

Paper 16

Peter Fettke, Peter Loos

Referenzmodellierungsforschung –
Langfassung eines Aufsatzes

2004

Working Papers of the Research Group Information Systems & Management

Publisher:

Prof. Dr. Peter Loos
Johannes Gutenberg-University Mainz
ISYM - Information Systems & Management
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL
D-55099 Mainz, Germany

<http://www.isym.bwl.uni-mainz.de>

The working papers 1 through 8 are published in Chemnitz, Germany, by Prof. Dr. Peter Loos and Prof. Dr. Bernd Stöckert.

© Mainz, July 2004

ISSN 1617-6324 (printed version)

ISSN 1617-6332 (Internet version)

URN urn:nbn:de:0006-0162

Management Summary

Within the information systems discipline, reference modeling is a complex and heterogeneous research field. This paper reviews prior work based on a research framework. The framework comprises four elements: reference modeling *languages*, reference modeling *methods*, reference *models* and reference modeling *context*. Each element is discussed regarding its state of research and future research opportunities.

Keywords: reference models, information modeling, conceptual modeling, research methods, empirical research, state-of-the-art

Dieser Beitrag ist eine Langfassung des Aufsatzes „Referenzmodellierungsforschung“, erschienen in: Wirtschaftsinformatik, Bd. 46, 2004, Nr. 5. Die vorliegende Langfassung umfasst eine vertiefte Diskussion des Forschungsstandes sowie zusätzliche Literaturangaben.

Authors

Peter Fettke, Peter Loos

Johannes Gutenberg-University Mainz
ISYM - Information Systems & Management
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und BWL
D-55099 Mainz, Germany
Phone: +49 6131 39-22734, Fax: -22185
E-Mail: {fettke|loos}@isym.bwl.uni-mainz.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
1 Ausgangssituation und Problemstellung	7
2 Referenzmodellbegriff und seine Spielarten	8
2.1 Herrschende Explikationen	8
2.2 Systematisierungsvorschlag möglicher Explikationen.....	9
3 Untersuchungsmethode und Bezugsrahmen	12
4 Sprachen der Referenzmodellierung	13
4.1 Diskussionsstand	13
4.1.1 Allgemeine Aspekte	13
4.1.2 Multiperspektivität	14
4.1.3 Variantenmanagement.....	15
4.1.4 Wiederverwendung und Anpassung.....	15
4.2 Zukünftige Herausforderungen	16
4.2.1 Formalisierung.....	16
4.2.2 Standardisierung und Konfiguration	16
4.2.3 Empirische Forschung.....	17
5 Methoden der Referenzmodellierung	18
5.1 Diskussionsstand	18
5.1.1 Modellierungsansätze im Überblick.....	18
5.1.2 Konstruktion.....	18
5.1.3 Anwendung	19
5.2 Zukünftige Herausforderungen	20
5.2.1 Konsolidierung	20
5.2.2 Empirische Forschung.....	20
5.2.3 Spezielle Methodenbeiträge	20
6 Referenzmodelle	21
6.1 Diskussionstand.....	21
6.1.1 Überblick	21
6.1.2 Konstruktion.....	23
6.1.3 Anwendung	24
6.2 Zukünftige Herausforderungen	24
6.2.1 Konsolidierung des Referenzmodellbestandes.....	24
6.2.2 Evaluation.....	25
6.2.3 Empirische Forschung.....	25
7 Kontext der Referenzmodellierung	25
7.1 Diskussionsstand	25
7.1.1 Wissenschaftstheoretische Grundlagen	25
7.1.2 Werkzeuge.....	26

7.2	Zukünftige Herausforderungen	27
7.2.1	Diskussion von Konsequenzen verschiedener Paradigmen.....	27
7.2.2	Verständnis für Modellierungsphänomene.....	28
7.2.3	Verbesserte Werkzeugunterstützung	28
8	Abschließende Bemerkungen	28
	Anhang: Referenzmodellkatalog.....	30
	Literaturverzeichnis.....	40

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Vorläufig kann Referenzmodellierung umschrieben werden als die Menge aller Handlungen, welche die Konstruktion und Anwendung wiederverwendbarer Modelle (Referenzmodelle) beabsichtigen. Ein erster Höhepunkt der Referenzmodellierungspraxis ist das Jahr 1993: Hasso Plattner und Klaus Besier, zum damaligen Zeitpunkt stellvertretender Vorsitzender der SAP AG bzw. Vorstandsvorsitzender der SAP America Inc., zeigen sich auf dem Titelblatt der März-Ausgabe der Zeitschrift *Datamation* mit großformatigen Referenzmodellfaltplänen, welche die Funktionalität der von ihrem Unternehmen angebotenen Standardsoftware dokumentieren. In einem Artikel derselben Ausgabe werden die Pläne der Geschäftsführung zur Eroberung des amerikanischen Marktes für Client/Server-basierte Software beschrieben („SAP’s Client/Server Battle Plan“ [RiSe93]). Dies zeigt: Referenzmodelle können als *strategische Wettbewerbsfaktoren* oder als *Marketinginstrumente* eingesetzt werden.

Ein zweiter Höhepunkt der Referenzmodellierungspraxis ist noch nicht auszumachen. Nichtsdestotrotz existiert inzwischen eine vielschichtige Referenzmodellierungsforschung: Die Leitidee der Referenzmodellierung im Sinne der Entwicklung allgemeiner Unternehmensmodelle, welche die Gestaltung beliebiger Unternehmen unterstützen, verfolgten bereits zu Beginn der 1970er Jahre die Autoren des Kölner Integrationsmodells (KIM, [Groc74; Poth78]). Die Verheißungen des KIM konnten sich jedoch nicht erfüllen [Fran94, 186f.], sodass die Forschung zunächst stagnierte. Erst mit dem Aufkommen der insbesondere von Scheer propagierten unternehmensweiten Datenmodellierung in den 1980er Jahren begannen sich erste Kristallisationspunkte der heutigen Referenzmodellierungsforschung herauszubilden [Sche88; Sche01; KHHS93]. Ein Indikator für die Bedeutung der Referenzmodellierungsforschung ist die seit 1997 jährlich stattfindende nationale Fachtagung „Referenzmodellierung“. Die Kenntnisnahme der Referenzmodellierungsforschung in internationalen Publikationsorganen (diese umfassen Konferenzen [FeLo03e], Zeitschriften [Rose03], Handbücher [MeBe98] und „Praktiker-Bücher“ [Silv01a]; angegeben sind jeweils exemplarische Beiträge) unterstreicht zusätzlich die Bedeutung der Referenzmodellierungsforschung. Darüber hinaus widmen sich zahlreiche Monographien (s. u.) ausschließlich diesem Forschungsgegenstand.

Ziel des Beitrages ist es, den *State-of-the-Art* der Referenzmodellierungsforschung darzulegen und zukünftige *Herausforderungen* zu diskutieren. Die Bestandserhebung möchte einerseits ermöglichen, dass sich Außenstehende ein Bild über den Forschungsgegenstand machen können. Andererseits soll die kritische Diskussion des Erreichten den Forschungsfortschritt stimulieren. Der Entwicklungsstand der Referenzmodellierungspraxis wird in dem Beitrag nur insoweit berücksichtigt, wie dieser bereits mithilfe vorliegender Untersuchungen bekannt ist. Folglich wird im Beitrag der vorhandene Forschungsstand *rekonstruiert* („Metaforschung“).

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Der nächste Abschnitt beleuchtet den Begriff des Referenzmodells und seiner Spielarten. Abschnitt 3 führt einen Bezugsrahmen ein, der den weiteren Verlauf der Untersuchung absteckt. Der Bezugsrahmen besteht aus den Elementen Referenzmodellierungssprachen (Abschnitt 4), Referenzmodellierungsmethoden (Abschnitt 5), Referenzmodelle (Abschnitt 6) und Kontext der Referenzmodellierung (Abschnitt 7). Jeder dieser vier Abschnitte präsentiert zunächst den

Diskussionsstand und geht anschließend auf zukünftige Herausforderungen ein. Abgeschlossen wird die Untersuchung mit einigen zusammenfassenden Bemerkungen.

Der vorliegende Beitrag unterscheidet sich von vorhandenen State-of-the-Art-Beiträgen (bspw. [MeHo92; Mare95a; Beck00; ScSG02; FeLo03a; BADK02]) sowohl hinsichtlich Aktualität als auch Umfang bzw. inhaltlicher Breite berücksichtigter Arbeiten. Die Auswahl der Arbeiten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern spiegelt vielmehr die (subjektiven) Entscheidung der Autoren wider. Leitendes Auswahlkriterium ist das Ziel, ein möglichst umfassendes und ausgewogenes Gesamtbild zu zeichnen, sodass Gemeinsamkeiten und Schwerpunkte, aber auch Unterschiede und Lücken der Forschung aufgezeigt werden können.

2 Referenzmodellbegriff und seine Spielarten

2.1 Herrschende Explikationen

Bisher wird der terminus technicus „Referenzmodell“ (oder auch: „Referenzinformationsmodell“) in der Literatur nicht einheitlich expliziert. Mehrere Autoren verwenden zur Explikation die Begriffe „Modell“ und „Information“. Dieses Vorgehen ist nur bedingt fruchtbar, weil erneut kein einheitliches Verständnis für diese Grundbegriffe auszumachen ist (vgl. exemplarisch [Endr04] und die aktuelle Diskussion in der Rubrik Leserbriefe im Informatik-Spektrum 1/2004, den der Beitrag von Rechenberg [Rech03] ausgelöst hat). Eine Diskussion dieser und weiterer Grundbegriffe („Daten“, „Wissen“ etc.) unterbleibt daher an dieser Stelle; vielmehr werden im Folgenden die in der Forschung oft aufgegriffenen Begriffsexplikationen von Hars und Schütte sowie eine neuere interessante Auffassung von vom Brocke beleuchtet.

Aufbauend auf einem abbildungsorientiertem Modellverständnis sieht Hars [Hars94, 15-18] als Charakteristikum eines Referenzmodells, dass es *nützlich* für den Entwurf anderer Modelle ist. Daraus leitet er drei zentrale Anforderungen ab: Referenzmodelle zeichnen sich aus durch ihre *Allgemeingültigkeit*, *Anpassbarkeit* und *Anwendbarkeit*.

Schütte [Schü98, 37-74] argumentiert, dass ein rein abbildungsorientiertes Verständnis eines Modells mit schwerwiegenden Problemen behaftet ist, weil ein Modellierungsträger einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die Konstitution der Wirklichkeit ausübt. Daher versteht er ein Referenzmodell als eine *Konstruktion* eines Modellierungsträgers. Nach Schütte ist ein Referenzmodell eine *Empfehlung*, die als *Bezugspunkt* bei der Gestaltung von Informationssystemen fungiert.

Vom Brocke [Broc03, 31-38] weist darauf hin, dass der Grad der Allgemeingültigkeit und des Empfehlungscharakters von Referenzmodellen intersubjektiv nur bedingt feststellbar sind. Im äußersten Fall sind zwei – der Idee der Referenzmodellierung zuwiderlaufende – Situationen denkbar: 1. Modellierungsträger deklarieren ihre Modelle als Referenzmodelle, ohne dass diese *faktisch* genutzt werden. 2. Modelle werden von einer breiten Nutzergruppe zur Wiederverwendung und Modellierung *akzeptiert*, ohne dass der Modellierungsträger die Modelle als Referenzmodelle ausgezeichnet hat.

Aus diesem Grunde sieht vom Brocke nicht die Modellqualität als konstitutives Merkmal des Referenzmodellbegriffs. Vielmehr kennzeichnet er Referenzmodelle hinsichtlich ihrer *Rolle* innerhalb von

Konstruktionsprozessen: Referenzmodelle werden von Menschen zur *inhaltlichen* Unterstützung bei der Erstellung von Anwendungsmodellen *entwickelt* oder *genutzt*. Kennzeichnendes Merkmal eines Referenzmodells ist ihre potenzielle oder faktische *Wiederverwendung* in anderen Modellierungskontexten.

Wird der Auffassung von vom Brocke gefolgt, ist der Referenzmodellbegriff ausschließlich als *Antipode* zum Anwendungsmodellbegriff zu verstehen. Referenzmodelle besitzen demnach nicht spezielle Qualitätseigenschaften, die sie von anderen Modellen abheben. Vielmehr erhält der Referenzmodellbegriff seine Bedeutung erst im Zusammenspiel mit dem Begriff des Anwendungsmodells. Folglich handelt es sich formal nicht mehr – wie bei den Explikationen von Hars und Schütte – um einen einstelligen Begriff, der auf ein Modell zutrifft oder nicht. Vielmehr ist der Referenzmodellbegriff nach vom Brocke zweistellig: Der Begriff charakterisiert ein Modell in seiner Beziehung zu einem anderen Modell.

Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden, dass herrschende Referenzmodellfassungen, welche auf Qualitätseigenschaften von Modellen wie Allgemeingültigkeit und Empfehlungscharakter abheben, nicht intersubjektiv prüfbar sind. Wird statt dessen der Referenzmodellbegriff als Antipode zum Anwendungsmodellbegriff verwendet, gewinnt der Begriff an Trennungsschärfe, hat aber nur noch eine Bedeutung im Kontext eines gegebenen Anwendungsmodells. Damit besitzt ein Modell, welches als Referenzmodell bezeichnet wird, keine besonderen Qualitätsmerkmale mehr. Vielmehr kann prinzipiell jedes Modell je nach Kontext die Rolle eines Referenz- oder eines Anwendungsmodells übernehmen. Diese Auffassung des Referenzmodellbegriffes erscheint den Autoren *zu weit* gefasst. Insbesondere wird nicht die Tatsache berücksichtigt, dass Referenzmodelle vielfach als *Theorien* der Wirtschaftsinformatik explizit oder implizit verstanden werden [Schü98, 178-183; Fran97b; Sche97; BeSc04, V]. Werden Referenzmodelle als Theorien aufgefasst, sollten sie nicht *beliebige* Konstruktionen darstellen.

2.2 Systematisierungsvorschlag möglicher Explikationen

Aus Sicht der Autoren weist der Referenzmodellbegriff einen mehrfachen Deutungsspielraum auf. Im Folgenden wird eine Systematisierung möglicher Deutungen vorgeschlagen. Dieser Vorschlag beruht auf einem aufgeklärten kritisch-rationalen Wissenschaftsverständnis.

Wenn von der allgemein akzeptierten Unterscheidung zwischen dem *Gegenstands-* und dem *Aussagenbereich* einer Wissenschaft ausgegangen wird [Raff95, 44-46], ist zunächst zwischen Referenzmodellen im Gegenstandsbereich einerseits und Referenzmodellen im Aussagenbereich andererseits zu unterscheiden (Bild 1). Hierdurch entsteht eine erste Doppeldeutigkeit. Referenzmodelle im Gegenstandsbereich sind *vorgefundene* Phänomene, die wissenschaftlich zu erfassen, zu beschreiben und zu erklären sind. In diesem Sinne ist bspw. das SAP-Referenzmodell ein Referenzmodell des Gegenstandsbereichs. Dagegen sind Referenzmodelle im Aussagenbereich per definitionem von Wissenschaftlern fabrizierte Sätze. Auch wenn die Abgrenzung im Einzelnen durchaus Schwierigkeiten bereiten kann, so ist sie doch von großer Bedeutung.

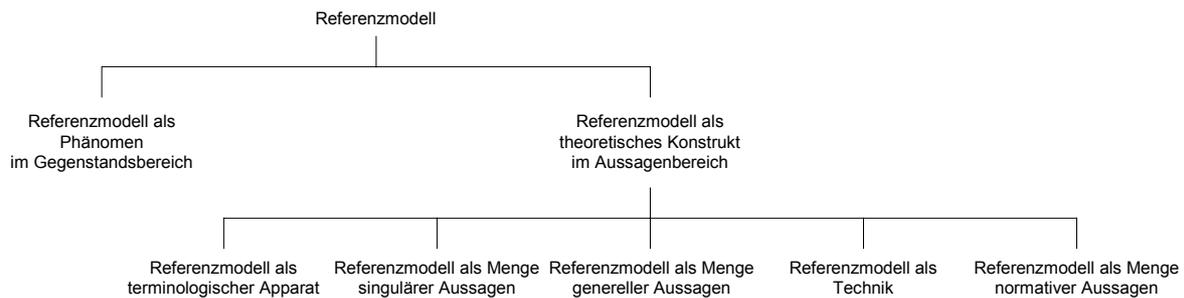


Bild 1: Systematisierung möglicher Deutungen des Referenzmodellbegriffs

Referenzmodelle im Aussagenbereich der Wirtschaftsinformatik können als theoretische Konstrukte verstanden werden, wobei ein theoretisches Konstrukt eine explizit gegebene und abgrenzbare Satzmenge in einer Sprache ist. In Anlehnung an wissenschaftstheoretische Forschungskonzeptionen [Chmi94] (siehe dort auch für die Bedeutungen der Begriffe Theorie, Technik und Norm) können fünf weitere Deutungsmöglichkeiten unterschieden werden:

- Referenzmodell als *terminologischer Apparat*: In dieser Deutung wird ein Referenzmodell als eine Menge von Begriffen verstanden, die eine sprachliche Verortung eines bestimmten Raum-Zeit-Gebiets erlauben („Konzeptualisierung“). Das Referenzmodell ist eine Begriffssammlung oder ein begrifflicher Bezugsrahmen für einen Gegenstandsbereich. In diesem Sinne sind bspw. das Referenzmodell von [KlSz97] oder der Ordnungsrahmen des Y-CIM-Modells [Sche97] zu verstehen. Diese Auffassung deckt sich weitgehend mit dem Verständnis *einer* Ontologie in der Informatik [Grub95; MäSS01].
- Referenzmodell als Menge *singulärer Aussagen*: Die Beschreibung eines Referenzmodells des Gegenstandsbereichs kann als eine Menge singulärer Aussagen aufgefasst werden. Dieser Fall liegt bspw. vor, wenn ein Wissenschaftler das Ziel verfolgt, ein Referenzmodell des Gegenstandsbereichs, bspw. das SAP-Referenzmodell, vollständig zu beschreiben. In diesem Fall betätigt sich der Wissenschaftler nicht als Modellentwickler, sondern beschreibt ein im Gegenstandsbereich *vorgefundenes* Modell. Die Aufgabe des Wissenschaftlers ist eine möglichst genaue Transkription [Knob03, 159] der in der Realität beobachteten sozialen Modellierungsprozesse. Die Beschreibung kann einerseits die sprachliche Modellrepräsentation umfassen, andererseits können die tatsächlichen Konstruktions- und Wiederverwendungsprozesse, der Modellierungsträger etc. beschrieben werden.
- Referenzmodell als Menge *genereller Aussagen*: In diesem Fall beschreibt das Referenzmodell nicht ein *bestimmtes* Unternehmen, sondern eine *Klasse* von Unternehmen. Eine Aussage des Referenzmodells bezieht sich nicht auf ein bestimmtes Raum-Zeit-Gebiet, sondern ist wahr für eine Klasse von Unternehmen. Ob die generelle Beschreibung auf induktiven oder deduktivem Wege gewonnen wird, ist eine Frage des Konstruktionsprozesses und nicht des Ergebnisses.
- Referenzmodell als *Technik*: In diesem Falle wird den Aussagen des Referenzmodells kein empirischer Gehalt zugesprochen. Vielmehr wird das Referenzmodell als eine Technik verstanden, die in der Praxis nützlich sein kann. In dieser Ausdeutung fällt der Wirtschaftsinformatik die Aufgabe zu, die Leistungsfähigkeit des Referenzmodells zu ermitteln. Die Anwendung einer Technik ver-

spricht in bestimmten Situationen Wirkungen auszulösen. In diesem Sinne wird in der Literatur vielfach vermutet, dass die Anwendung eines Referenzmodells die Gestaltung von Informationssystemen hinsichtlich Kosten-, Zeit-, Qualitäts-, Risiko- oder Wettbewerbssituationsmaßgrößen verbessert [BeKn03, 416].

