

Paper 20

Peter Fettke, Peter Loos

Entwicklung eines Bezugsrahmens
zur Evaluierung von Referenzmodellen –
Langfassung eines Beitrages

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, August 2004

ISSN 1617-6324 (printed version)

ISSN 1617-6332 (Internet version)

URN urn:nbn:de:0006-0208

Management Summary

Within the information systems field, reference models are known for many years. Despite the relevance of reference model quality, little research has been done on their systematical evaluation. Based on an analysis of prior work on (reference) model quality, we propose a framework for the multiperspective evaluation of reference models. The framework comprises 15 perspectives. As well, we provide examples of the types of research that have already been undertaken on each perspective. Each perspective is discussed regarding its strengths and weaknesses.

Keywords: reference modeling, information modeling, conceptual modeling, quality, search, selection, empirical research, ontology

Dieser Beitrag ist eine Langfassung des englischen Aufsatzes „Multiperspective Evaluation of Reference Models - Towards a Framework“, erschienen in: M. A. Jeusfeld; Ó. 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. Die vorliegende Langfassung umfasst eine vertiefte Diskussion der vorhandenen Literatur.

Author

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	1
2 Untersuchungsmethode	2
3 Multiperspektivische Evaluierung	7
3.1 Deskriptive Perspektiven.....	7
3.1.1 Natürlichsprachliche Evaluierung.....	7
3.1.2 Merkmalsbasierte Evaluierung.....	8
3.1.3 Metrikbasierte Evaluierung.....	9
3.2 Eigendisziplinäre Perspektiven.....	9
3.2.1 Metamodellbasierte Evaluierung.....	9
3.2.2 Masterreferenzmodellbasierte Evaluierung.....	10
3.2.3 Paradigmatische Evaluierung.....	11
3.3 Fremddisziplinäre Perspektiven.....	12
3.3.1 Situative Evaluierung.....	12
3.3.2 Evaluierung auf Basis der Bunge-Ontologie.....	13
3.3.3 Kognitionspsychologische Evaluierung.....	15
3.3.4 Ökonomische Evaluierung.....	15
3.4 Empirische Perspektiven.....	16
3.4.1 Befragung.....	16
3.4.2 Laborexperiment.....	17
3.4.3 Feldstudie.....	18
3.4.4 Fallstudie.....	18
3.4.5 Aktionsforschung.....	19
4 Resümee und Ausblick	20
Literaturverzeichnis	21

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Informationsmodelle (kurz: Modelle) sind innerhalb der Wirtschaftsinformatik ein zentrales Instrument zur Gestaltung betrieblicher Informationssysteme und haben bereits seit Jahrzehnten Tradition (BECKER 1995; GROCHLA 1974; FRANK 1999a; MYLOPOULOS 1998). Um den Prozess der Konstruktion von Anwendungsmodellen im Sinne unternehmensspezifischer Modelle zu verbessern, wird innerhalb der Literatur das Konzept der Referenzmodellierung vorgeschlagen (BECKER et al. 2002a; HARS 1994; SCHEER, SEEL, GEORG 2002). Ein Referenzmodell kann verstanden werden als ein Modell, das die Entwicklung eines individuellen Modells einer spezifischen Unternehmensklasse unterstützt (BECKER 2001; SCHWEGMANN 1999, 1).

Es ist anzunehmen, dass die Effektivität und Effizienz der Anwendung vorhandener Referenzmodelle maßgeblich von ihrer Qualität bestimmt wird. Gleichwohl kann sich die Qualität eines Referenzmodells in unterschiedlichen Aspekten niederschlagen:

- Aus einer nutzerorientierten Sichtweise sollte ein Referenzmodell möglichst leicht für den intendierten Anwendungszweck konfiguriert werden können, um so eine hohe Passgenauigkeit des Referenzmodells zu erreichen.
- Aus einer unternehmungsorientierten Sichtweise sollte die Anschaffung eines Referenzmodells die Entwicklung betrieblicher Systeme wirtschaftlicher gestalten.
- Aus einer wissenschaftsorientierten Sichtweise sollten Referenzmodelle betriebliche Sachverhalte bestimmter Unternehmensklassen vollständig, präzise und korrekt repräsentieren.
- Aus einer volkswirtschaftlichen Sichtweise sollten Referenzmodelle – bspw. durch die Bildung unternehmensübergreifender Standards – die gesamtwirtschaftliche Produktivität verbessern.
- Aus einer lehr- und lernorientierten Sichtweise sollten die in Referenzmodellen repräsentierten betrieblichen Sachverhalte verständlich sein, um sowohl Wissen über betriebliche Informationssysteme zu vermitteln als auch berufliche Handlungsfähigkeit zu fördern.

