorientiert), Internet/Intranet-Anwendungsentwicklung (Java), Anwendungsintegration, Softwarebausteine, Produktmanagement, Datenmodell und Datenmanagement, Objektmodell, Prozeßmodell und Prozeßmanagement im Rahmen von BPR, Anwendungslandschaft und Data Warehouse verfolgt. Anhand der Informationssystemarchitektur können diese Themen positioniert und inhaltlich abgegrenzt werden. Schnittstellen zur projektübergreifenden Ergebnisnutzung können bestimmt und „weiße Flecken" identiziert werden.

Eine weitere wichtige Nutzungsmöglichkeit, die bisher allerdings nur ansatzweise insbesondere für den Aspekte Daten verfolgt wurde ist:

- Vereinheitlichung der fachlichen Begriffswelt durch Begriffsmodellierung, die in Bezug zur klassischen Informationsmodellierung bzgl. Prozessen, Objekten, Daten, Funktionen oder Organisationseinheiten gesetzt wird (vgl. [Ortner97])

Durch den Architekturrahmen können entsprechend einem aspekteorientierten Ansatz (vgl. für den Workflow-Bereich etwa [Jablonski95]) die Terminologie eines Anwendungsbereichs normiert werden. Ein erstes Projekt zum Aufbau einer solchen standardisierten Nomenklatur wurde für den Aufbau von elektronischen Archivsystemen durchgeführt [Wegge97]). Weitere, beispielhafte und bisher im MKZ noch nicht realisierte Nutzungsmöglichkeiten sind:

- Modellierung bzw. Erfassung der IT-Ressourcen und -Produkte wie Anwendungen, Rechner oder Netzkomponenten (wie z.B. im ARIS-Metamodell, siehe oben) sowie deren Sicherheitsrisiken
- Retrieval von Objekten der Anwendungsentwicklung auf Basis von Fachbegriffssystemen zum Zwecke der Wiederverwendung (z.B. für Softwarebausteine [Heuer-Hasenpatt97])
- Einbindung der Unternehmensorganisation in die Informationsmodelle (z.B. zur Definition fachlicher Objekteigner), in die Anwendungslandschaft (z.B. zur Darstellung ihres Zusammenhangs zu Geschäftsbereichen) oder in die Modelle der IT-Ressourcen und -Produkte (z.B. zu Zwecken des IT-Marketings, IT-Vertriebs oder des IT-Controllings; zum Verhältnis IS-Auftraggeber/IS-Architekt vgl. [Seibt91])
- Bereitstellung der Datenbasis für ein IT-Management-Informationssystem (als Data Warehouse für das IT-Management)

5 Erfahrungen und Fazit

Der Aufbau und Einsatz einer Informationsystemarchitektur trifft in der Praxis häufig auf Akzeptanzschwierigkeiten, da solche Architekturen sehr komplex sind, langfristig angelegt werden müssen, nur schwer kommuniziert werden können und in der Praxis hinreichend viele Beispiele vom Scheitern solcher umfassenden Architekturansätze existieren (darin z.B. vergleichbar mit dem Ansatz der unternehmensweiten Datenmodellierung). Gründe für ein Scheitern dürften auch häufig darin liegen, daß entweder kein klares Nutzungskonzept bei der Einführung vorgelegen hat oder aufgrund falscher Versprechungen zu hohe Erwartungen in den Nutzen gesetzt wurden.

Das Scheitern von Projekten bedeutet jedoch nicht in jedem Fall das Scheitern des Konzepts. Anwendungsintegration rein technisch auf die Auswahl geeigneter Middleware zu reduzieren, stellt langfristig sicherlich keine Lösung dar. Informationssystemarchitekturen können helfen, eine integrierte Sicht auf die IT einer Organisation aufzubauen: „To keep the business from disintegrating, the concept of information systems architecture is becoming less of an option and more of a necessity.“ (Zachman, http:\\www.zifa.com). Eine solche Architektur sollte jedoch schrittweise und anwendungsgetrieben aufgebaut werden. Der Versuch zunächst ein umfassendes Metamodell für alle Komponenten der Architektur zu entwickeln, ohne bereits frühzeitig einen Nutzen für die IT zu liefern, dürfte wesentlich zum Mißerfolg vieler Architekturansätze beigetragen haben. Wesentlich für den Einsatz ist deshalb auch, unterschiedliche, bereits frühzeitig wirksame Nutzeneffekte zu erkennen.