- Referenzmodell als Menge *normative Aussagen*: In diesem Fall besteht ein Referenzmodell aus Regeln, Gesetzen, Vorschriften oder Maßstäben, welche menschliche Handlungen bei der Systemgestaltung vereinheitlichen oder – strenger formuliert – vorschreiben. Referenzmodelle enthalten dann nicht nur deskriptive, sondern auch präskriptive Aussagen [Hoer92]. Explizit genannt wird ein solches Referenzmodellverständnis bspw. von [Holt03, 11f.]. Der Normungscharakter wird zum Teil weniger streng erhoben, indem von Empfehlungen des Referenzmodells [Schü98, 69] gesprochen wird.

Im Folgenden wird skizziert, dass die im vorherigen Abschnitt dargestellten Qualitätseigenschaften eines Referenzmodells – je nach unterstellter Ausdeutung des Referenzmodellbegriffes – völlig unterschiedlich inhaltlich entfaltet werden können:

- Referenzmodell als *Phänomen*: Zunächst stellt sich die Frage, wie ein Referenzmodell von einem beliebigen Modell im Gegenstandsbereich zu unterscheiden ist. Hier bietet sich an, der Begriffsauffassung von vom Brocke zu folgen und ein Referenzmodell als Antipode zu einem Anwendungsmodell zu verwenden. Die Qualitätseigenschaften des Referenzmodells ergeben sich aus dem Qualitätsverständnis des Modellierungsträgers in der Praxis. Dieser kann bspw. Modellstabilität, Verständlichkeit, Wirtschaftlichkeit oder andere Qualitätsvorstellungen besitzen. Die Präferenzen der Modellierungsträger wären durch empirische Untersuchungen festzustellen.
- Referenzmodell als *terminologischer Apparat*: Typische Eigenschaften, die an Begriffe zu stellen sind, sind ihre Einfachheit, Präzision oder theoretische Fruchtbarkeit (bspw. [Opp02, 131-137]). Eine Forderung nach Allgemeingültigkeit in dem Sinne, dass Worte auf möglichst viele Gegenstände angewendet werden können, ist für Referenzmodelle in dieser Deutung wenig sinnvoll: Begriffe sollen den Gegenstandsbereich detailliert erfassen und nicht Allgemeinplätze oder Leerformeln liefern. Würde eine begriffliche Allgemeingültigkeit angestrebt, könnte stets von Gegenständen gesprochen werden, ohne weitere Merkmale zur Differenzierung anzugeben. Dagegen versucht eine (klassifikatorische) Begriffsbildung bestimmte Klassen von Gegenständen aus- und von anderen Gegenstandsklassen abzugrenzen. In diesem Sinne kann ein Referenzmodell eine spezielle Terminologie für einen bestimmten Gegenstandsbereich liefern.
- Referenzmodell als *Menge singulärer Aussagen*: In dieser Auffassung sollte das beschriebene Referenzmodell möglichst dem im Gegenstandsbereich vorgefundenen Referenzmodell entsprechen. Die Frage nach Allgemeingültigkeit stellt sich bei dieser Deutung nicht; vielmehr sollte das Referenzmodell das im Gegenstandsbereich vorgefundenen Referenzmodell wahr wiedergeben.
- Referenzmodell als *Menge generelle Aussagen*: Die Forderung nach Allgemeingültigkeit kann hier so ausgedeutet werden, dass die Klasse der beschriebenen Unternehmen möglichst umfangreich ist. Neben der Allgemeingültigkeit ist ebenso zu fordern, dass es sich um wahre Aussagen handelt.

- Referenzmodell als *Technik*: Eine Technik stellt Mittel bereit, um ein definiertes Ziel leichter zu erreichen [Sach92, 358f.]. Die Qualität einer Technik bestimmt sich in dem Grad, inwieweit vorgegebene Ziele erfüllt werden. Folglich sind die gewünschten Wirkungen sowie die unerwünschten Nebenwirkungen eines Referenzmodells zu ermitteln und zu bewerten.
- Referenzmodell als *Menge normativer Aussagen*: Normative Aussagen können nicht hinsichtlich ihrer Allgemeingültigkeit untersucht werden, sondern sind hinsichtlich ihres Geltungsbereiches zu analysieren. Sie stellen keine deskriptiven, sondern präskriptive Aussagen dar. Inwieweit präskriptive Aussagen gerechtfertigt werden können oder einen Wahrheitsgehalt haben, ist umstritten [Radn92]. Beispielsweise könnte die Geltung der Aussagen im Rahmen von Rechtfertigungsdiskursen unter den von der Norm betroffenen Personen festgestellt werden.

Abschließend seien vier Anmerkungen angeführt: 1. Referenzmodelle als theoretische Konstrukte können stets als terminologische Apparate gedeutet werden, da Begriffe Voraussetzungen sind, um weitere Aussagen formulieren zu können. 2. Ein Referenzmodell als theoretisches Konstrukt kann von der Praxis unmittelbar genutzt werden und ist dann als ein Referenzmodell im Sinne eines Phänomens zu verstehen. In diesem Moment ist das Referenzmodell unter der Qualitätsauffassung des Modellierungsträgers in der Praxis zu beurteilen, die dem theoretischen Anspruch diametral entgegenstehen kann. 3. Vorhandene Referenzmodelle im Sinne theoretischer Konstrukte können in der Regel nicht als Ganzes ausschließlich einer Deutung untergeordnet werden. Vielmehr können einzelne Teilmengen des Referenzmodells als terminologischer Apparat, singuläre bzw. generelle Aussage etc. verstanden werden. Bspw. kann der Ordnungsrahmen des Handels-H-Modells [BeSc04] als ein terminologischer Apparat gedeutet werden und die Datenstrukturen zur Artikelmodellierung als normative Aussagen, wie Artikel zu beschreiben sind. Im Rahmen künftiger Forschung ist zu untersuchen, ob und in welchem Umfang vorhandene Referenzmodelle einen empirischen, technologischen oder normativen Gehalt haben. 4. Im Folgenden wird kein spezieller Referenzmodellbegriff unterstellt. Vielmehr werden zur Referenzmodellierungsforschung alle Arbeiten gezählt, in denen Ansätze vorgestellt werden, die mit den Worten „Referenzmodell“, „Referenzmodellierung“ u. ä. gekennzeichnet sind.

3 Untersuchungsmethode und Bezugsrahmen

Die Autoren vertreten die hier nicht näher begründete These, dass das Feld der Referenzmodellierungsforschung nicht überschneidungsfrei und erschöpfend unterteilt werden kann. Es gilt also eine Beschreibungssystematik zu finden, die einerseits relevante Forschungselemente aufzeigt und andererseits keine wesentlichen Elemente und Beziehungen unterschlägt. In Anlehnung an einen bewährten Bezugsrahmen zur Informationsmodellierung [WaWe02; FeLS03], wird der in Bild 2 dargestellte Bezugsrahmen verwendet:

- *Referenzmodellierungssprachen*: Eine Modellierungssprache definiert Konzepte zur Repräsentation von betrieblichen Systemen sowie Regeln, die zulässige Verknüpfungen der Konzepte beschreiben. Beispielsweise können mit Hilfe der *Unified Modeling Language* (UML) betriebliche Systeme unter anderem über Klassen repräsentiert werden, die Attribute und Methoden besitzen. Regeln beschreiben, dass zwischen den Klassen Beziehungen bestehen können.

- *Referenzmodellierungsmethoden*: Eine Modellierungsmethode empfiehlt einem Modellierungsträger (Menge von Personen oder eine Organisation) den Vollzug bestimmter Handlungen, um Modelle betrieblicher Systeme zu konstruieren oder anzuwenden. Beispielsweise definiert der *Unified Software Development Process (USDP)* eine mögliche Vorgehensweise zur Anwendung der Konzepte der UML.

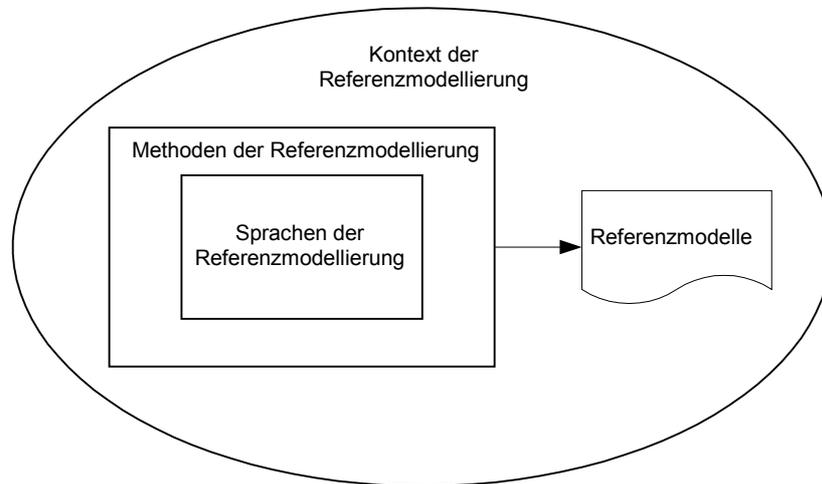


Bild 2: Bezugsrahmen der Referenzmodellierung (in Anlehnung an [WaWe02, 364])

- *Referenzmodelle*: Ein Ergebnis der Anwendung einer Modellierungsmethode ist eine Menge von Referenzmodellen. Beispielsweise ist das Ergebnis der Klassenmodellierung ein UML-Klassendiagramm. Modelle können als Produkte von Modellierungsprozessen verstanden werden und stellen eine Satzmenge einer Modellierungssprache dar.
- *Kontext der Referenzmodellierung*: Modellierungshandlungen sind integraler Bestandteil einer bestimmten realweltlichen Modellierungssituation, welche durch psychologische, soziale, organisatorische, technische, wirtschaftliche und andere Faktoren beeinflusst wird. Die Machtpositionen einzelner Personen des Modellierungsträgers sind Beispiele sozialer Kontextfaktoren; Umfang und Struktur des zu modellierenden Systems sind organisatorische Faktoren; verwendete Modellierungswerkzeuge sind technische Faktoren etc.

4 Sprachen der Referenzmodellierung

4.1 Diskussionsstand

4.1.1 Allgemeine Aspekte

Zur expliziten Repräsentation eines Referenzmodells wird eine Modellierungssprache verwendet. Bisher hat sich keine einheitliche Sprache in der Theorie und Praxis etabliert. Gleichwohl kann eine Tendenz zur Standardisierung der verwendeten Sprachkonzepte verzeichnet werden: Während beispielsweise für das KIM ein eigenes Modellierungskonzept entwickelt wurde [Groc74], greifen aktuelle Arbeiten der Referenzmodellierung in der Regel auf bereits vorhandene Sprachen zurück. Hierbei werden Konzepte verwendet, die unterschiedlichen Sprachfamilien zuzuordnen sind. Es werden u. a.

Sprachen zur Datenmodellierung [Hars94], Prozessmodellierung [Schü98] und zur Objektmodellierung [Schw99] verwendet.

Anforderungen an Modellierungssprachen stehen in einem Spannungsbogen zwischen theoretischer Präzision einerseits und pragmatischer Verwendbarkeit andererseits [Sütt01; Fran99b; Fran00; FrLa03]. In der Regel werden zur Modellrepräsentation Sprachen ohne formale Semantik und mit einer nur bedingt wohl-definierten Syntax verwendet. Diese Vorgehensweise ist aus wissenschaftstheoretischer bzw. informatischer Sicht bedenklich, obgleich semi-formalen Sprachen zuweilen eine höhere Akzeptanz, Verständlichkeit oder Verwendbarkeit zugeschrieben wird. Diese Kriterien sind in der Modellierungspraxis von herausragender Bedeutung, wenn bspw. Referenzmodelle zur Unterstützung der Kommunikation zwischen Endanwendern und Systemanalytikern verwendet werden. Indes sind den Autoren bisher keine Arbeiten bekannt, welche die unterstellte positive Wirkung semi-formaler Sprachen auf die Modellierungspraxis überzeugend begründen können.

In neueren Veröffentlichungen werden verschiedene Sprachkonzepte diskutiert, die sich insbesondere nützlich für die Referenzmodellierung erweisen. Derartige Konzepte werden in den folgenden Unterabschnitten aufgegriffen.

4.1.2 Multiperspektivität

Die Untersuchung und Repräsentation eines Unternehmens aus unterschiedlichen Perspektiven oder Sichten ist ein wichtiges Modellierungskonzept, das bereits seit einiger Zeit im Rahmen des Requirements Engineering eingesetzt und untersucht wird [DaSh96]. Inzwischen wird die Nützlichkeit einer multiperspektivischen Modellierung auch bei der Referenzmodellierung betont [RoSc99; Rose96; ReWG97].

Einzelne Modellierungsperspektiven können hinsichtlich verschiedener Abgrenzungskriterien konstituiert werden [Fran94, 163], wobei sich bisher unterschiedliche Ansätze herausgebildet haben. Grundsätzlich können Perspektiven entweder anhand analytischer Merkmale oder anhand subjektiver Bedürfnisse einzelner Modellierungsträger abgegrenzt werden. Subjektive Bedürfnisse äußern sich in verschiedenen Auffassungen, Präsuppositionen und Präferenzen des Modellierungsträgers [Fran94, 163-170]. Eine verbreitete Einteilung im Kontext der Referenzmodellierung ist die Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS, [Sche98b; Sche98]) mit der Unterscheidung in eine Daten-, Funktions-, Steuerungs- und Organisationssicht (zum Teil ergänzt um eine Leistungssicht). Eine Reihe von Arbeiten bieten alternative Systematisierungen [Scho90; SoZa93; Zach99; Hay03; Fran02a; NäAB04].

Subjektive Bedürfnisse können sehr unterschiedlich ausgerichtet sein. Beispielsweise hat ein Sachbearbeiter im Buchungswesen andere Vorstellungen und Ansprüche an eine Repräsentation eines Geschäftsprozesses als der Vorstandsvorsitzende oder der Entwickler einer Finanzbuchhaltungssoftware, welche den Sachbearbeiter bei seiner Arbeit unterstützen soll. Gleichzeitig bestehen auch subtile Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Perspektiven: Beispielsweise muss der in Software implementierte Geschäftsprozess dem entsprechen, den der Sachbearbeiter ausführen möchte. Das systematische Erkennen und Gestalten verschiedener Perspektiven ist dabei eine Herausforderung, die unter dem Stichwort „Subjektivitätsmanagement“ untersucht wird [BKKD01]. Hierbei nehmen Konzepte

der Metamodellierung, die eine Integration verschiedener Sprachkonzepte in einem Metamodell leisten, eine herausragende Rolle ein [Stra96, 49-56].

4.1.3 Variantenmanagement

Referenzmodelle bieten Gestaltungsempfehlungen für betriebliche Informationssysteme, die einen Vorbildcharakter haben. Dabei zeigt sich aber, dass durchaus unterschiedliche Gestaltungsvarianten für ein betriebliches System möglich sind. Modellvarianten werden in Analogie zum industriellen Variantenmanagement eingeführt [Schü98, 207-211]. Während Modellierungsperspektiven verschiedene Perspektiven auf *einen bestimmten* Sachverhalt bieten, repräsentieren Modellvarianten *unterschiedliche* Sachverhalte, die hinsichtlich bestimmter Gesichtspunkte *ähnlich* oder *vergleichbar* sind. Modellvarianten repräsentieren somit mögliche Gestaltungspotenziale für bestimmte Sachverhalte. Die möglichen Gestaltungsalternativen werden nicht in mehrere, konzeptionell unabhängige Modelle zergliedert, sondern werden in einem Modell dargestellt und als Varianten kenntlich gemacht. Dabei werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede mehrerer Modellrepräsentationen explizit ausgewiesen, um Modellierungsredundanzen zu vermeiden. Hierfür werden verschiedene sprachliche Erweiterungen einer Modellierungssprache vorgeschlagen. Im Rahmen von Prozessmodellen werden zur Variantendarstellung vielfach Prozessauswahlmatrizen angewendet [Schü98, 220-223], bei objektorientierten Sprachen können Vererbungsmechanismen eingesetzt werden [Schl00a, 109f.]. Anspruchsvollere Konzepte zur Variantenrepräsentation sind eng verbunden mit den im Folgenden skizzierten Konzepten zur Wiederverwendung und Anpassung von Referenzmodellen.

4.1.4 Wiederverwendung und Anpassung

Ein Leitbild der Referenzmodellierung ist es, Modelle in unterschiedlichen Kontexten wiederzuverwenden. Im einfachsten Fall findet eine Wiederverwendung über manuelles Kopieren des Referenzmodells statt („Copy&Paste“). Einerseits leistet dieses „Konzept“ keine Unterstützung des Änderungsdienstes und führt zu einer unkontrollierten Modellredundanz. Andererseits wird es möglich, das Anwendungsmodell vollständig vom Referenzmodell zu entkoppeln und beliebig zu verändern.

Es werden zahlreiche mächtigere Konzepte zur Unterstützung der Wiederverwendung und Anpassung vorgeschlagen. Zunächst seien die bereits aus der Objektorientierung bekannten Konzepte der Vererbung und Delegation genannt [FrHa96]. Zur freien Anpassung bestimmter Modellelemente schlägt Remme sogenannte Platzhalter vor [Remm97], die bei der Modellanwendung mit bestimmten Ausprägungen zu belegen sind. Schütte diskutiert sogenannte Build-Time-Operatoren für Prozess- und Datenmodelle [Schü98, 244-276], die mithilfe von Parametern (bspw. Unternehmensmerkmalen) bestimmte, vorgedachte Manipulationen am Modell erlauben. Diese Ansätze werden im Rahmen der konfigurativen Referenzmodellierung weiter ausgebaut und konzeptionell verfeinert [BeDK02; BDKK02; Knac01].

Während die genannten Konzepte auf eine Modellanpassung zur Entwicklungszeit (Build-Time) abzielen, ermöglicht der Ansatz von Loos et al. eine Modellanpassung *während* der Laufzeit (Run-Time) [LoKS96; Loos95; Loos96], indem *metamodellähnliche* Strukturen auf der *Objektebene* der Modellierung eingeführt werden. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass Anpassungen des Modells hauptsächlich die Ausprägungsebene betreffen, das Schema bleibt dagegen stabil.

Ein breites Spektrum verschiedener Konzepte zur Modellanpassung werden von vom Brocke beschrieben. Der Ansatz unterstützt Konzepte zur Konfiguration, Aggregation, Spezialisierung, Instanziierung und Analogiekonstruktion [Broc03, 269-312]. Ein kennzeichnendes Merkmal des Ansatzes ist es, mögliche und notwendige Modellanpassungen konzeptionell unabhängig von der Modellrepräsentation zu beschreiben. Um dies zu erreichen, werden verschiedene formale Sprachen (genauer: kontextfreie Grammatiken) zur Repräsentation der Konzepte definiert. Ähnliche Überlegungen werden beispielsweise im Rahmen der *Model Driven Architecture* bei der Definition von Transformations-spezifikations-sprachen angeführt [FeLo03d; KlWB03, 93-106].

