

Referenzmodellierungsforschung

Die Autoren

Peter Fettke
Peter Loos

Dipl.-Wirt.-Inf. Peter Fettke
Prof. Dr. Peter Loos
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
und BWL
ISYM – Information Systems & Management
D-55099 Mainz, Germany
{fettke/loos}@isym.bwl.uni-mainz.de
www.isym.bwl.uni-mainz.de
+49 6131 39-23051, Fax. -22185

Eine Langfassung des Aufsatzes ist erschienen unter dem Titel „Referenzmodellierungsforschung – Langfassung eines Aufsatzes“ (ISYM-Paper Nr. 16 des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz). Die Langfassung umfasst eine vertiefte Diskussion des Forschungsstandes sowie zusätzliche Literaturangaben.

rungspraxis 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).

Die Verheißungen des KIM konnten sich jedoch nicht erfüllen, sodass die Forschung zunächst stagnierte. Erst mit dem Aufkommen der unternehmensweiten Datenmodellierung in den 1980er Jahren begannen sich erste Kristallisationspunkte der heutigen Referenzmodellierungsforschung herauszubilden. Ein Indikator für die Bedeutung der Referenzmodellierungsforschung ist die seit 1997 jährlich stattfindende nationale Fachtagung „Referenzmodellierung“. Die Kenntnisnahme der Referenzmodellierungsforschung in internationalen Publikationsorganen unterstreicht zusätzlich die Bedeutung der Referenzmodellierungsforschung. Darüber hinaus widmen sich zahlreiche Monographien 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

■ 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 Referenzmodellie-

Kernpunkte

Informationsmodelle unterstützen Analyse, Entwurf und Implementierung von betrieblichen Informationssystemen. Referenzmodellierung betont die Wiederverwendung vorhandener Modelle. Der Beitrag gibt einen Überblick über den erreichten Forschungsstand und offene Probleme.

Stichworte: Referenzmodelle, Informationsmodellierung, Forschungsmethoden, Empirische Forschung, State-of-the-Art

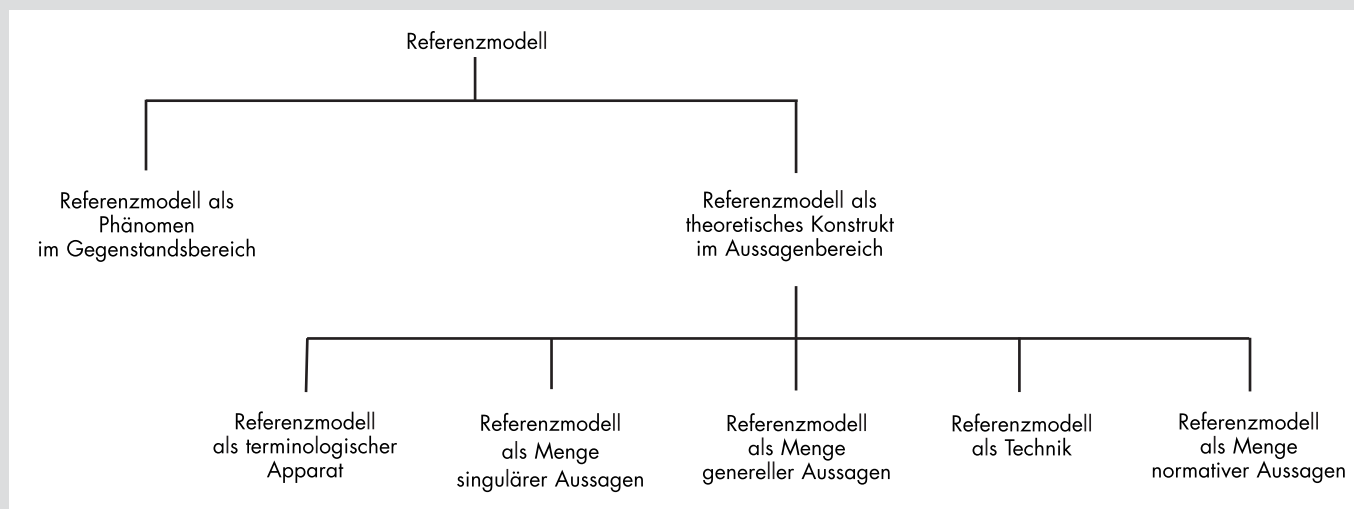


Bild 1 Systematisierung möglicher Deutungen des Referenzmodellbegriffs

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 sowohl hinsichtlich Aktualität als auch Umfang bzw. inhaltlicher Breite berücksichtigter Arbeiten. Die Auswahl der Arbeiten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern spiegelt vielmehr die (subjektive) 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