Der Zweck einer Evaluierung ist es, den Wert und Nutzen eines Referenzmodells durch eine fachgerechte Bewertung zu bestimmen. Durch die Analyse und Bewertung werden die Eignung und Ansprüche eines Referenzmodells überprüft und kontrolliert. In der Literatur wird bereits eingeräumt, dass bei der Evaluierung von (Referenz-)Modellen Bewertungsdefekte auftreten (FRANK 1999b, 144f.; FRANK 2000; SCHÜTTE 1999; SCHÜTTE 2000, 370), die u. a. dadurch verursacht werden, dass aus unterschiedlichen Perspektiven verschiedene Anforderungen an Referenzmodelle zu stellen sind (BECKER et al. 2002b, 25-34; BECKER, DELFMANN, KNACKSTEDT 2002). Indes sollten diese Schwierigkeiten nicht dazu verleiten, von einer Evaluierung von Referenzmodellen abzusehen und Referenzmodelle ausschließlich im Hinblick auf ihre „Plausibilität“ zu beurteilen. Vielmehr ist ihre Evaluierung aufgrund der hohen theoretischen und praktischen Relevanz systematisch zu konzipieren und durchzuführen:

- Erstens ermöglicht eine Evaluierung, die Qualität des Forschungsergebnisses „Referenzmodell“ – das als eine Theorie der Wirtschaftsinformatik verstanden werden kann (BROCKE VOM 2002, 46) – zu beurteilen.
- Zweitens ist eine vergleichende Evaluierung von Referenzmodellen eine Voraussetzung, um Modelle in der Forschungslandschaft einzuordnen und zu positionieren. Hierdurch können aufwändige Doppelarbeiten bei der Modellkonstruktion verhindert und bisher vernachlässigte Domänen der Referenzmodellierung identifiziert werden.
- Drittens führt eine Evaluierung zu einem tieferen Verständnis des evaluierten Referenzmodells.
- Viertens bildet in Modellierungsprojekten die Auswahl adäquater Referenzmodelle eine zentrale Fragestellung, da zur Zeit davon auszugehen ist, dass kein Referenzmodell in allen Situationen geeignet ist. Hierbei ist es notwendig, die vorhandenen Referenzmodelle einer Evaluierung zu unterziehen.

Obwohl in Wissenschaft und Praxis zahlreiche Referenzmodelle bekannt sind (FETTKE, LOOS 2002a) und ihre Qualität von hoher Relevanz ist, werden Referenzmodelle – auch wenn einzelne Untersuchungen vorhanden sind – bisher nicht systematisch evaluiert. Eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung, um den Referenzmodellbestand systematisch zu evaluieren, ist die Klärung der Frage, auf welche Art und Weise eine Evaluierung durchzuführen ist. Die vorliegende Untersuchung leistet einen Beitrag zur Lösung der aufgeworfenen Frage, indem einerseits ein Bezugsrahmen für die Evaluierung von Referenzmodellen entwickelt wird, der als Ausgangspunkt für eine systematische Evaluierung verwendet werden kann. Andererseits werden vorhandene Arbeiten zur Modellevaluierung in den Bezugsrahmen eingeordnet und Potenziale sowie Limitationen bestimmter Evaluierungsarten dargestellt sowie diskutiert. Aus Platzgründen können die vorgestellten Verfahren nicht im Detail, sondern nur verhältnismäßig allgemein dargelegt werden. Ebenso können mögliche Qualitätskriterien für Referenzmodelle, welche von einzelnen Verfahren impliziert und verwendet werden, nicht umfassend, sondern nur exemplarisch angeführt werden. Mit anderen Worten: Die vorliegende Untersuchung verfolgt das Ziel, mit Hilfe eines Bezugsrahmens einen *breiten* Überblick über Evaluierungsarten von Referenzmodellen zu geben, ohne die einzelnen Ansätze in ihrer vollständigen Tiefe zu behandeln.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Nach dieser Einleitung erläutert der nächste Abschnitt die gewählte Untersuchungsmethode. Der entwickelte Bezugsrahmen zur Evaluierung von Referenzmodellen wird in Abschnitt 3 beschrieben. Der Beitrag schließt im vierten Abschnitt mit einer kritischen Zusammenfassung der Ergebnisse und einem Ausblick auf sich anschließende Fragestellungen.