Wie oben erläutert, wird im MKZ das Thema Informationssystemarchitektur bisher insbesondere für die inhaltliche Abstimmung von Modellierungsthemen verwendet. Dabei sind die bisherigen Erfahrungen sehr positiv. Die Identifikation notwendigen Abstimmungsbedarfs zwischen unterschiedlichen Themen - etwa Datenmodell, Prozeßmodell und Anwendungslandschaft untereinander und zum Vorgehensmodell - wurde erleichtert und kann wesentlich transparenter gestaltet werden. Bei diesem Ansatz erfolgt die Themenabstimmung und -integration jedoch „bottom up“, d.h. anwendungsgetrieben, nicht „top-down“. Die Gesamtarchitektur wird projektgetrieben schrittweise aufgebaut und fortgeschrieben. Der Architekturrahmen dient zunächst vor allem als Orientierungsrahmen für die Erarbeitung und Einordnung von Ergebnissen in Modellierungsprojekten.

Natürlich bestehen noch eine Reihe von Problemen bzw. offener Fragen. Für die strukturierte Anwendungsentwicklung sind die Standards, Aufbau des Vorgehensmodells, sowie Sichten und Ebenen des Architekturrahmens bis auf Metamodellebene weitgehend klar. In der Literatur veröffentlichte Modelle orientieren sich auch hauptsächlich am strukturierten Paradigma. Für die objektorientierte oder komponentenorientierte Anwendungsentwicklung existieren heutzutage nur sehr wenige ausmodellierte Ansätze (vgl. etwa den SOM-Ansatz [Ferstl91], [Ferstl94]). Da objektorientierte Entwicklung inbesondere objektorientierte Modellierung bedeutet, ist insbesondere die Bestimmung geeigneter Sichten und Ebenen des Architekturrahmens wichtig, welche letztlich die Architektur des resultierenden Unternehmensobjektmodells bestimmen. Die UML als „Ansammlung“ verschiedener Modell- oder Diagrammarten hilft hier jedenfalls nicht weiter. Ungeklärt ist bisher auch noch das Mapping bzw. die Konsistenzsicherung zwischen Ergebnissen verschiedener Modellierungs- bzw. Software-Paradigmen. Wie können beispielsweise Datenmodell und Objektmodell konsistent weiterentwickelt werden, so daß beispielsweise Inhalte des Datenmodells als Projektion des Objektmodells erscheinen.

Der Bereich der Software-Architekuren wird von Shaw und Garlan als „Emerging Discpline“ bezeichnet [Shaw96]. Aus unserer Sicht sollten auch Informationsystemarchitekturen als „(Re-)Emerging Discipline“ behandelt werden.

Literatur

[Allen91] Allen, B.R.; Boynton, A.C.: Information Architecture. In Search of Efficient Flexibility. In: MIS-Quaterly 15 (1991) 4, S. 435-442

[Benjamin92] Benjamin, R.I.; Blunt, J.: Critical IT-Issues - The Next Ten Years. In: Sloan Management Review 33 (1992) 4, S. 7-19

[Brancheau95] Brancheau, J.C.; Janz, B.D.; Wetherbe, J.C.: Key Issues in Information Systems Management: A Shift Towards Technology Infrastructure. In: Graduate School of Business - Working Paper, Boulder, University of Colorado 1996 (1996 in MIS Quarterly erschienen)

[CIM-OSA-89] ESPRIT Consortium AMICE (Hrsg.): Open System Architecture for CIM, ESPRIT-Forschungsbericht, Projekt AMICE, Nr. 688, Vol. I, Springer 1989

[DEC-CDD-92] DEC (Hrsg): Digital's Distributed Repository - Blueprint for Managing Enterprise Wide Information. Digital Equipment Corporation 1992

[deFries93] de Fries, D.: Anforderungen an ein Software-Prozeß-Datenmodell für EPSILON zur Systementwicklug auf der Basis betrieblicher Informationsmodelle, Diplomarbeit, Institut für Informatik, Universität Bonn 1993

[Ferstl91] Ferstl, O.K.; Sinz, E.J.: Ein Vorgehensmodell zur Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). In: Wirtschaftsinformatik 33 (1991) 6, S. 266-274

[Ferstl94] Ferstl, O.K.; Sinz, E.J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik - Konzepte, Modelle und Methoden. 2. Aufl., De-Gruyter 1994

[Gutzwiller90] Gutzwiller, T.; Österle, H.: CC RIM, Referenz-Meta-Modell Analyse, Bericht Nr.: IM2000/CCRIM/2, Version 2.0, Institut für Wirtschaftsinformatik, Hochschule St. Gallen 1990