4.2 Zukünftige Herausforderungen

4.2.1 Formalisierung

Die Formalisierung einer Modellierungssprache bewegt sich in dem Spannungsfeld zwischen theoretischer Präzision und pragmatischer Handhabbarkeit: Einerseits ist eine Formalisierung der Modellierungssprache notwendig, um sie maschinell verarbeiten zu können. Andererseits müssen formale Konzepte auch realweltlich gedeutet werden, da eine vollständige Formalisierung der Sprache im Sinne eines mathematischen Kalküls keine Aussagen über die reale Welt liefert [Opp02, 170-177; Zele95, 348-354]. Folglich kann nicht die Frage gestellt werden, *ob* entweder formale oder natürliche Sprachen zu verwenden sind. Vielmehr sind natürliche *und* formale Sprachen bei der Gestaltung von Informationssystemen zu nutzen. Hierzu bedarf es geeigneter Integrationskonzepte, sodass sowohl die Bedürfnisse des Endanwenders als auch die der Implementierung befriedigt werden. Interessanterweise zeigt sich, dass auch vermeintlich semi-formale Darstellungen wie EPK in gewissen Grenzen einer vollständigen syntaktischen und semantischen Formalisierung zugänglich sind [Kind04; Kind03; MeNü03]. Folglich erscheint es erfolgsversprechend, nach Ansätzen zu suchen, wie natürlichsprachliche Repräsentationen nahtlos in vollständig formalisierte Referenzmodellrepräsentationen überführt werden können.

4.2.2 Standardisierung und Konfiguration

Eine Formalisierung geht einher mit einer Standardisierung: Zwar bieten Referenzmodelle primär inhaltliche Standardisierungsvorschläge, allerdings erscheint es notwendig, ebenso die verwendeten Modellierungssprachen zu vereinheitlichen. Eine Standardisierung sollte behutsam und mit Bedacht durchgeführt werden, da die verwendete Modellierungssprache einen enormen Einfluss auf die Qualität des Referenzmodells ausübt [Fran00]. Zwar existieren bspw. mit der UML weit entwickelte Ansätze zur Sprachstandardisierung, allerdings werden diese Ergebnisse aus wissenschaftlicher Sicht durchaus kritisch eingeschätzt [FrPr97; Stei04; Fran97a].

Eine interessante Perspektive bietet eine Konfiguration von Sprachkonzepten im Rahmen von Sprachfamilien, die einen gemeinsamen Sprachkern besitzen. Dieser Sprachkern kann im Hinblick auf verschiedene Anforderungen flexibel erweitert werden. Hierbei bieten sich sowohl technische als auch domänenspezifische Erweiterungen an.

4.2.3 Empirische Forschung

Diskussionen über Leistungseigenschaften von Sprachen werden nur selten mit empirischen Befunden gestützt. Zwar existieren einzelne Arbeiten, welche Qualitätsmerkmale von Sprachen empirisch untersuchen (exemplarisch: [SiVe99; SiRo98; Gemi00; GeWa03; WaWe02]). Indes leiden viele dieser Untersuchungen zur Zeit an einer geringen externen Validität der Ergebnisse, da bspw. Studenten als Probanden gewählt oder keine in der Modellierungsrealität anzutreffenden Realprobleme untersucht werden. Nichtsdestotrotz wäre es wünschenswert, die Praktikabilität, Akzeptanz, Verständlichkeit und Leistungsfähigkeit von Konzepten verschiedener Modellierungssprachen vor dem Hintergrund tatsächlicher empirischer Befunde und nicht theoretischer Vermutungen zu beurteilen. Hierbei scheint es notwendig, nicht alle Benutzer als gleichwertig zu betrachten, sondern individuelle Benutzerklassen zu identifizieren. Mögliche Unterscheidungsmerkmale sind bspw. Rollen im Entwicklungsprozess, Domänenwissen oder Weltanschauungen (vgl. Abschnitt 7).

Autor(en)	Quelle	Sprache	Anwendungsbezug	Charakteristika
Becker et al.	[BDKK02]	neutral	neutral	Konstruktion konfigurativer Referenzmodelle und Werkzeugspezifikation
Hammel	[Hamm99]	SOM	Spezifikation von Informationssystemen	Betonung der Wiederverwendung und der Generizität
Hars	[Hars94]	ERM	neutral	breiter Ansatz mit Schwerpunkt auf Anpassung
Krampe	[Kram99]	EPK, ERM, Funktionsbaum	neutral	Nutzung des fallbasierten Schließens im Modellierungsprozess
Kruse	[Krus96]	ERM, EPK, Funktionsbaum	Geschäftsprozessmanagement im Vertrieb	Dokumentation des Ansatzes mit Meta-Modell
Lang	[Lang97]	EPK	neutral	Konzeptionelle Trennung zwischen generischen und domänenspezifischen Prozessbausteinbibliotheken
Nonnenmacher	[Nonn94]	diverse	neutral	breiter Ansatz mit Implementierungsfokus
Ohlendorf	[Ohle98]	Objektorientierte Sprache	Entwicklung komponentenbasierter Informationssysteme	weitgehende Formalisierung und Beispiel
Remme; Scheer	[Remm97; ReSc96]	EPK	neutral	Konzeptualisierung der Essenz einer Unternehmung und Anwendung von Prozessbausteinen
Remmert	[Remm01]	EPK	Handelslogistik	Überbetriebliche Referenzmodellierung
Rupprecht et al.	[RuPR99a, b]	neutral	neutral	Grobes Rahmenkonzept
Schlagheck	[Schl00]	UML	Controlling	Konzeptionelle Trennung von Konstruktion und Anwendung
Schulze	[Schu01]	neutral und SOM	neutral	Nutzung des fallbasierten Schließens, hohe Formalisierung
Schütte	[Schü98]	neutral und EPK und ERM	neutral	breiter Ansatz mit Schwerpunkt auf Konstruktion
Schwegmann	[Schw99]	UML	neutral	Betonung kompositorischer und generischer Wiederverwendung mit durchgehendem Fallbeispiel
Thomas; Scheer	[ThSc03; ThSc02]	UML	Dienstleistungsmanagement	Enge Abstimmung zwischen Konzept, Anwendung und Werkzeug
Wolf	[Wolf01]	Neutral und SOM	neutral	Modellierung wird als heuristisches Problemlösen verstanden, Metaphern und Muster wird ein hoher Lösungsbeitrag zugesprochen

Bild 3: Ansätze der Referenzmodellierung

5 Methoden der Referenzmodellierung

5.1 Diskussionsstand

5.1.1 Modellierungsansätze im Überblick

In der Literatur werden verschiedene Methoden zur Referenzmodellierung vorgeschlagen. Häufig werden einzelne Methoden nicht isoliert diskutiert, sondern mit weiteren Methoden zu einem mehr oder weniger vollständigen (Referenz-)Modellierungsansatz integriert, der den gesamten Prozess der Referenzmodellkonstruktion und –anwendung umfasst. Bild 3 gibt eine Übersicht über bekannte Ansätze mit ihren wesentlichen Eigenschaften.

Es ist hier nicht der Raum, jeden Ansatz im Detail zu analysieren (eine detaillierte Analyse mehrerer Ansätze findet sich in [FeLo02a; BeDK04]). In den folgenden Unterabschnitten werden vorhandene Methoden für Handlungen herausgegriffen, die in den meisten Methodenansätzen von Bedeutung sind. Die Strukturierung orientiert sich an [Hars94; Schü98; Schl00a; Schw99].

5.1.2 Konstruktion

Leitfrage der Konstruktion ist es, in welchen Schritten ein Referenzmodell zu entwickeln ist. Bei der Konstruktion eines Referenzmodell können vier typische Handlungen unterschieden werden:

- *Problemdefinition*: Zunächst ist der gewünschte Zielzustand des Modellierungsprozesses festzulegen [Schü98, 189]. Hierbei ist zu berücksichtigen, für welche Domäne ein Referenzmodell entwickelt werden soll. Ebenso Gegenstand der Problemdefinition ist die Festlegung von Modellierungssprachen und zu verwendenden Modellierungskonventionen [BDKK02].
- *Konstruktion im engeren Sinne*: Die zuvor ab- und eingegrenzte Domäne wird bei der Konstruktion (im engeren Sinne) mithilfe der definierten Modellierungssprache konzeptualisiert. Häufig wird hierbei von gegebenen unternehmensspezifischen Modellen (induktive Vorgehensweise) oder von theoretischen Vermutungen (deduktive Vorgehensweise) ausgegangen. Ebenso ist es möglich, Referenzmodelle mithilfe eines Reverse Engineering aus vorhandener Standardsoftware zu generieren [Raut92, 230f.]. Ergebnis der Handlung ist die Beschreibung sämtlicher Modellierungssichten und -varianten sowie die Erfassung von Beziehungen zwischen Modellen [Schü98, 189f.]. Der Konstruktionsprozess von Ordnungsrahmen als Strukturierungsmittel für komplexe Referenzmodelle wird bei Meise thematisiert [Meis00].
- *Bewertung*: Die Bewertung von Referenzmodellen spielt unter verschiedenen Gesichtspunkten eine Rolle: Zunächst ist an die Bewertung einzelner Referenzmodelle oder des Vergleichs verschiedener Modelle zu denken. Allerdings sollte die Bewertung nicht ausschließlich erst nach Fertigstellung des Referenzmodells, sondern bereits konstruktionsbegleitend erfolgen. Hierbei können die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung eine Hilfestellung geben [BeES98; BeRS95]. Ebenso umfasst die Bewertung die Untersuchung von Wirkungen, welche die Anwendung eines Referenzmodells verursacht. Typische Bewertungskriterien umfassen wirtschaftliche und technische Aspekte. Gleichwohl hat sich noch keine Methode etabliert, Übersichten über ver-

schiedene Ansätze der (Referenz-)Modellevaluation finden sich bei [Fran00; Schü99; FeLo03e; VanB03].

- *Pflege*: Referenzmodelle sind nicht einmalig zu erstellen, sondern sollten einer kontinuierlichen Überarbeitung, Weiterentwicklung und Pflege unterworfen werden [Broc03, 150-158, passim]. Änderungen sind beispielsweise notwendig, wenn Modellierungsfehler identifiziert worden sind. Weitere Anpassungen werden notwendig, wenn sich neue Anforderungen seitens der Anwendung ergeben.

5.1.3 Anwendung

Leitfrage der Anwendung ist es, Referenzmodelle bei der Gestaltung betrieblicher Systeme einzusetzen. Bei der Anwendung von Referenzmodellen können vier typische Handlungen unterschieden werden:

- *Auswahl*: Aus der Menge der vorliegenden Referenzmodelle ist ein geeignetes Referenzmodell auszuwählen. Hierbei kann grundsätzlich zweistufig vorgegangen werden, indem zunächst eine grob und anschließend eine Feinselektion erfolgt [Hars94]. Die Auswahl von Referenzmodellen kann mit einer Schlüssel-/Freitextsuche [HPS99] oder mit Referenzmodellkatalogen [FeYu00; FeLo02b] unterstützt werden. Bei der Auswahl sind evtl. Konfigurationsmöglichkeiten eines Referenzmodells zu beachten. Ebenso können Nebenbedingungen der Integration mit anderen Modellen den Auswahlspielraum eingrenzen.
- *Anpassung*: Im Rahmen der Anpassung ist ein Referenzmodell an die Erfordernisse eines bestimmten Unternehmens anzupassen [Hars94, 144-175]. Während diese Handlung bereits intensiv durch Modellierungssprachen unterstützt wird, liegen nur wenige methodische Hinweise vor, wie eine Anpassung zu erfolgen hat.
- *Integration*: Referenzmodelle sind mit anderen Modellen zu integrieren. Einerseits ist ein Referenzmodell mit einem anderen, bereits vorliegenden unternehmensspezifischen Modell zu integrieren. Hierbei ist bspw. ein Abgleich zwischen Unternehmensmodell und Referenzmodell vorzunehmen. Im Bereich der Datenmodellierung existieren vielfältige Ansätze, die unter dem Begriff der Schemaintegration thematisiert werden [Conr02; CAF99]. Andererseits kann Integration ebenso als Montage verschiedener Modelle verstanden werden [Remm97]: Mehrere einzelne Referenzmodellbausteine sind zu einem größeren Referenzmodell zu aggregieren.
- *Anwendung im engeren Sinne*: Die Anwendung (im engeren Sinne) beschäftigt sich mit Fragen, wie ein fertig angepasstes Referenzmodell für die zugrundeliegende Problemstellung verwendet werden kann. Diese Fragestellung ist grundsätzlich analog zu der Anwendung von Informationsmodellen. Das vorhandene methodische Spektrum umfasst vielfältige Ansätze: Einführung und Anpassung von Standardsoftware [KeLC99; LiKe98; JoMe94], komponentenbasierte Softwareentwicklung [Turo01, 121-123; FeLo04, 22f.; Ohle98], Data Warehousing [BeKn03; Knac01], Dienstleistungsmangement [ThSc02; ThSc03], Geschäftsprozessmanagement [Krus96] u. a.

5.2 Zukünftige Herausforderungen

5.2.1 Konsolidierung

Zur Zeit liegen vielfältige Methoden mit unterschiedlichen konzeptionellen Ansätzen und Schwerpunkten vor. Viele Ansätze sind in sich *abgeschlossen*, eine Integration verschiedener Ansätze ist in der Regel nur mit zusätzlicher konzeptioneller Arbeit möglich. Zukünftige Herausforderungen bestehen darin, Methodenansätze zu entwickeln, die nicht in sich abgeschlossen, sondern *flexibel* miteinander kombiniert werden können. Hierfür scheinen Ansätze des Methoden Engineering herangezogen werden zu können [Grei03; Brink96]. Sinnvoll erscheint es, nicht nur neue Ansätze zu entwickeln, sondern die Vorgehensweisen der vorhandenen Ansätze präzise und eindeutig zu *rekonstruieren*, um ihre Eigenarten und Handlungsempfehlungen klar herauszustellen.

Ferner erscheint es notwendig, die primär fachlichen Ansätze der Referenzmodellierung mit technisch ausgerichteten Modellierungsansätzen der Informatik zu kombinieren. Berührungspunkte ergeben sich insbesondere bei der Domänenanalyse [Prio90], der generativen Softwareentwicklung [CzEi00] und der Model Driven Architecture [Fran03; KIWB03]. Zwar sind Grenzen zwischen fachlichen und technischen Modellen von enormer praktischer Bedeutung, aber letztlich willkürlich, sodass eine durchgehende Betrachtung notwendig ist, um die Potenziale der modellbasierten Gestaltung umfassend zu erschließen.

5.2.2 Empirische Forschung

Die bisherigen Methodenansätze sind geprägt von einer theoretischen Forschungsstrategie. Die Vorteilhaftigkeit bestimmter methodischer Ansätze ist theoretisch meist einleuchtend. Indes stellen sich Fragen hinsichtlich der praktischen Leistungsfähigkeit von Methoden. Inwieweit konzeptionell anspruchsvolle Methoden tatsächlich einen praktischen Nutzen entfalten, erfordert zunächst eine Akzeptanz der Ansätze in der Praxis. Ferner ist davon auszugehen, dass bestimmte Methoden unerwünschte Nebenwirkungen bei der Anwendung verursachen, die den Nutzen der Methode kompensieren können. Kenntnisse über derartigen Wirkungszusammenhänge können letztlich nur durch empirische Forschung gewonnen werden.

5.2.3 Spezielle Methodenbeiträge

Ferner ergibt sich ein Forschungspotenzial für spezielle Methoden der Referenzmodellierung. Zunächst ist an Verfahren zur Bewertung von Referenzmodellen zu denken. Zwar sind bereits eine Reihe von Ansätzen zur Evaluation bekannt. Allerdings ist unklar, in welchem Umfang diese Ansätze eingesetzt werden. Ebenso sind die Stärken und Schwächen sowie impliziten Prämissen der Ansätze noch weitgehend unerforscht. So sind bisher nur wenige Befunde der Evaluation von Referenzmodellen bekannt (vgl. Abschnitt 6). Zur Zeit werden aktuell ontologische Bewertungskriterien diskutiert [FeLo03c]. Obwohl dieser Ansatz vielversprechend ist, erlaubt er nur eine theoretische Beurteilung. Ebenso werden praktische Gütekriterien zur Referenzmodellevaluation benötigt.

Werden Referenzmodelle als Speicher für Domänenwissen verstanden [Knac01], wird deutlich, dass die Erhebung des Domänenwissens von entscheidender Bedeutung ist. Während Methoden und Pro-

bleme der Wissenserhebung im Rahmen der Forschung zur künstlichen Intelligenz bereits seit geraumer Zeit untersucht werden [StBF98], wird diese Fragestellung in der Referenzmodellierungsforschung nicht intensiv diskutiert. Andererseits können Referenzmodelle als theoretische Konstrukte verstanden werden. Dann ist zu untersuchen, inwieweit Ansätze zur Verwaltung von wissenschaftlichen Wissen ebenso bei der Verwaltung von Referenzmodellen genutzt werden können [Hars99].

6 Referenzmodelle

6.1 Diskussionstand

6.1.1 Überblick

Innerhalb der Literatur finden sich zahlreiche mehr oder weniger ausgearbeitete Referenzmodelle. Im Folgenden wird mit Hilfe eines Referenzmodellkataloges [FeLo01; FeLo02b] ein Überblick über den Modellbestand gegeben (siehe Anhang). Zur Charakterisierung der Referenzmodelle werden folgende Kriterien herangezogen:

- *Identifikation*: Die Identifikation des Referenzmodells erfolgt über eine laufende Nummer und einen Referenzmodellnamen. Ebenso werden Quellen angegeben, in denen das Referenzmodell beschrieben wird (Primärliteratur). Ergänzt werden diese Angaben um weitere Quellen (Sekundärliteratur), in denen bestimmte Eigenschaften des Referenzmodells erläutert werden. Die Angabe von Sekundärliteratur dient insbesondere dazu, Informationen über Referenzmodelle zu liefern, die nur beschränkt (siehe unten) zugänglich ist.
- *Allgemeine Charakterisierung*: Zur allgemeinen Charakterisierung eines Referenzmodells werden der Modellierungsträger, die Art des Zugangs sowie die Verfügbarkeit einer Werkzeugunterstützung angegeben. Als Modellierungsträger wird die Personenmenge bezeichnet, die das Referenzmodell entwickelt hat, bzw. die Organisation, welche für die Entwicklung des Referenzmodells verantwortlich ist. Der Zugang zum Referenzmodell wird als „offen“ klassifiziert, wenn das Referenzmodell über übliche Wege des Bibliothekswesens vollständig beschaffbar ist. Der Zugang ist geschlossen, wenn der Modellierungsträger keine Möglichkeit vorsieht, dass Dritte das Referenzmodell einsehen oder benutzen dürfen bzw. können. Ist der Zugang weder offen noch geschlossen, wird von einem beschränkten Zugang gesprochen. Dies ist bspw. dann der Fall, wenn das Referenzmodell als eigenständiges Produkt erworben werden kann oder über einen Internet-Sever zugänglich ist, der nicht zum offiziellen Bibliothekswesen zu rechnen ist. Das Kriterium Werkzeugunterstützung beschreibt, ob das Referenzmodell mit einem Softwarewerkzeug angewendet werden kann. Ist der Zugang zu einem Referenzmodell geschlossen, basieren die Angaben auf Aussagen der angegebenen Primär- bzw. Sekundärliteratur.
- *Konstruktion*: Unter dem Gesichtspunkt „Konstruktion“ werden fünf Kriterien subsumiert:
 - o Anwendungsdomäne: Die Anwendungsdomäne beschreibt mit wenigen Worten das Anwendungsgebiet des Referenzmodells aus Sicht des Modellierungsträgers.