2 Untersuchungsmethode

Ein mögliches Verfahren für die Entwicklung eines Bezugsrahmens beruht auf einer Beschreibung sämtlicher Beiträge zur Evaluierung von (Referenz-)Modellen hinsichtlich einer umfangreichen Menge von Merkmalen. Mögliche Merkmale sind bspw.:

- Untersuchungsobjekte: Beiträge können hinsichtlich der Art und Anzahl evaluierter Referenzmodelle systematisiert werden.
- Qualitätsansatz: Es herrschen unterschiedliche Ansätze, was unter Qualität im Allgemeinen und Qualität von (Referenz-)Modellen im Besonderen zu verstehen ist. Aufbauend auf (HESSE et al. 1984, 204) kann bspw. der Begriff Modellqualität definiert werden als die Gesamtheit der charakteristischen Eigenschaften des Modells (produktbezogener Ansatz) und der Tätigkeiten, die für seine Konstruktion notwendig sind (prozessbezogener Ansatz). Weitere Ansätze sind der transzendente, benutzerbezogene und der Kosten-/Nutzen-bezogene Ansatz (BALZERT 1998, 256f.).
- Qualitätsbereich: In der Referenzmodellierung sind einerseits Referenz- und Anwendungsmodell und andererseits Konstruktions- und Anwendungsprozess eines Referenzmodells zu unterscheiden (FETTKE, LOOS 2002a, 9f.). Folglich können Evaluierungen vier unterschiedliche Qualitätsbereiche behandeln, insofern sowohl ein produkt- als auch prozessbezogener Qualitätsansatz verfolgt wird (Bild 1).
- Qualitätsfokus: Eine Evaluierung kann einerseits inhaltliche Modellierungsaspekte wie semantische Richtigkeit, Allgemeingültigkeit sowie Relevanz und andererseits modellierungstechnische Aspekte wie syntaktische Richtigkeit, Klarheit, systematischer Aufbau sowie Modularisierung des konstruierten Modells umfassen (RAUE 1996, 30-34; SCHWEGMANN 1999, 175f.).

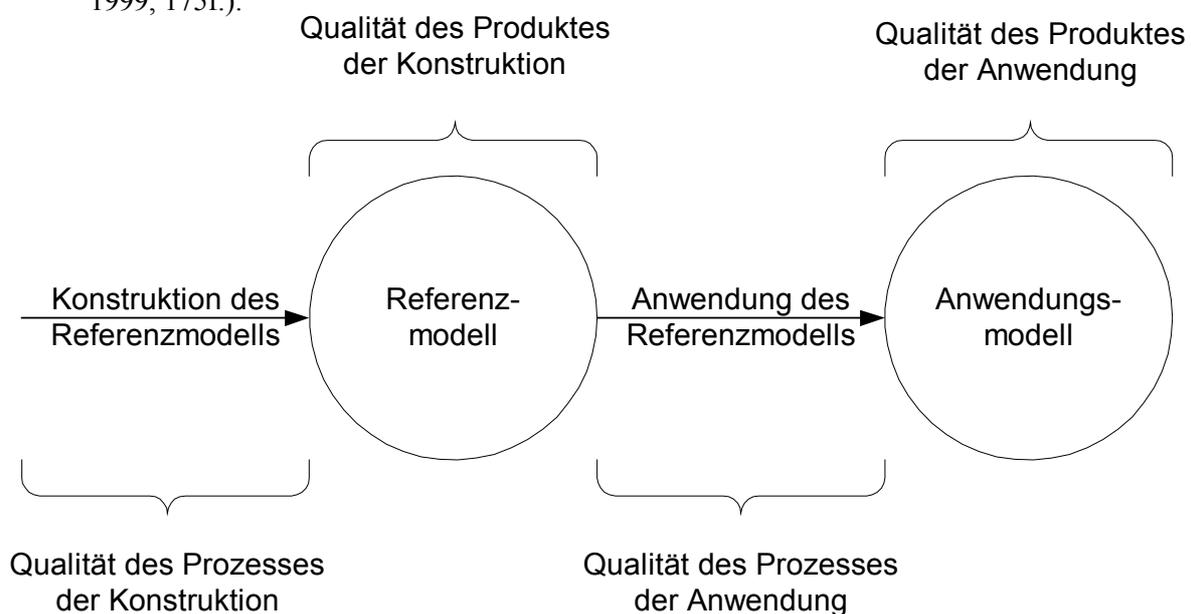


Bild 1 Vier Qualitätsbereiche der Referenzmodellierung (produkt- und prozessbezogener Ansatz)

- Gegenstand: Beiträge können die zur Repräsentation des Referenzmodells verwendete Modellierungssprache, die intendierte betriebliche Anwendungsdomäne oder den Verwendungszweck des Modells untersuchen.
- Metatheoretische Annahmen: Eine Evaluierung impliziert bestimmte ontologische, epistemologische, linguistische und kontext-bezogene Annahmen (vgl. Abschnitt 3.3.3).