Bisher wird der terminus technicus „Referenzmodell“ (oder auch: „Referenzinformationsmodell“) in der Literatur nicht einheitlich expliziert. Aus Sicht der Autoren weist der Referenzmodellbegriff einen breiten Deutungsspielraum auf [Hars94, 15–18; Schü98, 37–74; Broc03, 31–38]. 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, 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 der Modellierungspraxis und -forschung im Einzelnen durchaus Schwierigkeiten bereiten kann, so ist sie doch von großer Bedeutung.

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].
- 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 be-

schreiben. In diesem Fall betätigt sich der Wissenschaftler nicht als Modellentwickler, sondern beschreibt ein im Gegenstandsbereich *vorgefundenes* Modell. 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 induktivem 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 verspricht in bestimmten Situationen gewisse 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.
- Referenzmodell als *Menge normativer 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]. Der Normungscharakter wird zum Teil weniger streng erhoben, indem von Empfehlungen des Referenzmodells [Schü98, 69] gesprochen wird.

Im Folgenden wird kein spezieller Referenzmodellbegriff unterstellt. Vielmehr werden zur Referenzmodellierungsforschung unkritisch alle Arbeiten gezählt, in denen Ansätze vorgestellt werden, die mit

dem Wort „Referenzmodellierung“ 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 Systemen sowie Regeln, die zulässige Verknüpfungen der Konzepte beschreiben.
- *Referenzmodellierungsmethoden*: Eine Modellierungsmethode empfiehlt einem Modellierungsträger (Menge von Personen oder eine Organisation) den Vollzug bestimmter Handlungen, um Modelle betrieblicher Systeme zu konstruieren oder anzuwenden.
- *Referenzmodelle*: Ein Ergebnis der Anwendung einer Modellierungsmethode ist eine Menge von Referenzmodellen.
- *Kontext der Referenzmodellierung*: Modellierungshandlungen sind integraler

Bestandteil einer bestimmten realweltlichen Modellierungssituation, welche durch psychologische, soziale, organisatorische, technische, wirtschaftliche und andere Faktoren beeinflusst wird.

■ 4 Sprachen der Referenzmodellierung

4.1 Diskussionsstand

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.

In der Regel werden zur Modellrepräsentation Sprachen ohne formale Semantik und mit einer nur bedingt wohl-definierten Syntax verwendet. Diese Vorgehensweise ist aus Sicht der Wissenschaftstheorie und der Informatik bedenklich, obgleich semiformalen Sprachen zuweilen eine höhere Akzeptanz, Verständlichkeit oder Ver-