- Sprache: Unter diesem Kriterium werden die Modellierungssprachen angeführt, die zur Repräsentation des Referenzmodells verwendet worden sind.
- Größe: Bisher existieren keine theoretisch befriedigenden Größenmaße für Modelle in unterschiedlichen Modellierungssprachen [VanB03]. Um Dritten eine ungefähre Vorstellung von der „Größe“ der beschriebenen Referenzmodelle zu geben, werden verschiedene Maße verwendet. Zunächst erfolgen Angaben zur Anzahl der verwendeten Diagramme und Sichten. Ferner wird bei Klassenmodellen die Anzahl der Klassen angeführt, bei Datenmodellen die Summe der Entitätstypen und Beziehungstypen, bei Prozessmodellen die Anzahl der Prozessschritte. Bei Modellen geringer Größe (<30) wurden die Angaben durch Zählung, bei größeren Modellen durch Schätzung gewonnen. Geschätzte Werte sind auf volle Zehner- bzw. Hunderterzahlen gerundet. Sind die Modelle nicht offen zugänglich, basieren die Angaben, soweit vorhanden, auf Aussagen in den angegebenen Quellen.
- Ordnungsrahmen: Das Kriterium beschreibt, ob ein Ordnungsrahmen Bestandteil des Referenzmodells ist.
- Konstruktion: Dieses Merkmal beschreibt, welche Modellierungsansätze zur Konstruktion des Referenzmodells vom Modellierungsträger angewendet wurden.
- Evaluation: Dieses Merkmal beschreibt, welche Methoden zur Evaluation des Referenzmodells durch den Modellierungsträger oder durch Dritte angewendet worden sind. Falls mehrere Evaluationen bekannt sind, werden diese genannt. Es werden nur solche Evaluationen berücksichtigt, deren Autoren explizit intendieren, das entsprechende Referenzmodell einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Quellen, die ausschließlich einen Überblick über das Referenzmodell oder eine knappe Zusammenfassung wesentlicher Eigenschaften des Referenzmodells enthalten, werden nicht als Evaluation bezeichnet. In diesem Zusammenhang wird als Gedankenexperiment eine Evaluationsmethode bezeichnet, die eine exemplarische Anwendung des Referenzmodells in einem *fiktiven* Kontext demonstriert. Ebenso wird angegeben, ob die Ergebnisse der vorgenommenen Evaluationen intersubjektiv nachvollziehbar sind.
- *Anwendung*: Unter dem Gesichtspunkt „Anwendung“ werden folgende Kriterien subsumiert:
 - Methoden: Das Kriterium beschreibt, welche Methodenansätze zur Anwendung des Referenzmodells bekannt sind.
 - Wiederverwendung und Anpassung: Unter diesem Kriterium werden Konzepte zur Wiederverwendung und Anpassung angeführt, die der Modellierungsträger vorsieht.
 - Anwendungsfälle: Dieses Kriterium beschreibt, wie oft ein Referenzmodell zur Konstruktion eines Anwendungsmodells herangezogen wurde. Ebenso wird angegeben, ob Anzahl bzw. Umfang der genannten Anwendungsfälle in den genannten Quellen intersubjektiv nachvollziehbar sind.

In diesem Beitrag ist nicht der Raum, vorliegende Referenzmodelle detaillierter zu untersuchen (siehe hierzu bspw. [MiZh00; MiZa03; FeLo03b; FeLo04; VanB03]). Stattdessen werden in den Folgenden Abschnitten einzelne wesentliche Aspekte aufgegriffen.

6.1.2 Konstruktion

Referenzmodelle werden bisher sowohl in der Theorie als auch in der Praxis konstruiert. Die Konstruktionsprozesse der vorhandenen Referenzmodelle werden unter folgenden Gesichtspunkten näher beleuchtet:

- *Anwendungsdomäne*: Während frühe Referenzmodelle hauptsächlich auf die Industrie ausgerichtet waren [Scho90; MeHo92], sind inzwischen Referenzmodelle für zahlreiche weitere Branchen (Handel, Gesundheitswesen, Finanzdienstleistung etc.) und verschiedene betriebswirtschaftliche Funktionen (Qualitätsmanagement etc.) vorhanden. Darüber hinaus haben verschiedene Modelle keinen originär betriebswirtschaftlichen Hintergrund [OMG03].
- *Sprache*: Bisher hat sich keine einheitliche Modellierungssprache etabliert. Es werden sowohl „klassische“ Modellierungssprachen wie ERM, EPK und Funktionsbäume als auch verschiedene objektorientierte Dialekte (UML, OMT, SOM) eingesetzt.
- *Größe*: Die Größe der vorhandenen Referenzmodelle schwankt erheblich. Es existieren umfangreiche Modelle wie das Y-CIM-Modell [Sche97] oder das Handels-H-Modell [BeSc96]. Die Größe darf nicht unmittelbar mit Detaillierung eines Modells gleichgesetzt werden; ebenso sollte nicht der Schluss gezogen werden, dass große Modelle ohne Ergänzung wiederverwendet werden können. Beispielsweise gibt es Modelle geringer Größe, die große Ausschnitte eines Unternehmen repräsentieren (bspw. [Buch02]). Andere Modelle geringer Größe (bspw. [Spec01]) fokussieren nur einen kleinen Gegenstand und sind daher detaillierter.
- *Konstruktion*: Nicht sämtliche Autoren explizieren ihre Vorgehensweise bei der Modellkonstruktion. Einerseits werden eigene Methoden vorgeschlagen, andererseits wird auf bekannte Modellierungsansätze verwiesen (bspw. verwendet [Herr02] den Ansatz von Schütte [Schü98]). Die Verwendung von Ordnungsrahmen unterstützt das Verständnis und den Überblick für ein Referenzmodell. Komplexere Modelle können so wesentlich besser durchdrungen werden. Indes werden Ordnungsrahmen nicht durchgehend verwendet. In neueren Referenzmodellen wird der Konstruktionsprozess explizit über die Bildung und Komposition von Teilmodellen vorgenommen [Schw99; Schl00a].
- *Evaluation*: Die Evaluation eines Referenzmodells ist bisher kein obligatorischer Bestandteil des Konstruktionsprozesses. Wenn Autoren Evaluationen vornehmen, handelt es sich meist um verhältnismäßig einfache Verfahren (als intuitiver Vergleichsmaßstab dient der in den Sozialwissenschaften übliche Methodenstandard [BoDö02]). Als Methoden werden im wesentlichen Prototypen, Fallstudien oder Gedankenexperimente verwendet. Die Ergebnisse sind meist intersubjektiv nur bedingt nachvollziehbar. Interessant ist der Ansatz von Simoneit [Simo98]: Die Autorin entwickelt einen relativ umfassenden Evaluationsansatz, der als Handlungsempfehlung für die Praxis dient. Kernbestandteil des Ansatzes ist die kontinuierliche Prüfung und Verbesserung der Prozesse, die durch ein Referenzmodell repräsentiert werden.

6.1.3 Anwendung

Die Anwendung der vorhandenen Referenzmodelle wird hinsichtlich folgender Aspekte näher untersucht:

- *Methoden*: Nur wenige Referenzmodelle liefern explizite methodische Hinweise, wie das konstruierte Referenzmodell in bestimmten Anwendungsgebieten verwendet werden kann (Ausnahme: [Simo98]). Für einige Referenzmodelle, die in der Praxis vorgefunden werden, werden zum Teil von Dritten Methoden entwickelt, die eine Handlungsunterstützung bei der Anwendung des Referenzmodells geben (bspw. [KeMe94; LiKe98]).
- *Wiederverwendung und Anpassung*: Explizite Konzepte zur Wiederverwendung von Referenzmodellen werden nur in wenigen Referenzmodellen definiert. Dies bedeutet, dass Referenzmodelle nur durch manuelles Kopieren wiederverwendet werden können. Die Wiederverwendung wird z. T. durch Modellierungskomponenten, die spezialisiert werden können unterstützt [Schl00a; Schw99]. Eine derartige Technik scheint bei dem SKO-Referenzmodell angewendet zu werden, obwohl dies aus den Ausführungen nicht explizit hervorgeht [Eise02]. Darüber hinaus ist insbesondere die Art der Anpassung des Referenzmodells von Interesse: Neben der Spezialisierung werden Buildtime-Operatoren mit den Möglichkeiten der Variantenbildung und Parametrisierung genutzt. Diese Optionen werden allerdings nur in Ausnahmefällen angewendet.
- *Anwendungsfälle*: Zu den meisten Referenzmodellen liegen keine gesicherten Erkenntnisse zu ihrer Anwendungshäufigkeit vor. Falls tatsächliche Anwendungsfälle beschrieben werden, handelt es sich um wenige (≤ 3) Fallstudien. Andererseits finden sich an verschiedenen Stellen in der Literatur Aussagen, dass ein bestimmtes Referenzmodell „vielfach angewendet“ oder „häufig eingesetzt“ wurde. Diese Aussagen sind allerdings intersubjektiv nur z. T. prüfbar, sondern beruhen auf den persönlichen Einschätzungen oder Vermutungen der Autoren.

6.2 Zukünftige Herausforderungen

6.2.1 Konsolidierung des Referenzmodellbestandes

Zunächst erscheint es notwendig, den Referenzmodellbestand zu konsolidieren. Dies erfordert Zugang zu den vorhandenen Modellen. Dass Referenzmodelle im Gegenstandsbereich nicht vollständig öffentlich zugänglich sind, kann viele Gründe haben (kein Interesse oder Bedürfnis der Geheimhaltung seitens des Modellierungsträgers etc.). Handelt es sich bei Referenzmodellen allerdings um wissenschaftliche Artefakte, ist eine ausbleibende Veröffentlichung der Referenzmodelle grundsätzlich *bedenklich*, da diese Referenzmodelle der kritischen Diskussion *entzogen* sind. Indes benötigt eine funktionstüchtige Kritik leistungsfähige Distributionsprozesse (vgl. Abschnitt 7).

Vorhandene Referenzmodelle enthalten zum Teil erhebliche Redundanzen: Beispielsweise werden Lagersysteme in vielfältigen Referenzmodellen konzeptualisiert [BeSc96; Sche97; Schw99; Mert01]. Diese und weitere Redundanzen gilt es zu identifizieren. Hierbei wird es notwendig, geeignete Abstraktionen für die konzeptualisierten Inhalte zu finden, sodass eine leichte Wiederverwendung und Anpassung der Modelle möglich ist [Fran00]. Gleichzeitig können bei der Konsolidierung Verbindungen zwischen Referenzmodellen ausgemacht werden. So erscheint es zukünftig notwendig, Geschäfts-

prozesse nicht nur für einzelne Unternehmen, sondern über eine vollständige Wertschöpfungskette abzustimmen und zu gestalten. Erste Ansätze finden sich bspw. in den Referenzmodellen von [Erze01] und [Remm01]. Bei der Konsolidierung der Referenzmodelle sollten Begriffe wie Wirtschaftszweig, Branche und Betriebstyp, die bisher nur unscharf definiert sind [MeLo00; MeLo02], klar und eindeutig expliziert werden.

6.2.2 Evaluation

Die zahlreichen Referenzmodelle sollten einer umfassenden Evaluation unterzogen werden, um ihre Leistungsfähigkeit zu ermitteln. Indes ist die Evaluation von Referenzmodellen kein triviales Unterfangen. Prinzipiell können Referenzmodelle aus unterschiedlichen Perspektiven beurteilt werden [FeLo03e]. Dringende Aufgabe der Forschung ist es, Kriterien und Verfahren zu entwickeln, die eine intersubjektive Prüfung eines Referenzmodells ermöglichen. Zwar existieren verschiedene Ansätze, welche die Evaluation von Referenzmodellen unterstützen (vgl. Abschnitt 5). Indes werden diese Verfahren nicht konsequent zur Evaluation des Bestandes angewendet.

6.2.3 Empirische Forschung

Bisher liegen nur wenige gesicherte Erkenntnisse vor, in welchem Umfang Referenzmodelle in der wirtschaftlichen Praxis wiederverwendet werden. Die unzureichenden Erkenntnisse über Anwendungen der Referenzmodelle könnten als Indiz aufgefasst werden, dass Referenzmodelle nur selten genutzt werden. Auch wenn die Aussagen intersubjektiv nur z. T. prüfbar sind, können andererseits die positiven Erfahrungen zum Nutzen von Referenzmodellen nicht von der Hand gewiesen werden (man denke bspw. an den Erfolg integrierter Standardsoftwarepakete, die als „implementierte“ Referenzmodelle aufgefasst werden können). Folglich sollte die Anwendung von Referenzmodellen im Rahmen empirischer Forschungsansätze untersucht werden, um Potenziale und Schwächen bekannter Referenzmodelle differenzierter auszuleuchten.

7 Kontext der Referenzmodellierung

7.1 Diskussionsstand

7.1.1 Wissenschaftstheoretische Grundlagen

Jeder wissenschaftliche Erkenntnisprozess ist eingebettet in einem Geflecht von nichthinterfragten Theorien, unterstellten Vorverständnissen des Untersuchungsgegenstandes, angestrebten Erkenntnisinteressen, angewandten Forschungsmethoden und persönlichen Weltanschauungen. Ein solches Geflecht theoretischer Annahmen wird im Folgenden allgemein als Paradigma bezeichnet.

In der Wirtschaftsinformatik existiert kein vorherrschendes Paradigma [Ming01; IiHK98; BKS99]. Gleichwohl werden paradigmatische Fragen auch im Kontext der (Referenz-)Modellierung diskutiert. Eine umfassende Monographie schreiben Hirschheim et al., die existierende Modellierungsansätze hinsichtlich ontologischer sowie epistemologischer Prämissen, der Rolle der verwendeten Modellierungssprache und dem Verständnis sozialer Systeme analysieren [HiKL95, 144-170; KILy92]. Ein Ergebnis der Untersuchung ist, dass herrschende Ansätze der Datenmodellierung meist auf zwei fun-

damentalen Prämissen basieren: 1. Datenmodelle sind Abbildungen *vorgefundener* Gegenstände. 2. Das Erkennen der Gegenstände ist *möglich* und *unproblematisch*. Gleichwohl weisen die Autoren darauf hin, dass diese Annahmen weder zwingend noch notwendig sind, sondern durch Alternativen ersetzt werden können. Alternative Auffassungen finden sich bspw. bei [GoLy82; Kang90; Lyyt87]. Ebenso weisen einzelne Autoren im Kontext der Referenzmodellierung darauf hin, dass der Modellbildungsprozess durch das erkennende Subjekt erheblich beeinflusst werden kann und Modellbildung daher als subjektive Konstruktionsleistung zu verstehen ist [Wolf01; HSW98a; HSW98b; Schü98; Wyss03; WySc03; WSKM02]. Ausgehend von diesem Vorverständnis werden von den genannten Autoren spezielle Modellierungsansätze vorgestellt.

In jüngster Zeit untersuchen Becker et al. paradigmatische Aspekte der (Referenz-)Modellierung [BHKN03a; BHKN03b; BeNK04]. Im Wesentlichen bestätigen die Autoren die bereits von Hirschheim et al. identifizierten paradigmatischen Aspekte. Ergänzend unterbreiten die Autoren *Handlungsempfehlungen*, um das einem Forschungsprozess zugrundeliegende Paradigma zu explizieren.

7.1.2 Werkzeuge

Ein Modellierungswerkzeug ist eine Software, welches die Konstruktion und Anwendung eines Informationsmodells unterstützt. Grundsätzlich erscheint es wünschenswert, dass sämtliche der zuvor diskutierten Konzepte von Modellierungswerkzeugen unterstützt werden. Im Folgenden sollen nur solche Aspekte angesprochen werden, die sich speziell auf Konzepte zur Realisierung von Werkzeugen beziehen.

Typische Anforderungen an und Realisierungsaspekte von Modellierungswerkzeugen im Allgemeinen finden sich an verschiedenen Stellen [Ambe99, 201-303; Nütt03; Fran94, 281-342; Wohe00; KiFr03]. Die untere Grenze der Leistungsfähigkeit wird abgesteckt durch reine Graphik-Bearbeitungsprogramme, welche das Zeichnen von Diagrammen ermöglichen. Leistungsfähigere Modellierungswerkzeuge verfügen über ein zentrales Repositorium [Ortn99a; Ortn99b] zur Modellverwaltung. Verfügbare Werkzeuge sind meist entweder auf die Unternehmensmodellierung ausgerichtet (bspw. ARIS Toolset [Davi00; Reit99]) oder auf die Softwareimplementierung (bspw. Together, Rational Rose).

Die *maximale* Grenze einer sinnvollen Unterstützung eines Modellierungsträgers ist zur Zeit nicht klar erkennbar. In der Diskussion werden folgende Aspekte aufgegriffen:

- *Meta-Case-Werkzeuge*: Um Kosten bei der Realisierung zu reduzieren und die Flexibilität der Modellierung zu erhöhen, erscheint die Entwicklung von sogenannten Meta-Case-Werkzeugen reizvoll, welche nicht an einen bestimmte Modellierungsansatz gebunden sind, sondern deren Modellierungskonzepte in gewissen Grenzen beeinflussbar sind. Konzepte für solche Werkzeuge, die nicht ausschließlich auf die Referenzmodellierung ausgerichtet sind, werden bereits seit längerer Zeit in der Literatur diskutiert (siehe bspw. [Alde91; HoVe96] und insbesondere in neuerer Zeit auch im Kontext der Referenzmodellierung aufgegriffen [Nütt95; BDKK02; FeLP04].
- *Wiederverwendung*: Wird ein Referenzmodell faktisch wiederverwendet, ist es im einfachsten Fall per manueller Kopie zu übernehmen. Die Nachteile einer solchen Lösung wie fehlender Änderungsdienst und unkontrollierte Redundanz liegen auf der Hand. Erste technische Konzepte zur

Überwindung dieser Probleme werden von vom Brocke vorgestellt [Broc03, 235-258]. Der Ansatz sieht vor, Referenzmodellkomponenten zu definieren, die über eine Signatur eindeutig identifiziert und zur Laufzeit über physische Referenzierungen oder Replikationen integriert werden.

- *Verteilte Werkzeuge*: Modellierungsträger bestehen oft aus mehreren Personen. Daher werden Konzepte zur verteilten Modellierung vorgeschlagen [RaRa98; Broc03]. Diese Konzepte unterstützen insbesondere die Kommunikation zwischen einem räumlich verteilten Modellierungsträger.
- *Austauschformate*: Leistungsfähige Austauschformate werden benötigt, um Referenzmodelle zwischen verschiedenen Modellierungsträgern und unterschiedlichen Werkzeugumgebungen zu übertragen (siehe bspw. für EPK [MeNü04]).
- *Technisches Konfigurations- und Versionsmanagement*: Die Begriffe *technisches Konfigurations- und Versionsmanagement* meinen hier unterschiedliche Bearbeitungszustände von Modellen und sind nicht zu verwechseln mit den in Abschnitt 4 diskutierten Sprachkonzepten. Die Verwaltung und lückenlose Verfolgung verschiedener Zustände von Entwicklungsdokumenten ist im Software Engineering ein wichtiger Erfolgsfaktor. Erste Ansätze für das Konfigurations- und Versionsmanagement von Modellen werden bspw. von [Grei03; EGKG02] aufgegriffen.
- *Virtual Reality*: Übliche Werkzeuge nutzen nur eine zweidimensionale Repräsentation von Modellen. Der Einsatz von Virtual Reality-Technologien kann bei der Darstellung von Modellen Vorteile versprechen [ALEG02; Lein00; LeSe99; KrGM99].