- Formalisierungsgrad: Das methodische Instrumentarium der Mathematik kann in unterschiedlichen Umfang eingesetzt werden.

Anschließend können mit Hilfe von Methoden der multivariaten Datenanalyse Gruppen gebildet werden, die einen Bezugsrahmen bilden. Ein derartiges Vorgehen ist aus Sicht der Autoren für die vorliegende Fragestellung mit Schwächen behaftet: Im Laufe einer Literaturrecherche wurden über 80 Beiträge zur Evaluierung von (Referenz-)Modellen identifiziert. Daher ist es aus forschungsökonomischen Gründen notwendig, die Menge zu untersuchender Merkmale deutlich zu begrenzen. Gleichzeitig lässt der aktuelle Forschungsstand der Referenzmodellierung nicht erkennen, welche Merkmale von Evaluierungsmethoden von Relevanz sind, sodass ihre Auswahl subjektiv ist. Ferner ist die Beschreibung eines Evaluierungsansatzes auf Grundlage einer gewählten Merkmalsmenge ebenso subjektiv. Zusammenfassend führt das geschilderte Verfahren nur zu bedingt intersubjektiv nachprüfbareren Ergebnissen, da sowohl die Auswahl der Merkmale als auch die Erhebung der Merkmalsausprägungen subjektiv sind. Gleichzeitig ist das Verfahren mit einem erheblichen methodischen Aufwand verbunden, sodass es aus Sicht der Autoren nicht sinnvoll für die aufgeworfene Fragestellung angewendet werden kann. Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass das Verfahren bspw. von (EIN-DOR, SEGEV 1993) angewendet wird, um Anwendungsdomänen zu systematisieren. Aus Sicht der Autoren treten bei dieser Untersuchung die hier angeführten Defizite deutlich zum Vorschein.

Deshalb wurde ein anderer Weg eingeschlagen, der sich weniger an Merkmalen vorliegender Arbeiten, sondern an wissenschaftstheoretischen Überlegungen orientiert: Einerseits kann hinsichtlich der Forschungsmethode unterschieden werden, ob Beiträge empirisch oder analytisch ausgerichtet sind. Empirische Forschung gewinnt Erkenntnisse auf Grundlage von Erfahrung, analytische Forschung auf Grundlage von logischen Schlüssen. Andererseits kann differenziert werden, ob die in einem Beitrag verwendeten Qualitätskriterien für die Evaluierung von Referenzmodellen ad hoc oder theoriegeleitet eingeführt werden. Theoriegeleitete Qualitätskriterien werden in Bezug auf eine bestimmte Theorie (im Sinne einer Referenzdisziplin (VESSEY, RAMESH, GLASS 2003)) abgeleitet und begründet. Bspw. können Arbeiten auf ökonomische oder kognitionspsychologische Theorien Bezug nehmen. Hingegen werden ad hoc Qualitätskriterien für Zwecke der Untersuchung ohne Bezug auf eine bestimmte Theorie eingeführt.

Herleitung der Qualitätskriterien	theoriegeleitet	Wand und Wang [WaWa96]	Green und Rosemann [GrRo01]
	ad hoc	Fettke und Loos [FeLo03]	Schütte [Schü98, 367-389]
		analytisch	empirisch
Forschungsmethode			