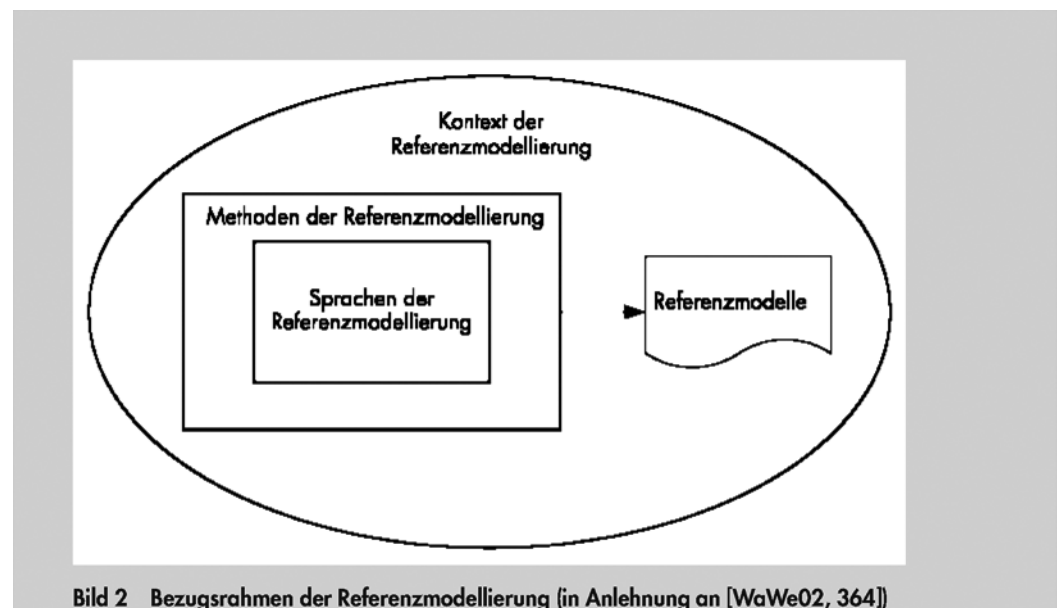


Bild 2 Bezugsrahmen der Referenzmodellierung (in Anlehnung an [WaWe02, 364])

wendbarkeit 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 nützlich für die Referenzmodellierung erweisen:

- *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. Inzwischen wird die Nützlichkeit einer multiperspektivischen Modellierung bei der Referenzmodellierung anerkannt [RoSc99].
- *Variantenmanagement*: 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.
- *Wiederverwendung und Anpassung*: Im einfachsten Fall findet eine Wiederverwendung über manuelles Kopieren des Referenzmodells statt („Copy&Paste“). Leistungsfähigere Ansätze unterstützen bspw. Konzepte zur Konfiguration, Aggregation, Spezialisierung, Instanziierung und Analogiekonstruktion [Broc03, 269–312].

4.2 Zukünftige Herausforderungen

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 mathema-

tischen 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 einer bestimmten syntaktischen und semantischen Formalisierung zugänglich sind [Kind04]. Folglich erscheint es erfolgsversprechend, nach Ansätzen zu suchen, wie natürlichsprachliche Repräsentationen nahtlos in formalisierte Referenzmodellrepräsentationen überführt werden können.

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 [Ste04].

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.

Diskussionen über Leistungseigenschaften von Sprachen werden nur selten mit empirischen Befunden gestützt. Zwar existieren einzelne Arbeiten, welche Qualitätsmerkmale von Sprachen empirisch untersuchen (exemplarisch: [GeWa03; WaWe02]). Indes leiden viele dieser Untersuchungen zurzeit 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 Modellierungsspra-

chen 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).

5 Methoden der Referenzmodellierung

5.1 Diskussionsstand

In der Literatur werden verschiedene Methoden zur Referenzmodellierung vorgeschlagen (bspw. [Hars94; Schü98; Schl00a; Schw99]). 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. Eine detaillierte Analyse mehrerer Ansätze findet sich in [FeLo02a].

Methoden zur Referenzmodellierung können die *Konstruktion* oder die *Anwendung* eines Referenzmodells unterstützen:

- *Konstruktion*: Leitfrage der Konstruktion ist es, in welchen Schritten ein Referenzmodell zu entwickeln ist. Typische Konstruktionshandlungen umfassen die Problemdefinition, die sprachliche Formulierung („Konzeptualisierung“), die Bewertung und die Pflege eines Referenzmodells.
- *Anwendung*: Leitfrage der Anwendung ist es, Referenzmodelle bei der Gestaltung betrieblicher Systeme einzusetzen. Typische Anwendungshandlungen umfassen die Auswahl, Anpassung, Integration sowie Nutzung des (angepassten) Referenzmodells zur Lösung einer Problemstellung.

5.2 Zukünftige Herausforderungen

Zurzeit 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 [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 [FeLo03d]. 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.

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 derartige Wirkungszusammenhänge können letztlich nur durch empirische Forschung gewonnen werden.

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). Zurzeit 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 Probleme 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 wissenschaftlichem Wissen ebenso bei der Verwaltung von Referenzmodellen genutzt werden können [Hars99].