7.2 Zukünftige Herausforderungen

7.2.1 Diskussion von Konsequenzen verschiedener Paradigmen

Der Einfluss eines Paradigmas auf Forschungsergebnisse dürfte heute unbestritten sein. Für die Referenzmodellierungsforschung stellt sich die Aufgabe, Konsequenzen für die Modellierungsforschung und –praxis aufzuzeigen. Hierzu ein Beispiel: Schütte untersucht die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung I und II (GoM I und II) hinsichtlich ihrer Konsistenz zu wissenschaftstheoretischen Annahmen. Abschließend schildert er seine Erfahrungen aus der Modellierungspraxis und stellt fest: „[D]ie theoretisch weniger ambitionösen Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung I [sind] bei Anwendern einfach zu vermitteln, da ihr unterstelltes Weltbild und die Benennung der Grundsätze intuitiv eingängig sind, [...] während die GoM II als weniger verständlich empfunden werden“ [Schü99, 192]. Welche Konsequenzen sind aus diesen Ergebnissen zu ziehen? Soll die Wirtschaftsinformatik theoretisch saubere Konzepte entwickeln, die dann in der Praxis nicht verstanden und daher auch nicht genutzt werden? Oder soll sie in der Praxis nutzbare Konzepte entwickeln, die theoretisch weniger überzeugen können? Gleichsam ist zu fragen, ob die Wirtschaftsinformatik der Praxis ihre Paradigmen aufzwingen darf. Vor dem Hintergrund, dass in der Wirtschaftsinformatik bisher kein einheitliches Paradigma vorherrscht, erscheint diese Frage vermessen. Nebenbei stellt sich die Frage, welche „Weltbilder“ Modellierungsträger in der Praxis vertreten, was wiederum eine empirische Frage ist.

7.2.2 Verständnis für Modellierungsphänomene

Bisher gehen viele Beiträge implizit davon aus, dass Referenzmodellierung ein analytischer Prozess ist, der durch bestimmte Methoden rational zu unterstützen ist. Es liegen nur wenige Arbeiten vor, welche mit empirischen Methoden Modellierungshandlungen samt ihrer Einbettung in soziale und kognitive Prozesse in der Realität erfassen [BaMa95; DaGR03]. Zwar existieren bereits vereinzelt Untersuchungen, die sich derartigen Fragestellungen aus Sicht der Informationsmodellierung im Allgemeinen nähern (bspw. werden Fragen der graphischen Anordnung von Modellen in [NoCr99; Vene99] und kognitionspsychologische Fragen des Modellverständnisses in [SiWB96; SiWB97; Siau99; ToRa02] behandelt). Indes sind vergleichbare Untersuchungen im Kontext der Referenzmodellierung unbekannt. Ferner ist es notwendig zu prüfen, ob die in der Literatur unterstellten Prämissen einer „konsensorientierten“ Modellierung [BHKNO3a] tatsächlich in der Praxis vorliegen.

7.2.3 Verbesserte Werkzeugunterstützung

Die Realisierung produktiv einsetzbarer Werkzeuge kann nicht Aufgabe der Forschung sein, sondern muss der Praxis überlassen werden [Sche94]. Die Herausforderung der Forschung besteht darin, neue Konzepte zu entwickeln und bspw. im Rahmen von Forschungsprototypen hinsichtlich ihrer prinzipiellen Realisierbarkeit zu prüfen. Zukünftig erscheint es insbesondere angebracht, die Ergonomie der Werkzeuge intensiver zu erforschen, um reale Modellierungsprozesse dediziert zu unterstützen. Weiterhin werden tragfähige Konzepte zur Distribution von Referenzmodellen benötigt.

Referenzmodellierungsforschung				
	Referenzmodellierungssprache	Referenzmodellierungsmethode	Referenzmodelle	Kontext der Referenzmodellierung
Diskussionsstand	<input type="checkbox"/> Allgemeine Aspekte <input type="checkbox"/> Multiperspektivität <input type="checkbox"/> Variantenmanagement <input type="checkbox"/> Wiederverwendung und Anpassung	<input type="checkbox"/> Modellierungsansätze im Überblick <input type="checkbox"/> Konstruktion <input type="checkbox"/> Anwendung	<input type="checkbox"/> Referenzmodell-überblick <input type="checkbox"/> Konstruktion <input type="checkbox"/> Anwendung	<input type="checkbox"/> Wissenschaftstheoretische Grundlagen <input type="checkbox"/> Werkzeuge
Zukünftige Herausforderungen	<input type="checkbox"/> Formalisierung <input type="checkbox"/> Standardisierung und Konfiguration <input type="checkbox"/> Empirische Forschung	<input type="checkbox"/> Konsolidierung <input type="checkbox"/> Empirische Forschung <input type="checkbox"/> Spezielle Methoden	<input type="checkbox"/> Konsolidierung <input type="checkbox"/> Evaluation <input type="checkbox"/> Empirische Forschung	<input type="checkbox"/> Praktische Konsequenzen verschiedener Paradigmen <input type="checkbox"/> Verständnis für Modellierungshandlungen <input type="checkbox"/> Verbesserte Werkzeugunterstützung

Bild 4: Referenzmodellierungsforschung

8 Abschließende Bemerkungen

Referenzmodellierung ist ein vielschichtiges Forschungsfeld der Wirtschaftsinformatik (Bild 4). Vorherrschendes Erkenntnisinteresse vorliegender Arbeiten ist die Konstruktion *theoretischer* Ansätze. *Empirische* Forschungsarbeiten sind die Ausnahme. Die breite Kluft zwischen theoretischer und empirischer Forschung in einer *Realwissenschaft* ist aus Sicht der Autoren *bedenklich*. Eine empirische Forschung kann wertvolle Beiträge und Impulse liefern, um die Ergebnisse theoretischer Ansätze zu kontrollieren und den oft unterschwellig erhobenen Vorwurf der Beliebigkeit der Forschungsergebnisse zu entkräften. Ähnliche Diskrepanzen zwischen theoretischer und empirischer Forschung wurden

vor einigen Jahren innerhalb der Informatik diagnostiziert [TLPH95]. Dort sind inzwischen eine Reihe von Arbeiten entstanden, welche die Referenzmodellierungsforschung befruchten könnten [JuMo01; PUTB01].

Eine empirische Forschungsstrategie ist kein leichtes Unterfangen. Der empirische Gehalt vieler theoretischer Aussagen ist unklar und wäre detaillierter zu überprüfen. Vermutlich ist dieser Weg schwierig, wenn er überhaupt möglich ist. Indes ist es nicht zwingend notwendig, Referenzmodelle ausschließlich dem wissenschaftstheoretischen Status *nomologischer* Hypothesen zuzusprechen, die bspw. einer Falsifikation zu unterziehen wären. Vielmehr könnten Referenzmodelle ebenso als *Techniken* oder *Normen* – beide Begriffe im wissenschaftstheoretischen Sinne verstanden – gedeutet werden. Empirische Untersuchungen könnten dann der Frage nachgehen, welche Wirkungen und *Nebenwirkungen* der Einsatz und die Verwendung dieser Techniken und Normen in der Praxis *tatsächlich* ausüben. Diese Untersuchungen könnten ökonomische und technische aber auch soziale, psychologische, humanistische u. a. Wirkungsfaktoren der Referenzmodellierung in der Praxis gleichermaßen berücksichtigen.

Ebenso erscheint es notwendig, *langfristige* Ziele der Referenzmodellierung zu reflektieren: Der Einsatz von Informationstechnik unterstützt nicht nur gegebene Abläufe, sondern ermöglicht die Gestaltung neuer betrieblicher Realitäten [Sche81]. Für die Referenzmodellierungsforschung ist es als wissenschaftliche Disziplin nicht ausschließlich interessant, die kurz- bis mittelfristig gegebenen wirtschaftlichen Verhältnisse in Referenzmodellen zu erfassen („best practices“), da dieses Vorgehen letztlich einer Zementierung des Status Quo entspricht. Vielmehr erscheint es vor dem Hintergrund der Verfügbarkeit moderner Informationstechniken vielversprechend, neue Entwürfe, Techniken und Normen für *potenzielle* wirtschaftliche Realitäten („Utopien“) vorzuschlagen und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, Realisierbarkeit und Akzeptanz zu prüfen (analoge Überlegungen formuliert Albert für die Jurisprudenz [Albe78, 60-86]). Derartige Forschungsstrategien erfordern es, Leitbilder, Weltanschauungen und Wertepräferenzen des Modellierungsträgers offen zu legen und einer kritischen Diskussion zu unterziehen.

Anhang: Referenzmodellkatalog

Nr.	Name	Primärliteratur (Sekundärlit.)	Modellierungsträger
1	Aachener PPS-Modell	[Lucz98]	Autorenteam
2	Baan-Referenzmodell	[Voor98]	Baan
3	ECO-Integral	[Krcm02; KDFS00]	Autorenteam
4	Enterprise Modeling for E-Commerce Referenzmodell (ECOMOD)	[Fran00; Fran01; Fran02]	Autorenteam
5	Handels-H-Modell	[BeSc96]	Autorenteam
6	Information Technology Infrastructure Library (ITIL)	[(HoHu03)]	Office of Government Commerce
7	Konstruktionsmuster nach Speck	[Spec01, 228-248]	Autor
8	OMG Common Warehouse Metamodel (CWM)	[OMG03]	Object Management Group
9	PROMET I-NET-Referenzmodell	[KBVÖ99]	Autorenteam
10	Prozessrahmenwerk der Siemens AG	[Rohl02]	Siemens AG
11	Referenzmodell nach Warnecke et al.	[WaGS98]	Autorenteam
12	Referenzmodell nach Bauer	[Baue98]	Autor
13	Referenzmodell nach Brettschneider	[Brett99]	Autor
14	Referenzmodell nach Buchwalter	[Buch02] ([BuBZ02])	Autorin
15	Referenzmodell nach Gerber/Mai	[GeMa02]	Autorenteam
16	Referenzmodell nach Haas et al.	[HaAH03]	Autorenteam
17	Referenzmodell nach Herrmann	[Herr02]	Autor
18	Referenzmodell nach Hoffmann	[Hoff99]	Autor
19	Referenzmodell nach Kees	[Kees98]	Autor
20	Referenzmodell nach Kluger	[Klug99]	Autor
21	Referenzmodell nach Krömker	[Kröm00]	Autor
22	Referenzmodell nach Neumann	[Neum03]	Autor

Nr.	Name	Primärliteratur (Sekundärlit.)	Modellierungsträger
23	Referenzmodell nach Ohlendorf	[Ohle98]	Autor
24	Referenzmodell nach Pumpe	[Pump00]	Autor
25	Referenzmodell nach Ruffer	[Ruff99]	Autor
26	Referenzmodell nach Schaich	[Scha00]	Autor
27	Referenzmodell nach Schildheuer	[Schi98]	Autor
28	Referenzmodell nach Schlagheck	[Schl00]	Autor
29	Referenzmodell nach Schlögl	[Schl00]	Autor
30	Referenzmodell nach Schwegmann	[Schw99]	Autor
31	Referenzmodell nach Simoneit	[Simo98]	Autorin
32	Referenzmodell nach Tzouvaras	[Tzou03] ([TzHe02; TzSH02; ScTz03]) ARIS für R/3 der IDS Scheer AG [KeTe98]	Autor
33	SAP R/3-Referenzmodell	([Bih97])	SAP AG
34	Sparkassenorganisation (SKO)- Referenzmodell	[GeHK99; Eise02; GeMü99]	Informationszentrum der Sparkassenorganisation GmbH (SIZ)
35	Supply Chain Operations Reference Model (SCOR-Modell)	[SCOR03]([Step01; HoMe02;HuSW04])	Supply Chain Council Inc. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
36	Versicherungsarchitektur (VAA)	[GDV00]	V.
37	Referenzmodell nach Mertens/Griese	[Mert00; MeGr00]	Autor
38	Y-CIM-Modell	[Sche97]	Autor

Nr.	Zugang	Werkzeug- unterstüt- zung	Ausdifferen- zierung	Domäne
1	geschlossen	ja	Institution	PPS-Systeme
2	geschlossen	ja	sonstige	k. A.
3	offen	nein	Funktion	Betrieblicher Umweltschutz
4	beschränkt	k. A.	sonstige	Internet-Handelsplattformen
5	offen	nein	Institution	Unternehmen, die Handelsfunktionen ausführen
6	beschränkt	nein	Funktion	IT-Management
7	offen	nein	sonstige	offen
8	offen	nein	sonstige	Data Warehousing
9	geschlossen	nein	sonstige	Intranet-Konzeption
10	geschlossen	k. A.	sonstige	Bebauung der IuK-Landschaft
11	geschlossen	k. A.	Funktion	Wissensmanagement
12	offen	ja	Institution	Masseninformationssystemen bei Banken
13	offen	nein	sonstige	Betrieblicher Lernumgebungen Elektronische
14	offen	nein	Funktion	Ausschreibungssysteme in der Beschaffung
15	geschlossen	ja	Institution	Filialgeschäft von Banken E-Learning-Prozesse in
16	geschlossen	k. A.	Funktion	Unternehmen Verlässlichkeitsanforderungen für
17	offen	k. A.	sonstige	Geschäftsprozesse
18	offen	nein	Funktion	Qualitätsinformationssystem
19	beschränkt	ja	Institution	PPS fahrzeuggestützte
20	beschränkt	ja	Funktion	Transportsysteme
21	offen	k. A.	Institution	Erstellung von Angeboten für Unikate und Kleinserien
22	offen	nein	Funktion	Technisches Facility Management

Nr.	Zugang	Werkzeug- unterstüt- zung	Ausdifferen- zierung	Domäne
23	offen	nein	Funktion	Produktionsplanung und - steuerung, Kostenrechnung, Personalwirtschaft
24	offen	nein	Institution	Seehafen-Containerterminal
25	offen	nein	Institution	Erstversicherungsunternehmen am Beispiel der Lebensversicherungsbranche
26	offen	k. A.	Institution	Produktionsmaschinen
27	offen	nein	Funktion	Qualitätsinformationssystem
28	offen	nein	Funktion	Controlling
29	offen	k. A.	Institution	Fertigungssimulation
30	offen	nein	Funktion	Lagerverwaltung
31	offen	nein	Institution	Universitätsklinik
32	offen	nein	Institution	Leistungsprozesse in Buchverlagen
33	beschränkt	ja	sonstige	k. A.
34	geschlossen	ja	Institution	Sparkassen
35	beschränkt	ja	sonstige	Supply Chain Management
36	beschränkt	ja	Institution	Versicherung
37	offen	nein	Institution	Industriebetrieb
38	offen	nein	Institution	Industriebetrieb

Nr.	Sprache(n)	Ordnungs- rahmen	Anzahl Diagramme	Anzahl Sichten	Struktur- bezogene Größe
1	Aufgaben-, Funktions-, Prozess-, Daten- und Objektmodell	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
2	Funktions-, Prozess-, Organisationsmodell	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
3	Funktionsbaum, EPK, ERM	ja	100*	3	190*
4	MEMO	k. A.	k. A.	k. A.	100
5	ERM, EPK, Funktionsbaum	ja	100*	3	800*
6	verbal	ja	k. A.	k. A.	k. A.
7	ERM, Fachbegriffsmodell	nein	14	2	70*
8	UML Pakete, Klassendiagramme	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
9	Prozessmodell	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
10	graphisch und verbal	ja	k. A.	k. A.	k. A.
11	Prozess- und Objektmodell	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
12	World Wide Web Design Technique (W3DT)	nein	3	1	-
13	OMT	nein	k. A.	k. A.	k. A.
14	Wertschöpfungs- und Aufgabenkettendiagramme	nein	16	2	-
15	Klassendiagramme, Prozesshierarchiediagramme	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
16	ERM, EPK	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
17	UML	nein	k. A.	k. A.	k. A.
18	OMT	nein	k. A.	k. A.	k. A.
19	UML, ERM	nein	k. A.	k. A.	k. A.
20	Prozess- und Datenmodell	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
21	IDEF0	nein	16	1	-
22	Wertschöpfungsketten, EPK, ERM	nein	50	3	220*

Nr.	Sprache(n)	Ordnungs- rahmen	Anzahl Diagramme	Anzahl Sichten	Struktur- bezogene Größe
23	OOA/OOD nach Coad/Yourdon	nein	1	1	100
24	EPK, Klassendiagramme	nein	19	2	140*
25	SOM	nein	8	3	10
26	UML	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
27	OMT	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
28	UML	nein	20	2	70*
29	ERM	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
30	UML, EPK	nein	16	2	60*
31	OOA/OOD nach Coad/Yourdon	nein	10	3	60*
32	UML	ja	32	2	230*
33	ERM, EPK, Funktionsbaum	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
34	Funktionsbaum, EPK, ERM	ja	k. A.	k. A.	600*
35	graphisch und verbal	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
36	ERM, Funktionsbaum, UML	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
37	Funktionsbaum, EPK, ERM	nein	1	1	-
38	ERM, EPK, Funktionsbaum, VKD	ja	450*	4	400*

Nr.	Funktions- bezogene Größe	Prozess- bezogene Größe	Konstruktions- methode	Evaluation / intersubj. prüfbar
1	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
2	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
3	160*	230*	Fallstudien	Fallstudien / nein Prototyp, kritische Argumentation / z. T.
4	k. A.	k. A.	k. A.	
5	300*	1500*	k. A.	k. A.
6	k. A.	k. A.	k. A.	Befragung [TaPr03] / ja
7	-	-	k. A.	Gedankenexperiment / z. T.
8	k. A.	k. A.	k. A.	[MeSH03] / z. T.
9	k. A.	k. A.	k. A.	Fallstudie / z. T.
10	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
11	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
12	-	-	nicht expliziert, Grundlage ist Literaturstudium	in Planung (S. 215) exemplarische Anwendung / z. T.
13	k. A.	k. A.	k. A.	
14	-	130	Analyse bestehender Systeme	Prototyp / z. T.
15	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
16	k. A.	k. A.	Fallbeispiele Vorgehensmodell	Empirische Prüfung ist angedacht
17	k. A.	k. A.	nach Schütte	k. A.
18	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
19	k. A.	k. A.	k. A.	Fallstudie / z. T.
20	k. A.	k. A.	in Anlehnung an VDI 2222	Prototypische Anwendung
21	30	-	Ist-Erhebung und Schwachstellenanalys e	Reale Implementierung dreier Fälle
22		210*	Analyse bestehender Referenzmodelle	Gedankenexperiment / ja

Nr.	Funktions- bezogene Größe	Prozess- bezogene Größe	Konstruktions- methode	Evaluation / intersubj. prüfbar
23	-	-	Vorgehensmodell	k. A.
24	40*	50*	empirisch	Ad-hoc-Bewertung / z. T.
25	-	-	deduktiv OOA nach Heider	Modellvergleich in der Praxis (Vorschlag)
26	k. A.	k. A.	Balzert	exemplarische Anwendung
27	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
28	90*	-	Vorgehensmodell	Prototyp / z. T. exemplarische Anwendung
29	k. A.	k. A.	k. A.	
30	50*	80*	Vorgehensmodell	Ad-hoc-Bewertung / z. T.
31	-	-	k. A.	Kennzahlenbasierte Evaluationsmethode (Vorschlag)
32	180*	-	Vorgehensmodell	zwei Fallstudien / z. T.
33	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
34	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
35	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
36	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
37	240*	-	k. A.	k. A.
38	180*	300*	k. A.	k. A.

Nr.	Anwendungs- methode(n)	Wiederverwendung und Anpassung	Anzahl Anwen- dungen / inter- subj. prüfbar
1	k. A.	k. A.	mehrfach / nein
2	k. A.	k. A.	k. A.
3	Vorgehensmodell	k. A.	3 / nein
4	k. A.	k. A.	k. A.
5	Vorgehensmodell zur Entwicklung einer Informationsstrategie	Varianten	k. A. lt. [TaPr03] vielfach angewendet / nein
6	k. A.	k. A.	k. A.
7	k. A.	Varianten und Typologie	k. A.
8	k. A.	k. A.	k. A.
9	PROMET-ähnliches Vorgehensmodell	k. A.	k. A.
10	Vorgehensmodell zur Bebauung der I+K- Landschaft	k. A.	echter Einsatz / nein
11	Vorgehensmodell	k. A.	k. A.
12	k. A.	k. A.	k. A.
13	k. A.	k. A.	k. A.
14	k. A.	k. A.	k. A.
15	k. A.	k. A.	k. A.
16	k. A.	k. A.	k. A. 0 (S. 200) / nein
17	k. A.	k. A.	k. A.
18	k. A.	k. A.	echter Einsatz / nein
19	k. A.	k. A.	k. A.
20	Vorgehensmodell	k. A.	1 / z. T.
21	Vorgehensmodell zur Einführung	k. A. z. T.	3 / ja
22	k. A.	Prozesserweiterungen	k. A.