Bild 2 Allgemeiner Bezugsrahmen mit exemplarischer Einordnung von Beiträgen

Die beiden Merkmale erlauben die Unterscheidung von vier Typen von Forschungsbeiträgen (Bild 2). Zur näheren Verdeutlichung werden konkrete Arbeiten in den so gebildeten, allgemeinen Bezugsrahmen eingeordnet. Fettke und Loos entwickeln eine Systematik zur Beschreibung von Referenzmodellen (FETTKE, LOOS 2003a). Die Autoren unterbreiten zwar verschiedene Vorschläge, anhand welcher Merkmale Referenzmodelle inhaltlich und modellierungstechnisch beurteilt werden können. Allerdings werden die Ausführungen nicht theoretisch fundiert. Vielmehr zählen die Autoren mögliche Kriterien zur Evaluierung enumerativ auf. Folglich handelt es sich hierbei um eine analytische Forschungsarbeit, deren Qualitätskriterien ad hoc eingeführt werden. Schütte führt eine Befragung durch, um Nutzeffekte und Probleme der Nutzung von Referenzmodellen in Unternehmungen zu untersuchen (SCHÜTTE 1998, 367-389). Die vom Autor untersuchten Qualitätsmerkmale werden ad hoc eingeführt. Wand und Wang leiten Qualitätsmerkmale von Datenmodellen auf Grundlage der Bunge-Ontologie (BUNGE 1977; BUNGE 1979) ab (WAND, WANG 1996). Folglich handelt es sich hierbei um einen analytischen Beitrag, dessen Qualitätskriterien theoriegeleitet eingeführt werden. Ebenso untersuchen Green und Rosemann auf Grundlage der Bunge-Ontologie die Qualität der Architektur integrierter Informationssysteme (GREEN, ROSEMAN 2000) (analytische, theoriegeleitete Arbeit, keine Darstellung in Bild 2). Die durch diese Untersuchung gewonnenen Aussagen unterziehen die Autoren in einer weiteren Untersuchung einer ersten empirischen Überprüfung (GREEN, ROSEMAN 2001).

Aufgrund der Anzahl an Beiträgen halten die Autoren es für nicht sinnvoll, jeden Beitrag im Einzelnen zu beschreiben und in den gebildeten Bezugsrahmen einzuordnen, um ein detaillierteres Bild über Verfahren zur Evaluierung von Referenzmodellen zu zeichnen. Stattdessen werden die Beiträge in Gruppen eingeteilt, die in ihrer Gesamtheit im dritten Abschnitt charakterisiert werden. Eine nach bestimmten Kriterien gebildete Gruppe von Arbeiten wird im Folgenden als Perspektive bezeichnet.

Eine erste Strukturierungshilfe für mögliche Perspektiven bieten die vier Beitragstypen, die durch den allgemeinen Bezugsrahmen gebildet werden. Diese vier möglichen Perspektiven werden verfeinert und vergrößert. Eine Verfeinerung der empirischen Perspektiven kann im Hinblick auf die Art der empirischen Forschungsmethode erfolgen. Hier wird im Folgenden zwischen Befragung, Laborexperiment, Feldstudie, Fallstudie und Aktionsforschung unterschieden. Aufgrund der allgemein geringen Anzahl empirischer Beiträge zur Evaluierung der Referenzmodellqualität erscheint es aus Sicht der Autoren nicht notwendig, in dieser Perspektive hinsichtlich der Herleitung der Qualitätskriterien zu differenzieren. Aus diesem Grunde werden empirische Perspektiven ausschließlich unter dem Blickwinkel der angewendeten empirischen Forschungsmethode behandelt. Gleichwohl weisen die Autoren darauf hin, dass hier eine differenziertere Analyse möglich ist. Anders verhält es sich mit analytischen Perspektiven, die aufgrund der Art und Anzahl vorliegender Beiträge differenzierter betrachtet werden. Analytische Forschungsbeiträge, in denen ad hoc Qualitätskriterien eingeführt werden, heißen im Folgenden deskriptive Perspektiven. Im Hinblick darauf, wieweit mögliche Qualitätskriterien von Beiträgen aus der deskriptiven Perspektive operationalisiert sind, wird zwischen natürlichsprachlichen, merkmalsbasierten und metrikbasierten Perspektiven unterschieden. Die Gruppe der analytisch und theoriegeleiteten Beiträge ist im Hinblick auf die starke Heterogenität der verwendeten Theorien zur Herleitung von Qualitätsmerkmalen weiter zu differenzieren. Zunächst wird diese Gruppe im Hinblick auf die wissenschaftsdisziplinäre Herkunft der verwendeten Theorien grob in fremd- und eigendisziplinäre Perspektiven unterschieden. Eine feinere Unterteilung der fremddisziplinären Perspektiven erfolgt in die Perspektiven der situativen, kognitionspsychologischen und ökonomischen Evaluierung sowie der Evaluierung auf Basis der Bunge-Ontologie. Als eigendisziplinäre Perspektiven werden metamodel-, masterreferenzmodellbasierte und paradigmatische Evaluierung differenziert.