■ 6 Referenzmodelle

6.1 Diskussionsstand

Innerhalb der Literatur finden sich zahlreiche mehr oder weniger ausgearbeitete Referenzmodelle. Detailliertere Untersuchungen zu vorliegenden Referenzmodellen finden sich bspw. in [MiZh00; FeLo02b; FeLo03b; FeLo03a; FeLo04; VanB03]. Aus Sicht der Konstruktion sei auf folgende Aspekte hingewiesen:

- *Anwendungsdomäne*: Während frühe Referenzmodelle hauptsächlich auf die Industrie ausgerichtet waren [Scho90; MeHo92], sind inzwischen Referenzmodelle für zahlreiche weitere Branchen (Handel [BeSc04], Gesundheitswesen [Simo98], Finanzdienstleister [Baue98; GeMa02; Rüff99], Seehafen-Containerterminal [Pump00], Verlage [Tzou03] etc.) und verschiedene betriebswirtschaftliche Funktionen (Qualitätsmanagement [Hoff99], Umweltschutz [KDFS00], Elektronischer Handel [Fran01], Wissensmanagement [WaGS98], Facility Management [Neum03], Controlling [Schl00a], Supply-Chain-Management [SCOR03] etc.) vorhanden. Darüber hinaus haben verschiedene Modelle keinen originär betriebswirtschaftlichen Hintergrund (bspw. [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 [Schw99; Scha00; Herr02], OMT [Brett99], SOM [Rüff99]) eingesetzt.

- *Größe*: Die Größe der vorhandenen Referenzmodelle schwankt erheblich. Es existieren umfangreiche Modelle wie das Y-CIM-Modell [Sche97] oder das Handels-H-Modell [BeSc04]. 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 Unternehmens 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 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.

Aus Sicht der Anwendung eines Referenzmodells sei auf folgende Aspekte hingewiesen:

- *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. [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 unterstützt, die spezialisiert werden können [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 (bspw. [KDFS00]), 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, da sie auf den persönlichen Einschätzungen oder Vermutungen der Autoren beruhen.

6.2 Zukünftige Herausforderungen

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 leis-

tungsfähige 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, Geschäftsprozesse 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 [MeLo02], klar und eindeutig expliziert werden.

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.

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 im Umgang mit 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

Im Folgenden werden wissenschaftstheoretische Grundlagen und Werkzeuge der Referenzmodellierung aufgegriffen. Jeder wissenschaftliche Erkenntnisprozess ist eingebettet in einem Geflecht von nicht hinterfragten Theorien, unterstellten Vorverständnissen des Untersuchungsgegenstandes, angestrebten Erkenntnisinteressen, angewandten Forschungsmethoden und persönlichen Weltanschauungen. Ein solches Geflecht theoretischer Annahmen wird im Folgenden allgemein als Paradigma bezeichnet.

Da in der Wirtschaftsinformatik kein einheitliches Paradigma vorliegt, ist die Diskussion paradigmatischer Fragen der (Referenz-)Modellierung von besonderer Bedeutung. Hirschheim et al. analysieren existierende Modellierungsansätze hinsichtlich ontologischer sowie epistemologischer Prämissen, der Rolle der verwendeten Modellierungssprache und dem Verständnis sozialer Systeme [HiKL95, 144–170]. Ein Ergebnis der Untersuchung ist, dass herrschende Ansätze der (Daten-)Modellierung meist auf zwei fundamentalen Prämissen basieren: 1. (Daten-)Modelle 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. In jüngster Zeit untersuchen Becker et al. paradigmatische Aspekte der (Referenz-)Modellierung [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.

Ein Modellierungswerkzeug ist eine Software, welche die Konstruktion und Anwendung eines Informationsmodells unterstützt. Grundsätzlich erscheint es wünschenswert, dass sämtliche der zuvor diskutierten Konzepte von Modellierungswerkzeugen unterstützt werden. Die untere Grenze der Leistungsfähigkeit wird abgesteckt durch reine Graphik-Bearbei-