Nr.	Anwendungsmethode(n)	Wiederverwendung und Anpassung	Anzahl Anwendungen / inter-subj. prüfbar
23	Vorgehensmodell	k. A.	k. A.
24	k. A.	k. A.	k. A.
25	k. A.	k. A.	k. A.
26	k. A.	k. A.	k. A.
27	Vorgehensmodell zur Einführung von Qualitätsinformationssystemen	k. A.	k. A.
28	Vorgehensmodell	Modellspezialisierung, Build-Time-Operatoren	k. A.
29	k. A.	k. A.	k. A.
30	Vorgehensmodell	Modellspezialisierung und Build-Time-Operatoren	k. A.
31	Vorgehensmodell für das Informationsmanagement im Krankenhaus	k. A.	k. A.
32	k. A.	Build-Time-Operatoren	k. A.
33	[KeLC99; LiKe98; CuKe99]	k. A.	k. A.
34	Vorgehensmodell	Modellierungsebene, Spezialisierung	lt. [Eise02] 30 / nein
35	k. A.	Spezialisierung	mehrfach
36	k. A.	k. A.	k. A.
37	k. A.	k. A.	k. A.
38	k. A.	k. A.	lt. [Sche04, 12] vielfach / nein

Legende: * Zahl ist geschätzt

Literaturverzeichnis

- [Albe78] *Albert, Hans*: Traktat über rationale Praxis. Tübingen 1978.
- [Alde91] *Alderson, Albert*: Meta-CASE Technology. In: *Albert Endres; H. Weber (Hrsg.)*: Software Development Environments and CASE Technology - European Symposium, Königswinter, June 17-19, 1991, Proceedings. Berlin et al. 1991, S. 81-91.
- [AIEG02] *Allisat, Jean; Esswein, Werner; Greiffenberg, Steffen*: Ein Schichtendiagramm zur dreidimensionalen Modellrepräsentation. In: *Elmar J. Sinz; Markus Plaha (Hrsg.)*: Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS 2002 - Proceedings der Tagung MobIS 2002 im Rahmen der Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2002) vom 9. bis 11. September 2002, 10. September 2002 in Nürnberg. Bonn 2002, S. 53-68.
- [Ambe99] *Amberg, Michael*: Prozeßorientierte betriebliche Informationssysteme: Methoden, Vorgehen und Werkzeuge zu ihrer effizienten Entwicklung. Berlin et al. 1999.
- [BADK02] *Becker, Jörg; Algermissen, Lars; Delfmann, Patrick; Knackstedt, Ralf*: Referenzmodellierung. In: *WISU 31 (2002) 11*, S. 1392-1395.
- [BaMa95] *Batra, Dinesh; Marakas, George M.*: Conceptual data modelling in theory and practice. In: *European Journal of Information Systems 4 (1995)*, S. 185-193.
- [Baue98] *Bauer, Christian*: Internet und WWW für Banken - Inhalte, Infrastrukturen und Erfolgsstrategien. Wiesbaden 1998.
- [BDKK02] *Becker, Jörg; Delfmann, Patrick; Knackstedt, Ralf; Kuropka, Dominik*: Konfigurative Referenzmodellierung. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002, S. 25-144.
- [Beck00] *Becker, Jörg; Holten, Roland; Knackstedt, Ralf; Schütte, Reinhard*: Referenz-Informationsmodellierung. In: *Freimut Bodendorf; Manfred Grauer (Hrsg.)*: Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000. Aachen 2000, S. 86-109.
- [BeDK02] *Becker, Jörg; Delfmann, Patrick; Knackstedt, Ralf*: Eine Modellierungstechnik für die konfigurative Referenzmodellierung. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Modelle - Erfahrungen. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Nr. 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 35-79.
- [BeDK04] *Becker, Jörg; Delfmann, Patrick; Knackstedt, Ralf*: Adaption fachkonzeptioneller Referenzprozessmodelle. In: *Industrie Management 20 (2004) 1*, S. 19-22.
- [BeES98] *Becker, Jörg; Ehlers, Lars; Schütte, Reinhard*: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung - Konzeption, Vorgehensmodell, technische Realisierung, Nutzen. In: *Projekträger des BMBF beim DLR (Hrsg.)*: Tagungsband zur Statustagung des BMBF. Softwaretechnologie. 1998, S. 63-93.
- [BeKn03] *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf*: Konstruktion und Anwendung fachkonzeptioneller Referenzmodelle im Data Warehousing. In: *Wolfgang Uhr; Werner Esswein; Eric Schoop (Hrsg.)*: Wirtschaftsinformatik 2003/Band II - Medien - Märkte - Mobilität. Heidelberg 2003, S. 415-433.
- [BeNK04] *Becker, Jörg; Niehaves, Björn; Knackstedt, Ralf*: Epistemologische Grundlagen der Referenzmodellierung - Ein konsensorientierter Ansatz (im Druck). In: *Jörg Becker; Björn Niehaves (Hrsg.)*: Referenzmodellierung - Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendungen. Berlin et al. 2004.
- [BeRS95] *Becker, Jörg; Rosemann, Michael; Schütte, Reinhard*: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: *Wirtschaftsinformatik 37 (1995) 5*, S. 435-445.
- [BeSc04] *Becker, Jörg; Schütte, Reinhard*: Handelsinformationssysteme - Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 2. Aufl., Frankfurt a. M. 2004.
- [BeSc96] *Becker, Jörg; Schütte, Reinhard*: Handelsinformationssysteme. Landsberg/Lech 1996.

- [BHKN03a] *Becker, Jörg; Holten, Roland; Knackstedt, Ralf; Niehaves, Björn*: Wissenschaftstheoretische Grundlagen und ihre Rolle für eine konsensorientierte Informationsmodellierung. WOWI. Koblenz 2003.
- [BHKN03b] *Becker, Jörg; Holten, Roland; Knackstedt, Ralf; Niehaves, Björn*: Forschungsmethodische Positionierung in der Wirtschaftsinformatik - epistemologische, ontologische und linguistische Leitfragen -. Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster, Arbeitsbericht, Nr. 93. Münster 2003.
- [BiSe98] *Bihr, Heike; Seelos, Hans-Jürgen*: Entwicklung eines Referenzdatenmodells für Krankenhäuser. In: *Wirtschaftsinformatik* 39 (1997) 4, S. 367-371.
- [BKKD01] *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf; Kuropka, Dominik; Delfmann, Patrick*: Subjektivitätsmanagement für die Referenzmodellierung - Vorgehensmodell und Werkzeugkonzept. Proceedings zur Tagung IFM, COMTEC, KnowTech. Dresden, 1.-3. November 2001. 2001.
- [BKSW99] *Becker, Jörg; König, Wolfgang; Schütte, Reinhard; Wendt, Oliver; Zelewski, Stephan*: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie - Bestandsaufnahme und Perspektiven. Wiesbaden 1999.
- [BoDö02] *Bortz, Jürgen; Döring, Nicola*: Forschungsmethoden und Evaluation - für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Aufl., Berlin et al. 2002.
- [Brett99] *Brettschneider, Joachim*: Referenzmodelle für integrierte Lernumgebungen. Heimsheim 1999.
- [Brink96] *Brinkkemper, S.*: Method engineering: Engineering of information systems development methods and tools. In: *Information & Software Technology* 38 (1996) 4, S. 275-280.
- [Broc03] *Brocke vom, Jan*: Referenzmodellierung - Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Berlin 2003.
- [BuBZ02] *Buchwalter, Jana; Brenner, Walter; Zarnekow, Rüdiger*: Referenzprozesse für elektronische Ausschreibungen aus Sicht des industriellen Einkaufs. In: *Wirtschaftsinformatik* 44 (2002) 2, S. 345-353.
- [Buch02] *Buchwalter, Jana*: Elektronische Ausschreibungen in der Beschaffung - Referenzprozeßmodell und prototypische Realisierung. Lohmar, Köln 2002.
- [CAFP99] *Castano, S.; Antonellis de, V.; Fugini, M. G.; Pernici, B.*: Conceptual Schema Analysis: Techniques and Applications. In: *ACM Transactions on Database Systems* 23 (1999) 3, S. 286-333.
- [Chmi94] *Chmielewicz, Klaus*: Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft. 3. Aufl., Stuttgart 1994.
- [Conr02] *Conrad, Stefan*: Schemaintegration - Integrationskonflikte, Lösungsansätze, aktuelle Herausforderungen. In: *Informatik - Forschung und Entwicklung* 17 (2002), S. 101-111.
- [CzEi00] *Czarnecki, Krzysztof; Eisenecker, Ulrich W.*: Generative Programming - Methods, Tools, and Applications. Boston et al. 2000.
- [DaGR03] *Davies, Islay; Green, Peter; Rosemann, Michael*: Conceptual Modelling in Practice - Myth or Reality? In: *Johann Eder; Tatjana Welzer (Hrsg.): The 15th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE '03), Klagenfurt/Velden, Austria, 16-20 June, 2003, CAiSE Forum, Short Paper Proceedings, Information Systems for a Connected Society. CEUR Workshop Proceedings 74 Technical University of Aachen (RWTH) 2003. Aachen 2003, S. 165-168.*
- [DaSh96] *Darke, Peta; Shanks, Graeme*: Stakeholder Viewpoints in Requirements Engineering: A Framework for Understanding Viewpoint Development Approaches. In: *Requirements Engineering* 1 (1996), S. 88-105.
- [Davi00] *Davis, Rob*: Business Process Modelling With ARIS: A Practical Guide. 2000.
- [EGKG02] *Esswein, Werner; Greiffenberg, Steffen; Kluge, Christian*: Konfigurationsmanagement von Modellen. In: *Elmar J. Sinz; Markus Plaha (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS 2002 - Proceedings der Tagung MobIS 2002 im Rahmen der Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2002) vom 9. bis 11. September 2002, 10. September 2002 in Nürnberg. Bonn 2002, S. 93-112.*
- [Eise02] *Eisenreich, Annett*: Das SKO-Datenmodell - ein Referenzmodell für die Sparkassenorganisation. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.): Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Mod-*

- elle - Erfahrungen. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Nr. 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 121-132.
- [Endr04] *Endres, Albert*: Der Informationsbegriff - eine informatikorientierte Annäherung. In: *Informatik - Forschung und Entwicklung* 18 (2004), S. 88-98.
- [Erze01] *Erzen, Kristijan*: Ein Referenzmodell für die überbetriebliche Auftragsabwicklung in textilen Lieferketten. Aachen 2001.
- [FeLo01] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Der Referenzmodellkatalog - Ein Instrument des Wissensmanagement. Referenzmodellierung, Dresden, Deutschland, 2. November 2001, Tagungsband. (CD-ROM). Dresden 2001.
- [FeLo02a] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Methoden zur Wiederverwendung von Referenzmodellen - Übersicht und Taxonomie. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.): Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Modelle - Erfahrungen. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Nr. 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 9-33.*
- [FeLo02b] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Der Referenzmodellkatalog als Instrument des Wissensmanagements - Methodik und Anwendung. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002, S. 3-24.*
- [FeLo03a] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Classification of reference models - a methodology and its application. In: *Information Systems and e-Business Management* 1 (2003) 1, S. 35-53.
- [FeLo03b] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Referenzmodelle für das E-Business. In: *Wilhelm Dangelmaier; T. Gajewski; C. Kösters (Hrsg.): Innovationen im E-Business. Paderborn 2003, S. 29-36.*
- [FeLo03c] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Ontologische Evaluierung von Referenzmodellen - Methode und Anwendungen. In: *Elmar J. Sinz; Markus Plaha; Peter Neckel (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS 2003 - Proceedings der Tagung MobIS 2003, 9. bis 10. Oktober 2003 in Bamberg. Bonn 2003, S. 155-173.*
- [FeLo03d] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Model Driven Architecture (MDA). In: *Wirtschaftsinformatik* 45 (2003) 5, S. 555-559.
- [FeLo03e] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Multiperspective Evaluation of Reference Models - Towards a Framework. In: *Manfred A. Jeusfeld; Óscar Pastor (Hrsg.): Conceptual Modeling for Novel Application Domains - ER 2003 Workshops ECOMO, IWCMQ, AOIS, and XSDM, Chicago, IL, USA, October 13, 2003. Berlin et al. 2003, S. 80-91.*
- [FeLo04] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Referenzmodelle für den Handel. In: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 235 (2004), S. 15-25.
- [FeLP04] *Fettke, Peter; Loos, Peter; Pastor, Kai*: GenGraph: A Multi-Grammar and Multi-Perspective Business Modeling Tool - Overview on Conceptualization and Implementation. In: *Michael Rebstock (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS 2004 - Proceedings der Tagung MobIS 2004 im Rahmen der Multi-Konferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI 2004) vom 9. bis 11. März 2004, 10.03.2004 in Essen, Germany. Bonn 2004, S. 79-90.*
- [FeLS03] *Fettke, Peter; Loos, Peter; Sarshar, Kamyar*: Vergleichende Buchbesprechung - Informationsmodellierung. In: *Wirtschaftsinformatik* 45 (2003) 6, S. 644-655.
- [FeYu00] *Fernandez, Eduardo B.; Yuan, Xiaohong*: Semantic Analysis Patterns. In: *Alveto H. F. Laender; Stephen W. Liddle; Veda C. Storey (Hrsg.): Conceptual Modeling - ER 2000 - 19th International Conference on Conceptual Modeling, Salt Lake City, Utah, USA, October 9-12, 2000 Proceedings. Berlin et al. 2000, S. 183-195.*
- [Fran00] *Frank, Ulrich*: Modelle als Evaluationsobjekt - Einführung und Grundlegung. In: *Lutz J. Heinrich; Irene Häntschel (Hrsg.): Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik - Handbuch für Praxis, Lehre und Forschung. München, Wien 2000, S. 339-352.*
- [Fran00] *Frank, Ulrich*: Entwurf eines Referenzmodells für Handelsplattformen im Internet. Tagungsband der Fachtagung KnowTech (CD-ROM). Leipzig 2000.
- [Fran01] *Frank, Ulrich*: A Conceptual Foundation for Versatile E-Commerce Platforms. In: *Journal of Electronic Commerce Research* 2 (2001) 2, S. 48-57.

- [Fran02a] *Frank, Ulrich*: Multi-perspective Enterprise Modeling (MEMO) - Conceptual Framework and Modeling Languages. Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on Systems Science (CD-ROM). Hawaii 2002.
- [Fran02b] *Frank, Ulrich*: Modeling Products for Versatile E-commerce Platforms - Essential Requirements and Generic Design Alternatives. In: *Hiroshi Arisawa; Yahiko Kambayashi; Vijay Kumar; Heinrich C. Mayr; Ingrid Hunt (Hrsg.)*: ER 2001 Workshops, HUMACS, DASWIS, ECOMO, and DAMA, Yokohama Japan, November 27-30, 2001, Revised Papers. Berlin et al. 2002, S. 444-456.
- [Fran03] *Frankel, David S.*: Model Driven Architecture - Applying MDA to Enterprise Computing. Indianapolis, Indiana, USA 2003.
- [Fran94] *Frank, Ulrich*: Multiperspektivische Unternehmensmodellierung - Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung. München et al. 1994.
- [Fran97a] *Frank, Ulrich*: Towards a Standardization of Object-Oriented Modelling Languages? Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Koblenz Landau, 3. Koblenz, Germany 1997.
- [Fran97b] *Frank, Ulrich*: Möglichkeiten und Grenzen einer objektorientierten Modellierungslehre. Tagungsband der STJIA'97. Erfurt 1997, S. 96-102.
- [Fran99b] *Frank, Ulrich*: Zur Verwendung formaler Sprachen in der Wirtschaftsinformatik: Notwendiges Merkmal eines wissenschaftlichen Anspruchs oder Ausdruck eines übertriebenen Szientismus? In: *Jörg Becker; Wolfgang König; Reinhard Schütte; Oliver Wendt; Stephan Zelenewski (Hrsg.)*: Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie - Bestandsaufnahme und Perspektiven. Wiesbaden 1999, S. 127-160.
- [FrHa96] *Frank, Ulrich; Halter, Sören*: Delegation: Eine sinnvolle Ergänzung gängiger objektorientierter Modellierungskonzepte. In: Informationssystem Architekturen - Wirtschaftsinformatik Rundbrief des GI-Fachausschusses 5.2 3 (1996) 1, S. 16-19.
- [FrLa03] *Frank, Ulrich; Laak van, Bodo L.*: Anforderungen an Sprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen. Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Koblenz Landau, Arbeitsbericht, Nr. 34. Koblenz 2003.
- [FrPr97] *Frank, Ulrich; Prasse, Michael*: Ein Bezugsrahmen zur Beurteilung objektorientierter Modellierungssprachen - veranschaulicht am Beispiel von OML und UML. Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Koblenz Landau, Arbeitsbericht, Nr. 6. Koblenz 1997.
- [GDV00] *Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (Hrsg.)*: Die Anwendungsarchitektur der deutschen Versicherungswirtschaft. <http://www.gdv-online.de/vaa/>, Abruf am: 2002-03-30. 2000.
- [GeHK99] *Gerber, Stefan; Hiestermann, Arno; Kittlaus, Hans-Bernd*: Management von Prozeßmodellen dezentraler BPR-Projekte mit Hilfe eines zentralen Referenzprozeßmodells. In: *August-Wilhelm Scheer; Markus Nüttgens (Hrsg.)*: Electronic Business Engineering - 4. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 1999. Heidelberg 1999, S. 375-395.
- [GeMa02] *Gerber, Stefan; Mai, André*: Ein Referenzmodell für das Filialgeschäft von Banken als betriebliche Wissensplattform. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002, S. 195-206.
- [Gemi00] *Gemino, Andrew C.*: Empirical Methods for Comparing System Analysis Modeling Techniques. PhD Thesis, University of British Columbia. Vancouver, Canada 2000.
- [GeMü99] *Gerber, Stefan; Müller-Luschnat, Günther*: Sind Referenzprozeßmodelle in der betrieblichen Praxis sinnvoll? - Ein Beispiel aus der Dienstleistungsbranche. In: *Jörg Desel; Klaus Pohl; Andy Schürr (Hrsg.)*: Modellierung '99 - Workshop der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), März 1999 in Karlsruhe. Stuttgart, Leipzig 1999, S. 27-42.
- [GeWa03] *Gemino, Andrew; Wand, Yair*: Evaluating Modeling Techniques Based On Models of Learning. In: Communications of the ACM 46 (2003) 10, S. 79-84.
- [GoLy82] *Goldkuhl, Göran; Lyytinen, Kalle*: A Language Action View of Information Systems. International Conference on Information Systems. 1982.
- [Grei03] *Greiffenberg, Steffen*: Methodenentwicklung. Dissertation, Technische Universität Dresden. Dresden 2003.