[Heuer-Hasenpatt97] Heuer-Hasenpatt, H.; Hollunder, B.; Kittlaus, H.-B.; Schumacher, N.: Bausteinorientierte Anwendungsentwicklung: Voraussetzungen, Anforderungen und Auswirkungen. In: Objektspektrum (1997) 3, S. 40-51

[Hildebrand92] Hildebrand, K.: Ein Referenzmodell für Informationssystem-Architekturen. In: Information Management (1992) 3, S. 6-12

[IBM84] IBM (Hrsg.): Business systems planning: Information systems planning guide. GE20-0527-3, 1984

[Jablonski95] Jablonski, S.: Workflow-Management-Systeme. Modellierung und Architektur. Thomson 1995

[Klein91] Klein, J.: Darstellung der Problematik heterogener betrieblicher Informationssysteme am Informationsmodell der Unternehmung. In: IM Information Management (1991) 4, S. 46-55

[Martin90] Martin, J.: Information Engineering. Band 1. Prentice Hall 1990

[Matthews90] Matthews, R.W.; McGee, W.C.: Data Modeling for Software Development. In: IBM Sytems Journal 29 (1990) 2, S. 208-235

[Noack97] Noack, J.: AE-Modell: Prozeßorientiertes Rahmenwerk für die Anwendungsentwicklung in der Sparkassenorganisation. In Information Management (1997) 4, S. 20-26

[Noack97a] Noack, J.; Schienmann, B.; Kittlaus, H.-B.: Ein Leitfaden für die objektorientierte Anwendungsentwicklung in der Sparkassenorganisation. In: Objektspektrum (1997) 6, S. 52-59

[Olle88] Olle, T.W.; Hagelstein, J.; MacDonald, I.G.; et al.: Information Systems Methodologies: A Framework for Understanding, IFIP CRIS 3 Task Group, Addison Wesley 1988

[Ortner95] Ortner, E.: Architektur betrieblicher Informationssysteme. In: Zilahi-Szabò, M.G.: Kleines Lexikon der Informatik und Wirtschaftsinformatik, Oldenbourg, München 1995, S. 358-361

[Ortner97] Ortner, E.: Methodenneutraler Fachentwurf. Teubner 1997

[Scheer92] Scheer, A.-W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2. Aufl., Springer 1992

[Schienmann97] Schienmann, B.; Kittlaus, H.-B.: Informationssystemarchitekturen als Integrationsinstrument für Modellierungsthemen in der Praxis. In: Reiterer, H.; Mann, T. (Hrsg.): Informationssysteme als Schlüssel zur Unternehmensführung. In: Tagungsband 3. Konstanzer Informationswissenschaftliches Kolloquium, Universitätsverlag 1997

[Schmalzl95] Schmalzl, J.: Architekturmodelle zur Planug der Informationsverarbeitung von Kreditinstituten. Physika 1995

[Shaw96] Shaw, M.; Garlan, D.: Software Architecture. Perspectives on an Emerging Discipline. Prentice Hall 1996

[Sowa92] Sowa, J.F.; Zachman, J.A.: Extending and formalizing the framework for information systems architecture. In: IBM Systems Journal 31 (1992) 3, S. 590-616

[Schieber98] Schieber, P.: Business Reengineering und strategische Informationssystemplanung - Ein Konzept für die Gestraltung einer Informationsstrategie in Zeiten radikaler Unternehmenstransformation. Dissertation. Universität Konstanz 1998

[Seibt91] Seibt, D.: Informationssystem-Architekturen - Überlegungen zur Gestaltung von technikgestützten Informationssystemen für Unternehmungen. In: Müller-Böling, D.; Seibt, D.; Winand, U. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement. Festschrift für N. Szyperski, Pöschel, Stuttgart 1991, S. 251-284

[Stülpnagel87] Stülpnagel, A. von: Information Engineering. In: Information Management (1987) 1, S. 36-43

[Tulowitzki91] Tulowitzki, U.: Anwendungsarchitekturen im strategischen Informationsmanagement. In: Wirtschaftsinformatik 33 (1991) 2, S. 94-99

[Wegge97] Wegge, D.: Nomenklatur in elektronischen Archivsystemen. In: Betriebswirtschaftliche Blätter 46 (1997) 4

[Wegge98] Wegge, D.; Kittlaus, H.-B.: The SIZ Banking Data Model. To be published in: Bernus, P.; Mertins, K.; Schmidt, G. (Eds.): International Handbook on Information Systems - Handbook on Architectures of Information Systems, Springer 1998 (in Druck)

[Zachman87] Zachman, J.A.: A Framework for Information Systems Architecture. In: IBM Systems Journal 26 (1987) 3, S. 276-292