tungsprogramme, welche das Zeichnen von Diagrammen ermöglichen. Leistungsfähigere Modellierungswerkzeuge verfügen über ein zentrales Repositorium zur Modellverwaltung. Verfügbare Werkzeuge sind meist entweder auf die Unternehmensmodellierung ausgerichtet (bspw. ARIS Toolset) oder auf die Softwareimplementierung (bspw. Together, Rational Rose). Die *maximale* Grenze einer sinnvollen Unterstützung eines Modellierungsträgers ist zur Zeit nicht klar erkennbar. Aus Sicht der Referenzmodellierung sind insbesondere folgende Aspekte von Interesse: 1. Ansätze der *Meta-Modellierung* (Meta-Case-Werkzeuge) versprechen die Flexibilität der Modellierung zu erhöhen [BDKK02; FeLP04]. 2. Die Definition von Referenzmodellkomponenten, die über eine Signatur eindeutig identifiziert und zur Laufzeit über physische Referenzierungen oder Replikationen integriert werden, unterstützt die Wiederverwendung [Broc03, 235–258]. 3. Modellierungsträger bestehen oft aus mehreren Personen. Daher werden Konzepte zur *verteilten Modellierung* vorgeschlagen [RaRa98; Broc03]. 4. *Austauschformate* werden benötigt, um Referenzmodelle zwischen verschiedenen Modellierungsträgern und unterschiedlichen Werkzeugumgebungen zu übertragen (siehe bspw. für EPK [MeNü04]). 5. Die Verwaltung und lückenlose Verfolgung verschiedener Zustände von Referenzmodellen im Entwicklungsprozess (*technisches Konfigurations- und Versionsmanagement*) ist ein wichtiger Erfolgsfaktor [Grei03].

7.2 Zukünftige Herausforderungen

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, dass „die theoretisch weniger ambitionösen Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung I bei Anwendern einfach zu vermitteln [sind], 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 vermessenen. Nebenbei stellt sich die Frage, welche „Weltbilder“ Modellierungsträger in der

Praxis vertreten, was wiederum eine empirische Frage ist.

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]. Zwar existieren bereits vereinzelte Untersuchungen, die sich derartigen Fragestellungen aus Sicht der Informationsmodellierung im Allgemeinen nähern (bspw. werden Fragen der graphischen Anordnung von Modellen in [NoCr99] und kognitionspsychologische Fragen des Modellverständnisses in [Siau99] 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 [BHKN03a] tatsächlich in der Praxis vorliegen.

Die Realisierung produktiv einsetzbarer Werkzeuge kann nicht Aufgabe der Forschung sein, sondern muss der Praxis überlassen werden. 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 Modellie-

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

Bild 3 Referenzmodellierungsforschung

rungsprozesse dediziert zu unterstützen. Weiterhin werden tragfähige Konzepte zur Distribution von Referenzmodellen benötigt.

8 Abschließende Bemerkungen

Referenzmodellierung ist ein vielschichtiges Forschungsfeld der Wirtschaftsinformatik (Bild 3). Vorherrschendes Erkenntnisinteresse vorliegender Arbeiten ist die Konstruktion *theoretischer* Ansätze. *Empirische* Forschungsarbeiten sind die Ausnahme. Die breite Kluft zwischen theoretischer und empirischer Forschung ist in einer *Realwissenschaft* 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].

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 Informations-

technik unterstützt nicht nur gegebene Abläufe, sondern ermöglicht die Gestaltung neuer betrieblicher Realitäten. 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. Derartige Forschungsstrategien erfordern es, Leitbilder, Weltanschauungen und Wertepreferenzen des Modellierungsträgers offen zu legen und einer kritischen Diskussion zu unterziehen.

Literatur

- [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: *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Berlin et al. 2002, S. 25–144.
- [BeNK04] *Becker, Jörg; Niehaves, Björn; Knackstedt, Ralf*: Epistemologische Grundlagen der Referenzmodellierung – Ein konsensorientierter Ansatz (im Druck). In: *Becker, Jörg; Niehaves, Björn (Hrsg.): Referenzmodellierung – Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendungen*. Berlin et al. 2004.
- [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.
- [BHKNO3a] *Becker, Jörg; Holten, Roland; Knackstedt, Ralf; Niehaves, Björn*: Wissenschaftstheoretische Grundlagen und ihre Rolle für eine konsensorientierte Informationsmodellierung. WOWI. Koblenz 2003.
- [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.
- [Bro03] *Brocke vom, Jan*: Referenzmodellierung – Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Berlin 2003.
- [Buch02] *Buchwalter, Jana*: Elektronische Ausschreibungen in der Beschaffung – Referenzprozeßmodell und prototypische Realisierung. Lohmar, Köln 2002.
- [Chmi94] *Chmielewicz, Klaus*: Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft. 3. Aufl., Stuttgart 1994.
- [CzEi00] *Czarnecki, Krzysztof; Eisenecker, Ulrich W.*: Generative Programming – Methods, Tools, and Applications. Boston et al. 2000.
- [Eise02] *Eisenreich, Annett*: Das SKO-Datenmodell – ein Referenzmodell für die Sparkassenorganisation. In: *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf (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. Bild 3 Referenzmodellierungsforschung 90, ISSN 1438-3985). Münster 2002, S. 121–132.
- [Erze01] *Erzen, Kristijan*: Ein Referenzmodell für die überbetriebliche Auftragsabwicklung in textilen Lieferketten. Aachen 2001.
- [FeLo02a] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Methoden zur Wiederverwendung von Referenzmodellen – Übersicht und Taxonomie. In: *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf (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: *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf (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: *Dangelmaier, W.; Gajewski, T.; Kösters, C. (Hrsg.): Innovationen im E-Business*. Paderborn 2003, S. 29–36.
- [FeLo03c] *Fettke, Peter; Loos, Peter*: Ontologische Evaluierung von Referenzmodellen – Methode und Anwendungen. In: *Sinz, Elmar J.; Plaba, Markus; Neckel, Peter (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: *Jensfeld, Manfred A.; Pastor, Óscar (Hrsg.): Conceptual Modeling for Novel Application Domains – ER 2003 Work-*