- [Groc74] *Grochla, Erwin*: Integrierte Gesamtmodelle der Datenverarbeitung - Entwicklung und Anwendung des Kölner Integrationsmodells (KIM). München, Wien 1974.
- [Grub95] *Gruber, Thomas R.*: Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 43 (1995), S. 907-928.
- [HaAH03] *Haas, Corinna; Ahlemann, Frederik; Hoppe, Uwe*: Organisationale Integration von E-Learning in Unternehmen - ein Referenz-Informationsmodell. In: *Wolfgang Uhr; Werner Esswein; Eric Schoop (Hrsg.)*: *Wirtschaftsinformatik 2003/Band I - Medien - Märkte - Mobilität*. Heidelberg 2003, S. 707-726.
- [Hamm99] *Hammel, Christoph*: *Generische Spezifikation betrieblicher Anwendungssysteme*. Aachen 1999.
- [Hars94] *Hars, Alexander*: *Referenzdatenmodelle - Grundlagen effizienter Datenmodellierung*. Wiesbaden 1994.
- [Hars99] *Hars, Alexander*: *Infrastructures for the management of scientific knowledge - An investigation into the impact of information technology on the creation, integration and dissemination of scientific knowledge*. Habil.-Schr., Universität Saarbrücken. Saarbrücken 1999.
- [Hay03] *Hay, David C.*: *Requirements Analysis - From Business Views to Architectures*. Upper Saddle River, NJ, USA 2003.
- [Herr02] *Herrmann, Gaby*: *Verlässlichkeit von Geschäftsprozessen: konzeptionelle Modellbildung und Realisierungsrahmen*. Berlin 2002.
- [HiKL95] *Hirschheim, Rudy; Klein, Heinz K.; Lyytinen, Kalle*: *Information Systems Development and Data Modeling - Conceptual and Philosophical Foundations*. Cambridge 1995.
- [Hoer92] *Hoerster, Norbert*. In: *Helmut Seiffert; Gerard Radnitzky (Hrsg.)*: *Handlexikon der Wissenschaftstheorie*. München 1992, S. 231-234.
- [Hoff99] *Hoffmann, Wolfgang*: *Objektorientiertes Qualitätsinformationssystem - Referenzmodell und Realisierungsansätze*. Wiesbaden 1999.
- [HoHu03] *Hochstein, Axel; Hunziker, Andreas*: *Serviceorientierte Referenzmodelle des IT-Managements*. In: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik* 231 (2003).
- [Holt03] *Holten, Roland*: *Integration von Informationssystemen - Theorie und Anwendung im Supply Chain Management*. Habil.-Schr., Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Münster 2003.
- [HoMe02] *Holten, Roland; Melchert, Florian*: *Das Supply Chain Operations Reference (SCOR)-Modell*. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: *Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Berlin et al. 2002, S. 207-226.
- [HoVe96] *Hofstede ter, A. H. M.; Verhoef, T. F.*: *Meta-CASE: Is the Game Worth The Candle?* In: *Information Systems Journal* 6 (1996), S. 41-68.
- [HPS99] *Han, Tae-Dong; Purao, Sandeep; Storey, Veda C.*: *A Methodology for Building a Repository of Object-Oriented Design Fragments*. In: *Jacky Akoka; Mokrane Bouzeghoub; Isabelle Comyn-Wattiau; Elisabeth Métais (Hrsg.)*: *Conceptual Modeling - ER '99 - 18th International Conference on Conceptual Modeling, Paris, France, November 15-18, 1999 Proceedings*. Berlin et al. 1999, S. 203-217.
- [HSW98a] *Hammel, Christoph; Schlitt, Michael; Wolf, Stefan*: *Pattern-basierte Konstruktion von Unternehmensmodellen*. In: *Informationssystem Architekturen - Wirtschaftsinformatik Rundbrief des GI-Fachausschusses* 5.2 5 (1998) 1, S. 22-37.
- [HSW98b] *Hammel, Christoph; Schlitt, Michael; Wolf, Stefan*: *Wiederverwendung in der Unternehmensmodellierung*. In: *Informationssystem Architekturen - Wirtschaftsinformatik Rundbrief des GI-Fachausschusses* 5.2 5 (1998) 2, S. 64-71.
- [HuSW04] *Huan, Samuel H.; Sheoran, Sunil K.; Wang, Ge*: *A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model*. In: *Supply Chain Management - An International Journal* 9 (2004) 1, S. 23-29.
- [IiHK98] *Iivari, Juhani; Hirschheim, Rudy; Klein, Heinz K.*: *A Paradigmatic Analysis Contrasting Information Systems Development Approaches and Methodologies*. In: *Information Systems Research* 9 (1998) 2, S. 164-193.

- [JoMe94] *Jost, Wolfram; Meinhardt, Stefan*: DV-gestützte SAP-Einführung mit dem R/3-Referenzmodell und dem ARIS-Toolset. In: *August-Wilhelm Scheer (Hrsg.): Rechnungswesen und EDV - 15. Saarbrücker Arbeitstagung 1994*. Heidelberg 1994, S. 521-551.
- [JuMo01] *Juristo, Natalia; Moreno, Ana M.*: Basics of Software Engineering Experimentation. Boston, Dordrecht, London 2001.
- [Kang90] *Kangassalo, H.*: Foundations of Conceptual Modelling: A Theory Construction View. In: *H. Kangassalo; S. Ohsuga; H. Jaakkola (Hrsg.): Information Modelling and Knowledge Bases*. Amsterdam 1990, S. 19-35.
- [KBVÖ99] *Kaiser, Thomas M.; Bach, Volker; Vogler, Petra; Österle, Hubert*: Eine Methode für die Konzeption von Intranets. In: *HMD - Praxis der Wirtschaftsinformatik (1999) 209*, S. 94-104.
- [KDFS00] *Krcmar, Helmut; Dold, Georg; Fischer, Helmut; Strobel, Markus; Seifert, Eberhard K. (Hrsg.): Informationssysteme für das Umweltmanagement - Das Referenzmodell ECO-Integral*. München, Wien 2000.
- [Kees98] *Kees, Alexander*: Ein Verfahren zur objektorientierten Modellierung der Produktionsplanung und -steuerung. Aachen 1998.
- [KeLC99] *Keller, Gerhard; Lietschulte, Andreas; Curran, Thomas Aidan*: Business Engineering mit den R/3-Referenzmodellen. In: *August-Wilhelm Scheer; Markus Nüttgens (Hrsg.): Electronic Business Engineering - 4. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 1999*. Heidelberg 1999, S. 397-423.
- [KeMe94] *Keller, Gerhard; Meinhardt, S.*: DV-gestützte Beratung bei der SAP-Software-Einführung. In: *HMD 31 (1994) 115*, S. 74-88.
- [KeTe98] *Keller, Gerhard; Teufel, Thomas*: SAP R/3 prozeßorientiert anwenden - Iteratives Prozeß-Prototyping zur Bildung von Wertschöpfungsketten. Bonn et al. 1998.
- [KHHS93] *Kruse, Christian; Hars, Alexander; Heib, Ralf; Scheer, August-Wilhelm*: Ways of Utilizing Reference Models for Data Engineering in CIM. In: *International Journal of Flexible Automation and Integrated Manufacturing 1 (1993) 1*, S. 47-58.
- [KiFr03] *Kirchmer, Lutz; Frank, Ulrich*: Evaluierung von UML-Modellierungswerkzeugen. In: *OBJEKTSpektrum (2003) 1*, S. 45-51.
- [Kind03] *Kindler, Ekkart*: On the semantics of EPCs: A framework for resolving the vicious circle - Extended abstract. In: *Markus Nüttgens; Frank J. Rump (Hrsg.): EPK 2003 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, 2. Workshop der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)"*, 8. Oktober 2003 in Bamberg. Bamberg 2003, S. 7-18.
- [Kind04] *Kindler, Ekkart*: On the Semantics of EPCs: A Framework for Resolving the Vicious Circle. In: *Jörg Desel; Barbara Pernici; Mathias Weske (Hrsg.): Business Process Management: Second International Conference, BPM 2004, Potsdam, Germany, June 17-18, 2004*. Berlin et al. 2004, S. 82-97.
- [KILy92] *Klein, Heinz K.; Lyytinen, Kalle*: Towards a New Understanding of Data Modelling. In: *Christiane Floyd; Heinz Züllighoven; Reinhard Budde; Reinhard Keil-Slawik (Hrsg.): Software Development and Reality Construction*. Berlin et al. 1992, S. 203-219.
- [KISz97] *Klein, Stefan; Szyperski, Norbert*: Referenzmodell zum Electronic Commerce. <http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/szyperski/veroeffentlichungen/electronic-commerce.htm>, Abruf am 11-20.
- [Klug99] *Kluger, Michael A.*: Beitrag zur effizienten Anwendung der dynamischen Unternehmensmodellierung. Dortmund 1999.
- [KIWB03] *Kleppe, Anneke; Warmer, Jos; Bast, Wim*: MDA Explained: The Model Driven Architecture: Practice and Promise. Boston et al. 2003.
- [Knac01] *Knackstedt, Ralf*: Konfigurative Referenzmodelle als Instrumente des Wissensmanagements bei der Data-Warehouse-Entwicklung. In: *Hans-Peter Schnurr; Steffen Staab; Rudi Studer; Gerd Stumme; York Sure (Hrsg.): Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen - Beiträge der 1. Konferenz Professionelles Wissensmanagement - Erfahrungen und Visionen - Baden-Baden, 14.-16. März 2001*. Aachen 2001, S. 113-128.

- [Knob03] *Knoblauch, Hubert*: Transkription. In: *Ralf Bohnsack; Winfried Marotzki; Michael Meuser (Hrsg.): Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung*. Opladen 2003, S. 159-160.
- [Kram99] *Krampe, Dirk*: Wiederverwendung von Informationssystementwürfen - Ein fallbasiertes werkzeuggestütztes Ablaufmodell. Wiesbaden 1999.
- [Krcm02] *Krcmar, Helmut*: Referenzmodelle für Informationssysteme im Umweltbereich - von der Modellierung in EcoIntegral zur Umsetzung in EcoRapid. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.): Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Modelle - Erfahrungen*. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Nr. 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 133-149.
- [KrGM99] *Krallmann, Hermann; Gu, Feng; Mitritz, Arno*: ProVision^{3D} - Eine Virtual Reality Workbench zur Modellierung, Kontrolle und Steuerung von Geschäftsprozessen im virtuellen Raum. In: *Wirtschaftsinformatik 41 (1999) 1*, S. 48-57.
- [Kröm00] *Krömker, Mathias*: Werkzeug zur durchgängigen Systemunterstützung der Angebotserstellung in der Unikat- und Kleinserienfertigung. Aachen 2000.
- [Krus96] *Kruse, Christian*: Referenzmodellgestütztes Geschäftsprozeßmanagement - Ein Ansatz zur prozeßorientierten Gestaltung vertriebslogistischer Systeme. Wiesbaden 1996.
- [Lang97] *Lang, Klaus*: Gestaltung von Geschäftsprozessen mit Referenzprozeßbausteinen. Wiesbaden 1997.
- [Lein00] *Leinenbach, Stefan*: Interaktive Geschäftsprozessmodellierung - Dokumentation von Prozesswissen in einer Virtual-Reality-gestützten Unternehmungsvisualisierung. Wiesbaden 2000.
- [LeSe99] *Leinenbach, Stefan; Seel, Christian; Scheer, August-Wilhelm*: Interaktive Geschäftsprozessmodellierung - Prozesswissen in virtuellen Welten spielerisch beschreiben. In: *Information Management & Consulting 14 (1999) 3*, S. 53-58.
- [LiKe98] *Lietschulte, Andreas; Keller, Gerhard*: Modellgestützte R/3 Einführung. In: *Jörg Becker; Walter Eversheim; Holger Luczak; Peter Mertens (Hrsg.): Referenzmodellierung '98 - Anwendungsfelder in Theorie und Praxis*, 14. Juli 1998, RWTH Aachen. Aachen 1998, S. 5-1 bis 5-8.
- [LoKS96] *Loos, Peter; Keitzel, O.; Scheer, August-Wilhelm*: Adaptable Information Systems by Generic Structures. In: *A. Sen; G. Ernst (Hrsg.): Proceedings of the Sixth Workshop on Information Technologies and Systems - WITS'96 (Cleveland, Ohio, December 14-15, 1996)*. 1996, S. 258-267.
- [Loos95] *Loos, Peter*: Generic Structures - An Approach To Achieve Adaptable Information Systems. In: *G. Doukidis; R. Galliers; T. Jelassi; H. Krcmar; F. Land (Hrsg.): Proceedings of the Third European Conference on Information Systems (ECIS'95, Athens, June 1-3, 1995)*. 1995, S. 971-978.
- [Loos96] *Loos, Peter*: Geschäftsprozeßadäquate Informationssystemadaption durch generische Strukturen. In: *Gottfried Vossen; Jörg Becker (Hrsg.): Geschäftsprozeßmodellierung und Workflow-Management - Modelle, Methoden, Werkzeuge*. Bonn et al. 1996, S. 163-175.
- [Lucz98] *Luczak, Holger*: Das Aachner PPS-Modell. In: *Jörg Becker; Walter Eversheim; Holger Luczak; Peter Mertens (Hrsg.): Referenzmodellierung '98 - Anwendungsfelder in Theorie und Praxis*, 14. Juli 1998, RWTH Aachen. Aachen 1998, S. 2-1 bis 2-9.
- [Lyyt87] *Lyytinen, Kalle*: Two Views on Information Modeling. In: *Information & Management 12 (1987)*, S. 9-19.
- [Mare95a] *Marent, Christian*: Branchenspezifische Referenzmodelle für betriebswirtschaftliche IV-Anwendungsbereiche. In: *Wirtschaftsinformatik 37 (1995) 3*, S. 303-313.
- [MäSS01] *Mädche, Alexander; Staab, Steffen; Studer, Rudi*: Ontologien. In: *Wirtschaftsinformatik 43 (2001) 4*, S. 393-396.
- [MeBe98] *Mertins, Kai; Bernus, Peter*: Reference Models. In: *Peter Bernus; Kai Mertins; Günter Schmidt (Hrsg.): Handbook on Architectures of Information Systems*. Berlin et al. 1998, S. 615-617.
- [MeGr00] *Mertens, Peter; Griese, Joachim*: Integrierte Informationsverarbeitung 2 - Planungs- und Kontrollsysteme in der Industrie. 9. Aufl., Wiesbaden 2002.

- [MeHo92] *Mertens, Peter; Holzner, Jochen*: Eine Gegenüberstellung von Integrationsansätzen der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik* 34 (1992) 1, S. 5-25.
- [Meis00] *Meise, Volker*: Ordnungsrahmen zur prozessorientierten Organisationsgestaltung - Modelle für das Management komplexer Reorganisationsprojekte. Hamburg 2001.
- [MeLo00] *Mertens, Peter; Lohmann, Michael*: Branche oder Betriebstyp als Klassifikationskriterien für die Standardsoftware der Zukunft? - Erste Überlegungen, wie künftig betriebswirtschaftliche Standardsoftware entstehen könnte. In: *Freimut Bodendorf; Manfred Grauer (Hrsg.):* Verbundtagung Wirtschaftsinformatik 2000. Aachen 2000, S. 110-136.
- [MeLo02] *Mertens, Peter; Lohmann, Michael*: Untersuchung von Branche und Betriebstyp als Klassifikationskriterium für Industrie- und angrenzende Dienstleistungsbetriebe (Teilprojekt 2 des Paketantrages "Betriebswirtschaftliche Referenz-Informationsmodelle im Dienstleistungsunternehmen"). Abschlussbericht zum DFG-Projekt mit Geschäftszeichen ME 241/21-1. Universität Erlangen-Nürnberg. Nürnberg 2002.
- [MeNü03] *Mendling, Jan; Nüttgens, Markus*: EPC Syntax Validation with XML Schema Languages. In: *Markus Nüttgens; Frank J. Rump (Hrsg.):* EPK 2003 - Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten, 2. Workshop der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) und Treffen ihres Arbeitskreises "Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (WI-EPK)", 8. Oktober 2003 in Bamberg. Bamberg 2003, S. 19-30.
- [MeNü04] *Mendling, Jan; Nüttgens, Markus*: XML-based Reference Modelling: Foundations of an EPC Markup Language (im Druck). In: *Jörg Becker; Patrick Delfmann (Hrsg.):* Referenzmodellierung - Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendung. Berlin et al. 2004, S. 51-72.
- [Mert00] *Mertens, Peter*: Integrierte Informationsverarbeitung 1 - Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie. 12. Aufl., Wiesbaden 2000.
- [Mert01] *Mertens, Peter*: Integrierte Informationsverarbeitung 1 - Operative Systeme in der Industrie. 13. Aufl., Wiesbaden 2001.
- [Ming01] *Mingers, John*: Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology. In: *Information Systems Research* 12 (2001) 3, S. 240-259.
- [MiZa03] *Mišić, Vojislav B.; Zhao, J. Leon*: Reference Models for Electronic Commerce. <http://www.bm.ust.hk/~zhao/HKDC-misiczhao.pdf>, Abruf am 2003-03-05.
- [MiZh00] *Mišić, Vojislav B.; Zhao, J. Leon*: Evaluating the Quality of Reference Models. In: *Alveto H. F. Laender; Stephen W. Liddle; Veda C. Storey (Hrsg.):* Conceptual Modeling - ER 2000 - 19th International Conference on Conceptual Modeling, Salt Lake City, Utah, USA, October 9-12, 2000 Proceedings. Berlin et al. 2000, S. 484-498.
- [NäAB04] *Näser, Peggy; Ackermann, Jörg; Baum, Heiko*: Das Sichtenkonzept als Modellierungssparadigma. In: *Industrie Management* 20 (2004) 1, S. 36-39.
- [Neum03] *Neumann, Stefan*: Workflow-Anwendungen in technischen Dienstleistungen - Eine Referenz-Architektur für die Koordination von Prozessen im Gebäude- und Anlagenmanagement. Berlin 2003.
- [NoCr99] *Norbotten, Joan C.; Crosby, Martha E.*: The effect of graphic style on data model interpretation. In: *Information Systems Journal* 9 (1999), S. 139-155.
- [Nonn94] *Nonnenmacher, Martin Georg*: Informationsmodellierung unter Nutzung von Referenzmodellen - Die Nutzung von Referenzmodellen zur Implementierung industriebetrieblicher Informationssysteme. Frankfurt a. M. et al. 1994.
- [Nütt03] *Nüttgens, Markus*: Werkzeuge zur Modellierung von Geschäftsprozessen. In: *WISU* (2003) 2, S. 229-237.
- [Nütt95] *Nüttgens, Markus*: Koordiniert-dezentrales Informationsmanagement - Rahmenkonzept, Koordinationsmodelle und Werkzeug-Shell. Wiesbaden 1995.
- [Ohle98] *Ohlendorf, Thomas*: Architektur betrieblicher Referenzmodellensysteme - Konzept und Spezifikation zur Gestaltung wiederverwendbarer Norm-Software-Bausteine für die Entwicklung betrieblicher Anwendungssysteme. Aachen 1998.
- [OMG03] *OMG*: Common Warehouse Metamodel (CWM) Specification, Version 1.1, formal/03-03-02. Needham, MA, USA 2003.