- shops ECOMO, IWCQM, 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: *Rebstock, Michael (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.
- [Fran00] *Frank, Ulrich*: Modelle als Evaluationsobjekt – Einführung und Grundlegung. In: *Heinrich, Lutz J.; Häntschel, Irene (Hrsg.)*: Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik – Handbuch für Praxis, Lehre und Forschung. München, Wien 2000, S. 339–352.
- [Fran01] *Frank, Ulrich*: A Conceptual Foundation for Versatile E-Commerce Platforms. In: *Journal of Electronic Commerce Research* 2 (2001) 2, S. 48–57.
- [GeMa02] *Gerber, Stefan; Mai, André*: Ein Referenzmodell für das Filialgeschäft von Banken als betriebliche Wissensplattform. In: *Becker, Jörg; Knackstedt, Ralf (Hrsg.)*: Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002, S. 195–206.
- [GeWa03] *Gemino, Andrew; Wand, Yair*: Evaluating Modeling Techniques Based On Models of Learning. In: *Communications of the ACM* 46 (2003) 10, S. 79–84.
- [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.
- [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.
- [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*: Norm. In: *Seiffert, Helmut; Radnitsky, Gerard (Hrsg.)*: Handlexikon der Wissenschaftstheorie. München 1992, S. 231–234.
- [Hoff99] *Hoffmann, Wolfgang*: Objektorientiertes Qualitätsinformationssystem – Referenzmodell und Realisierungsansätze. Wiesbaden 1999.
- [JuMo01] *Juristo, Natalia; Moreno, Ana M.*: Basics of Software Engineering Experimentation. Boston, Dordrecht, London 2001.
- [KDFS00] *Krcmar, Helmut; Dold, Georg; Fischer, Helmut; Strobel, Markus; Seifert, Eberhard K. (Hrsg.)*: Informationssysteme für das Umweltmanagement – Das Referenzmodell ECO-Integral. München, Wien 2000.
- [Kind04] *Kindler, Ekkart*: On the Semantics of EPCs: A Framework for Resolving the Vicious Circle. In: *Desel, Jörg; Pernici, Barbara; Weske, Matthias (Hrsg.)*: Business Process Management: Second International Conference, BPM 2004, Potsdam, Germany, June 17–18, 2004. Berlin et al. 2004, S. 82–97.
- [KLSz97] *Klein, Stefan; Szyperski, Norbert*: Referenzmodell zum Electronic Commerce. <http://www.uni-koeln.de/wiso-fak/szyperski/veroeffentlichungen/electronic-commerce.htm>, Abruf am 2003-11-20.
- [Knac01] *Knackstedt, Ralf*: Konfigurative Referenzmodelle als Instrumente des Wissensmanagements bei der Data-Warehouse-Entwicklung. In: *Schnurr, Hans-Peter; Staab, Steffen; Studer, Rudi; Stumme, Gerd; Sure, York (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.
- [LiKe98] *Lietschulte, Andreas; Keller, Gerhard*: Modellgestützte R/3 Einführung. In: *Becker, Jörg; Eversheim, Walter; Luczak, Holger; Mertens, Peter (Hrsg.)*: Referenzmodellierung '98 – Anwendungsfelder in Theorie und Praxis. 14. Juli 1998, RWTH Aachen. Aachen 1998, S. 5–1 bis 5–8.
- [MeHo92] *Mertens, Peter; Holzner, Jochen*: Eine Gegenüberstellung von Integrationsansätzen der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik* 34 (1992) 1, S. 5–25.
- [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.
- [MeNü04] *Mendling, Jan; Nüttgens, Markus*: XML-based Reference Modelling: Foundations of an EPC Markup Language (im Druck). In: *Becker, Jörg; Delfmann, Patrick (Hrsg.)*: Referenzmodellierung – Grundlagen, Techniken und domänenbezogene Anwendung. Berlin et al. 2004, S. 51–72.
- [Mert01] *Mertens, Peter*: Integrierte Informationsverarbeitung 1 – Operative Systeme in der Industrie. 13. Aufl., Wiesbaden 2001.
- [MiZh00] *Mišić, Vojislav B.; Zhao, J. Leon*: Evaluating the Quality of Reference Models. In: *Laender, Alvaro H. F.; Liddle, Stephen W.; Storey, Veda C. (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.
- [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.
- [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.
- [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.

Abstract

Reference modeling research

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

- [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.
- [Remm01] *Remmert, Jan*: Referenzmodellierung für die Handelslogistik. Wiesbaden 2001.
- [RiSe93] *Ricciuti, Mike; Semich, William J.*: SAP's client/server battle plan. In: *Datamation* 39 (1993) 6, S. 26–31.
- [RoSc99] *Rosemann, Michael; Schütte, Reinhard*: Multiperspektive Referenzmodellierung. In: *Becker, Jörg; Rosemann, Michael; Schütte, Reinhard* (Hrsg.): Referenzmodellierung – State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven. Heidelberg 1999, S. 22–44.
- [Rüff99] *Rüffer, Thorsten*: Referenzgeschäftsprozessmodellierung eines Lebensversicherungsunternehmens. In: *Sinz, Elmar J.* (Hrsg.): Modellierung betrieblicher Informationssysteme – Proceedings der MobIS-Fachtagung 1999, 14. und 15. Oktober 1999, Universität Bamberg, Bamberg 1999, S. 86–107.
- [Scha00] *Schaich, Christoph*: Informationsmodell zur fachübergreifenden Beschreibung intelligenter Produktionsmaschinen. München 2000.
- [Sche97] *Scheer, August-Wilhelm*: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 7. Aufl., Berlin et al. 1997.
- [Schl00a] *Schlaghecke, Bernhard*: Objektorientierte Referenzmodelle für das Prozess- und Projektcontrolling – Grundlagen – Konstruktion – Anwendungsmöglichkeiten. Wiesbaden 2000.
- [Scho90] *Scholz-Reiter, Bernd*: CIM – Informations- und Kommunikationssysteme. München, Wien 1990.
- [Schü98] *Schütte, Reinhard*: Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden 1998.
- [Schü99] *Schütte, Reinhard*: Literaturauffassungen zur Bewertung von Informationsmodellen. In: *Kaschek, Roland* (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 am 2004-02-15.
- [Siau99] *Siau, Keng*: Information Modeling and Method Engineering: A Psychological Perspective. In: *Journal of Database Management* 10 (1999) 4, S. 44–50.
- [Simo98] *Simoneit, Monika*: Informationsmanagement in Universitätsklinika – Konzeption und Implementierung eines objektorientierten Referenzmodells. Wiesbaden 1998.
- [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: *Rumpe, Bernhard; Hesse, Wolfgang* (Hrsg.): Tagungsband zur Modellierung 2004. Marburg 2004, S. 121–133.
- [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.
- [Tzou03] *Tzouvaras, Antonios*: Referenzmodellierung für Buchverlage – Prozess- und Klassenmodelle für den Leistungsprozess. Göttingen 2003.
- [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.
- [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.
- [Zele95] *Zelewski, Stephan*: Petrinetz-basierte Modellierung komplexer Produktionssysteme – Band 2: Bezugsrahmen. Universität Leipzig, Institut für Produktionswirtschaft und industrielle Informationswirtschaft, Arbeitsbericht, Nr. 6. Leipzig 1995.