- [Opp02] *Opp, Karl-Dieter*: Methodologie der Sozialwissenschaften - Einführung in Probleme ihrer Theoriebildung und praktischen Anwendung. 5. Aufl., Wiesbaden 2002.
- [Ortn99a] *Ortner, Erich*: Repository Systems. Teil 1: Mehrstufigkeit und Entwicklungsumgebung. In: Informatik Spektrum 22 (1999) 4, S. 235-251.
- [Ortn99b] *Ortner, Erich*: Repository Systems. Teil 2: Aufbau und Betrieb eines Entwicklungsrepositoriums. In: Informatik Spektrum 22 (1999) 5, S. 351-363.
- [Poth78] *Poths, W.*: Erfahrungen der Praxis mit Beschreibungsmodellen (Integrierte Gesamtmodelle). In: Angewandte Informatik 20 (1978), S. 293-298.
- [Prio90] *Prieto-Díaz, Rubén*: Domain Analysis: An Introduction. In: Software Engineering Notes 15 (1990) 2, S. 47-54.
- [Pump00] *Pumpe, Dieter*: Ein Referenzmodell zur Planung und Steuerung der Abläufe in Seehafen-Containerterminals. Berlin 2000.
- [PUTB01] *Prechelt, Lutz; Unger, Barbara; Tichy, Walter F.; Brössler, Peter; Votta, Lawrence G.*: A Controlled Experiment in Maintenance Comparing Design Patterns to Simpler Solutions. In: IEEE Transactions on Software Engineering 27 (2001) 12, S. 1134-1144.
- [Radn92] *Radnitzky, Gerard*: Wert. In: *Helmut Seiffert; Gerard Radnitzky (Hrsg.)*: Handlexikon der Wissenschaftstheorie. München 1992, S. 381-387.
- [Raff95] *Raffée, Hans*: Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre. Göttingen 1995.
- [RaRa98] *Ram, Sudha; Ramesh, V.*: Collaborative Conceptual Schema Design: A Process Model and Prototype System. In: ACM Transactions on Information Systems 16 (1998) 4, S. 347-371.
- [Raut92] *Rautenstrauch, Claus*: Integration Engineering - Konzeption, Entwicklung und Einsatz integrierter Softwaresysteme. 1992.
- [Rech03] *Rechenberg, Peter*: Zum Informationsbegriff der Informationstheorie. In: Informatik-Spektrum 26 (2003) 5, S. 317-326.
- [Reit99] *Reiter, Christian*: Toolbasierte Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungstrends. In: *Jörg Becker; Michael Rosemann; Reinhard Schütte (Hrsg.)*: Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven. Heidelberg 1999, S. 45-68.
- [Remm01] *Remmert, Jan*: Referenzmodellierung für die Handelslogistik. Wiesbaden 2001.
- [Remm97] *Remme, Markus*: Konstruktion von Geschäftsprozessen - Ein modellgestützter Ansatz durch Montage generischer Prozeßpartikel. Wiesbaden 1997.
- [ReSc96] *Remme, Markus; Scheer, August-Wilhelm*: Konstruktion von Prozeßmodellen, Heft 125 des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Institut für empirische Wirtschaftsforschung an der Universität des Saarlandes. Saarbrücken 1996.
- [ReWG97] *Reiter, Christian; Wilhelm, Georg; Geib, Thomas*: Toolunterstützung bei der multiperspektivischen Informationsmodellierung. In: Management & Computer 5 (1997) 1, S. 5-10.
- [RiSe93] *Ricciuti, Mike; Semich, William J.*: SAP's client/server battle plan. In: Datamation 39 (1993) 6, S. 26-31.
- [Rohl02] *Rohloff, Michael*: Das Prozessrahmenwerk der Siemens AG: Ein Referenzmodell für betriebliche Geschäftsprozesse als Grundlage einer systematischen Bebauung der IuK-Landschaft. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002, S. 227-235.
- [RoSc99] *Rosemann, Michael; Schütte, Reinhard*: Multiperspektive Referenzmodellierung. In: *Jörg Becker; Michael Rosemann; Reinhard Schütte (Hrsg.)*: Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven. Heidelberg 1999, S. 22-44.
- [Rose03] *Rosemann, Michael*: Using Reference Models within the Enterprise Resource Planning Lifecycle. In: Australian Accounting Review 10 (2003) 3, S. 19-30.
- [Rose96] *Rosemann, Michael*: Multiperspektivische Informationsmodellierung auf der Basis der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Management & Computer 4 (1996) 4, S. 229-236.
- [Rüff99] *Rüffer, Thorsten*: Referenzgeschäftsprozessmodellierung eines Lebensversicherungsunternehmens. In: *Elmar J. Sinz (Hrsg.)*: Modellierung betrieblicher Informationssysteme - Proceedings der MobIS-Fachtagung 1999, 14. und 15. Oktober 1999, Universität Bamberg. Bamberg 1999, S. 86-107.

- [RuPR99b] *Rupprecht, Christian; Peter, Gerhard; Rose, Thomas*: Ein modellgestützter Ansatz zur kontextspezifischen Individualisierung von Prozessmodellen. In: *Wirtschaftsinformatik* 41 (1999) 3, S. 226-237.
- [Sach92] *Sachsse, H.*: Technik. In: *Helmut Seiffert; Gerard Radnitzky (Hrsg.): Handlexikon der Wissenschaftstheorie*. München 1992, S. 358-361.
- [Scha00] *Schaich, Christoph*: Informationsmodell zur fachübergreifenden Beschreibung intelligenter Produktionsmaschinen. München 2000.
- [Sche01] *Scheer, August-Wilhelm*: Unternehmensdatenmodell. In: *Peter Mertens; Andrea Back; Jörg Becker; Wolfgang König; Hermann Krallmann; Bodo Rieger; August-Wilhelm Scheer; Dietrich Seibt; Peter Stahlknecht; Horst Strunz; Rainer Thome; Hartmut Wedekind (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik*. 4. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 485-487.
- [Sche04] *Scheer, August-Wilhelm*: 20 Jahre Gestaltung industrieller Geschäftsprozesse. In: *Industrie Management* 20 (2004) 1, S. 11-18.
- [Sche81] *Scheer, August-Wilhelm*: Die Stellung der Betriebsinformatik in Forschung und Lehre. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 50 (1981) 11-12, S. 1279-1283.
- [Sche88] *Scheer, August-Wilhelm*: *Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb*. 1. Aufl., Berlin et al. 1988.
- [Sche94] *Scheer, August-Wilhelm*: ARIS Toolset: A Software Product is Born. In: *Information Systems* 19 (1994) 8, S. 607-624.
- [Sche97] *Scheer, August-Wilhelm*: *Wirtschaftsinformatik - Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*. 7. Aufl., Berlin et al. 1997.
- [Sche98] *Scheer, August-Wilhelm*: *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. 3. Aufl., Berlin et al. 1998.
- [Sche98b] *Scheer, August-Wilhelm*: *ARIS - Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem*. 3. Aufl., Berlin et al. 1998.
- [Schi98] *Schildheuer, Gerald*: Konzeption eines objektorientierten Referenzmodells zur Planung und Gestaltung eines umfassenden Qualitätssystemsystems. Bochum 1998.
- [Schl00a] *Schlagheck, Bernhard*: Objektorientierte Referenzmodelle für das Prozess- und Projektcontrolling - Grundlagen - Konstruktion - Anwendungsmöglichkeiten. Wiesbaden 2000.
- [Schl00b] *Schlögl, Wolfgang*: Integriertes Simulationsdaten-Management für Maschinenentwicklung und Anlagenplanung. Bamberg 2000.
- [Scho90] *Scholz-Reiter, Bernd*: *CIM - Informations- und Kommunikationssysteme*. München, Wien 1990.
- [Schu01] *Schulze, Dirk*: *Grundlagen der wissensbasierten Konstruktion von Modellen betrieblicher Systeme*. Aachen 2001.
- [Schü98] *Schütte, Reinhard*: *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung - Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Wiesbaden 1998.
- [Schü99] *Schütte, Reinhard*: *Literaturauffassungen zur Bewertung von Informationsmodellen*. In: *Roland Kaschek (Hrsg.): Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung - EMISA '99, Fachtagung der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), September 1999 in Fischbachau*. Stuttgart, Leipzig 1999, S. 175-195.
- [Schw99] *Schwegmann, Ansgar*: *Objektorientierte Referenzmodellierung - Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung*. Wiesbaden 1999.
- [SCOR03] *Supply-Chain Council Inc.*: SCOR Overview. Overview of the SCOR Model v3.0. www.supply-chain.org, Abruf.
- [ScSG02] *Scheer, August-Wilhelm; Seel, Christian; Georg, Wilhelm*: Entwicklungsstand in der Referenzmodellierung. In: *Industrie Management* 18 (2002) 1, S. 9-12.
- [ScTz03] *Schumann, M.; Tzouvaras, Antonios*: Referenzmodelle für den unternehmensübergreifenden Leistungsprozess von Buchverlagen. In: *B. W. Wirtz (Hrsg.): Handbuch Medien- und Multimediale Management*. Wiesbaden 2003.
- [Siau99] *Siau, Keng*: Information Modeling and Method Engineering: A Psychological Perspective. In: *Journal of Database Management* 10 (1999) 4, S. 44-50.
- [Silv01a] *Silverston, Len*: *The Data Model Resource Book, Volume 1, A Library of Universal Data Models for All Enterprises*. New York et al. 2001.

- [Simo98] *Simoneit, Monika*: Informationsmanagement in Universitätsklinika - Konzeption und Implementierung eines objektorientierten Referenzmodells. Wiesbaden 1998.
- [SiRo98] *Siau, Keng; Rossi, Matti*: Evaluating of Information Modeling Methods - A Review. Proceedings of the 31st Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS '98). Hawaii 1998.
- [SiVe99] *Sinha, Atish P.; Vessey, Iris*: An Empirical Investigation of Entity-Based and Object-Oriented Data Modeling: A Development Life Cycle Approach. International Conference on Information Systems. 1999, S. 229-244.
- [SiWB96] *Siau, Keng; Wand, Yair; Benbasat, Izak*: When Parents Need Not Have Children - Cognitive Biases in Information Modeling. In: *Panos Constantopoulos; John Mylopoulos; Yannis Vassiliou (Hrsg.)*: Advances Information System Engineering, 8th International Conference, CAiSE'96, Heraklion, Crete, Greece, May 20-24, 1996, Proceedings. Berlin et al. 1996, S. 402-420.
- [SiWB97] *Siau, Keng; Wand, Yair; Benbasat, Izak*: The Relative Importance of Structural Constraints and Surface Semantics in Information Modeling. In: *Information Systems 22 (1997) 2/3*, S. 155-170.
- [SoZa93] *Sowa, John F.; Zachman, John A.*: Extending and formalizing the framework for information systems architecture. In: *IBM Systems Journal 31 (1993) 3*, S. 590-616.
- [Spec01] *Speck, Mario C.*: Geschäftsprozessorientierte Datenmodellierung - Referenz-Vorgehensmodell zur fachkonzeptionellen Modellierung von Informationsstrukturen. Münster 2001.
- [StBF98] *Studer, Rudi; Benjamins, V. Richard; Fensel, Dieter*: Knowledge Engineering: Principles and methods. In: *Data & Knowledge Engineering 25 (1998)*, S. 161-197.
- [Ste04] *Steimann, Friedrich*: UML-A oder warum die Wissenschaft ihre eigene einheitliche Modellierungssprache haben sollte. In: *Bernhard Rumpe; Wolfgang Hesse (Hrsg.)*: Tagungsband zur Modellierung 2004. Marburg 2004, S. 121-133.
- [Step01] *Stephens, S.*: The Supply Chain Council and the Supply Chain Operations Reference Model. In: *Supply Chain Management 1 (2001) 1*, S. 9-13.
- [Stra96] *Strahringer, Susanne*: Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs - Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden. Aachen 1996.
- [Sütt01] *Süttenbach, Roger*: Formalisierung visueller Modellierungssprachen objektorientierter Methoden. Berlin 2001.
- [TaPr03] *Taylor, Chris; Probst, Christian*: Business Process Model Languages: Experiences from BPI Projects. In: *Klaus Dittrich; Wolfgang König; Andreas Oberweis; Kai Rannenber; Wolfgang Wahlster (Hrsg.)*: INFORMATIK 2003 - Innovative Informatikanwendungen, Band 1, Beiträge der 33. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), 29. September - 2. Oktober 2003 in Frankfurt am Main. Bonn 2003, S. 259-263.
- [ThSc02] *Thomas, Oliver; Scheer, August-Wilhelm*: Ein modellgestützter Ansatz zum Customizing von Dienstleistungsinformationssystemen. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.)*: Referenzmodellierung 2002 - Methoden - Modelle - Erfahrungen. Tagungsband zur 6. Fachtagung Referenzmodellierung 2002 im Rahmen der MKWI 2002 in Nürnberg (zugl. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Nr. 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 81-117.
- [ThSc03] *Thomas, Oliver; Scheer, August-Wilhelm*: Referenzmodell-basiertes (Reverse-)Customizing von Dienstleistungsinformationssystemen. Institut für Wirtschaftsinformatik (IWi) im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Heft, 173. Saarbrücken 2003.
- [TLPH95] *Tichy, Walter F.; Lukowicz, Paul; Prechelt, Lutz; Heinz, Ernst A.*: Experimental Evaluation in Computer Science: A Quantitative Study. In: *Journal of Systems Software 28 (1995)*, S. 9-18.
- [ToRa02] *Topi, H.; Ramesh, V.*: Human Factors Research On Data Modelling: A Review Of Prior Research, An Extended Framework And Future Research Directions. In: *Journal Of Database Management 13 (2002) 2*, S. 3-19.
- [Turo01] *Turowski, Klaus*: Fachkomponenten - Komponentenbasierte betriebliche Anwendungssysteme. Habil.-Schr. Magdeburg 2001.

- [TzHe02] *Tzouvaras, Antonios; Hess, Thomas*: Referenzmodellierung für Buchverlage: erste Überlegungen aus strukturorientierter Sicht. In: *Jörg Becker; Ralf Knackstedt (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Berlin et al. 2002, S. 177-194.
- [Tzou03] *Tzouvaras, Antonios*: Referenzmodellierung für Buchverlage - Prozess- und Klassenmodelle für den Leistungsprozess. Göttingen 2003.
- [TzSH02] *Tzouvaras, Antonios; Schumann, Matthias; Hess, Thomas*: Das X-Modell für die Medienindustrie. In: *Information Management & Consulting* 17 (2002) 3, S. 65-71.
- [VanB03] *Van Belle, Jean-Paul W. G. D.*: A Framework for the Analysis and Evaluation of Enterprise Models. Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, University of Cape Town. Cape Town, South Africa 2003.
- [Vene99] *Veneable, John R.*: Commentary on 'the effect of graphic style on data model interpretation'. In: *Information Systems Journal* 9 (1999), S. 157-160.
- [Voor98] *Voorde, Henk ten*: Dynamic Enterprise Modeling. In: *Jörg Becker; Walter Eversheim; Holger Luczak; Peter Mertens (Hrsg.): Referenzmodellierung '98 - Anwendungsfelder in Theorie und Praxis*, 14. Juli 1998, RWTH Aachen. Aachen 1998, S. 7-1 bis 7-22.
- [WaGS98] *Warnecke, Günter; Gissler, Andreas; Stammwitz, Gerd*: Referenzmodell Wissensmanagement - Ein Ansatz zur modellbasierten Gestaltung wissensorientierter Prozesse. In: *IM Information Management & Consulting* 13 (1998) 1, S. 24-29.
- [WaWe02] *Wand, Yair; Weber, Ron*: Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modelling - A Research Agenda. In: *Information Systems Research* 13 (2002), S. 363-377.
- [Wohe00] *Wohed, Petia*: Tool Support for Reuse of Analysis Patterns - A Case Study. In: *Alveto H. F. Laender; Stephen W. Liddle; Veda C. Storey (Hrsg.): Conceptual Modeling - ER 2000 - 19th International Conference on Conceptual Modeling, Salt Lake City, Utah, USA, October 9-12, 2000 Proceedings*. Berlin et al. 2000, S. 196-209.
- [Wolf01] *Wolf, Stefan*: Wissenschaftstheoretische und fachmethodische Grundlagen der Konstruktion von generischen Referenzmodellen betrieblicher Systeme. Aachen 2001.
- [WSKM02] *Wyssusek, B.; Schwartz, M.; Kremberg, B.; Mahr, B.*: Erkenntnistheoretische Aspekte bei der Modellierung von Geschäftsprozessen. In: *WISU* 31 (2002) 2, S. 238-246.
- [WySc03] *Wyssusek, Boris; Schwartz, Martin*: Towards a Sociopragmatic-Constructivist Understanding of Information Systems. In: *S.R. Gordon (Hrsg.): Computing Information Technology: The Human Side*. Hershey et al. 2003, S. 267-297.
- [Wyss03] *Wyssusek, Boris*: Plädoyer für ein soziopragmatisch-konstruktivistisches Verständnis der Organisationsmodellierung in der Wirtschaftsinformatik. In: *Ulrich Frank (Hrsg.): Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik (WOWI 2003)*. Koblenz 2003, S. 358-392.
- [Zach99] *Zachman, John A.*: A framework for information systems architecture (reprinted from *IBM Systems Journal* 1987). In: *IBM Systems Journal* 38 (1999), S. 454-470.
- [ZeLe95] *Zelewski, Stephan*: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme - Band 2: Bezugsrahmen. Universität Leipzig, Institut für Produktionswirtschaft und industrielle Informationswirtschaft, Arbeitsbericht, Nr. 6. Leipzig 1995.

Working Papers of the Research Group Information Systems & Management

- Paper 1: Fettke, P.; Loos, P.; Thießen, F.; Zwicker, J.: Modell eines virtuellen Finanzdienstleisters: Der Forschungsprototyp cofis.net 1, April 2001.
- Paper 2: Loos, P.; Fettke, P.: Aspekte des Wissensmanagements in der Software-Entwicklung am Beispiel von V-Modell und Extreme Programming, Juli 2001.
- Paper 3: Fettke, P.; Loos, P.: Fachkonzeptionelle Standardisierung von Fachkomponenten mit Ordnungssystemen – Ein Beitrag zur Lösung der Problematik der Wiederauffindbarkeit von Fachkomponenten, Juli 2001.
- Paper 4: Fettke, P.; Loos, P.; Scheer, C.: Entwicklungen in der elektronischen Finanzdienstleistungswirtschaft, Dezember 2001.
- Paper 5: Deelmann, T.; Loos, P.: Überlegungen zu E-Business-Reifegrad-Modellen und insbesondere ihren Reifeindikatoren, Dezember 2001.
- Paper 6: Fettke, P.; Langi, P.; Loos, P.; Thießen, F.: Modell eines virtuellen Finanzdienstleisters: Der Forschungsprototyp cofis.net 2, Juni 2002.
- Paper 7: Deelmann, T.; Loos, P.: Entwurf eines Merkmal-Sets zur Beschreibung ausgewählter organisatorischer, funktionaler und ökonomischer Aspekte elektronischer Publikationen, Juni 2002.
- Paper 8: Bensing, S.; Fischer, T.; Hansen, T.; Kutzschbauch, S.; Loos, P.; Scheer, C.: Bankfiliale in der Virtuellen Realität - Eine Technologiestudie, Juli 2002.
- Paper 9: Fettke, P.; Loos, P.: Klassifikation von Informationsmodellen – Nutzenpotentiale, Methode und Anwendung am Beispiel von Referenzmodellen, November 2002.
- Paper 10: Loos, P.; Theling, Th.: Marktübersicht zu ERP-Literatur, Februar 2003.
- Paper 11: Scheer, C.; Hansen, T.; Loos, P.: Erweiterung von Produktkonfiguratoren im Electronic Commerce um eine Beratungskomponente, August 2003.
- Paper 12: Scheer, C.; Deelmann, T.; Loos, P.: Geschäftsmodelle und internetbasierte Geschäftsmodelle – Begriffsbestimmung und Teilnehmermodell, Dezember 2003.
- Paper 13: Deelmann, T.; Loos, P.: Visuelle Methoden zur Darstellung von Geschäftsmodellen – Methodenvergleich, Anforderungsdefinition und exemplarischer Visualisierungsvorschlag, Dezember 2003.
- Paper 14: Deelmann, T.; Loos, P.: Vorschlag zur grafischen Repräsentation von Geschäftsmodellen, Juni 2004.
- Paper 15: Loos, P.: Tätigkeitsbericht 2003, Juli 2004.
- Paper 16: Fettke, P.; Loos, P.: Referenzmodellierungsforschung – Langfassung eines Aufsatzes, Juli 2004.