Im Ergebnis besteht der verfeinerte Bezugsrahmen aus 15 Perspektiven, die in vier Gruppen zusammengefasst werden (Bild 3). Im Folgenden wird die vorgeschlagene Systematik als Bezugsrahmen zur multiperspektivischen Evaluierung von Referenzmodellen bezeichnet. Der Begriff multiperspektivische Evaluierung bringt zum Ausdruck, dass ein Referenzmodell hinsichtlich verschiedener Perspektiven beurteilt werden kann.

Ergänzend seien drei Aspekte angeführt: 1. Die gewählten Perspektiven des Bezugsrahmens sind per definitionem eingeführt. Gründe für die gewählten Ab- und Eingrenzungen wurden zuvor genannt. 2. Die gebildeten Perspektiven sind bewusst nicht durchnummeriert (Perspektive 1 bis 15), sondern aus mnemotechnischen Gründen mit sprechenden Bezeichnern versehen, die beim Leser eine positive metaphorische Wirkung (KITTLAUS 2003, 9) auslösen sollen. 3. Den Autoren ist es bewusst, dass bspw. Qualitätskriterien, die auf Grundlage ökonomischer Theorien hergeleitet werden, nicht nur analytisch, sondern auch empirisch untersucht werden können. Gleichwohl ist vor dem Hintergrund der Notwendigkeit der Beschränkung der Anzahl möglicher Perspektiven und den zuvor genannten Gründen der gewählte Bezugsrahmen aus Sicht der Autoren ein vertretbarer Kompromiss zwischen Forschungssystematik und Fruchtbarkeit sowie Umfang möglicher Aussagen und daher eine sinnvolle Basis für die weitere Untersuchung. Auf eine explizite Kennzeichnung dieser Einschränkung – bspw. in der Form „analytisch-ökonomische Evaluierung“ – wurde aus sprachlichen Gründen verzichtet.

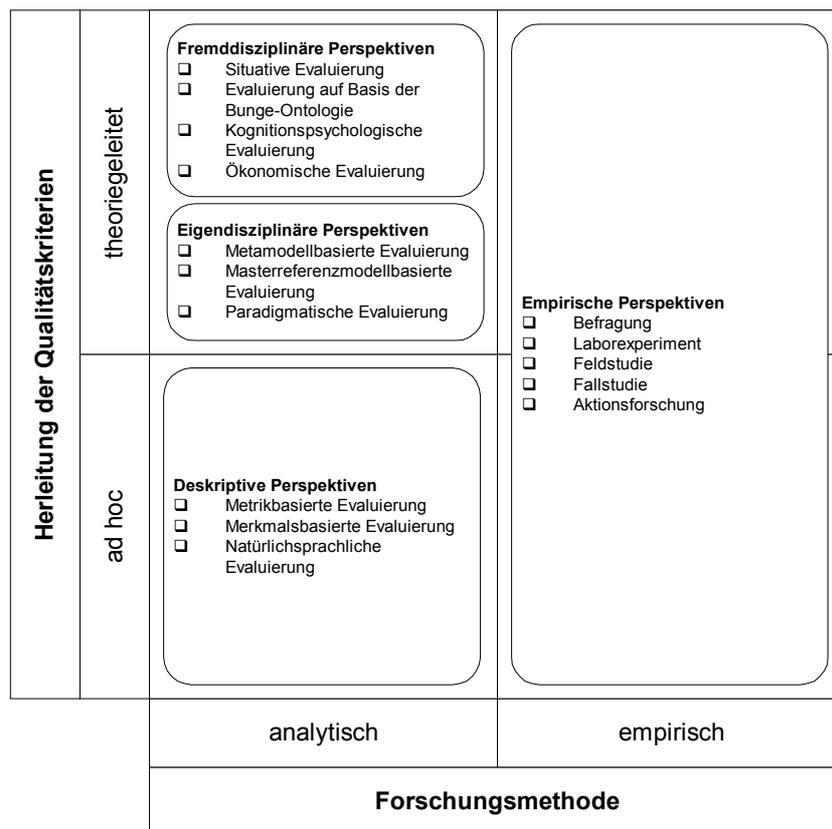


Bild 3 Bezugsrahmen zur multiperspektivischen Evaluierung von Referenzmodellen

3 Multiperspektivische Evaluierung

In diesem Abschnitt wird der entwickelte Bezugsrahmen zur multiperspektivischen Evaluierung von Referenzmodellen detailliert erläutert. Abschnitt 3.1 behandelt deskriptive Perspektiven. Eigen- und fremddisziplinäre Perspektiven stellen die Abschnitte 3.2 bzw. 3.3 vor. Der Abschnitt 3.4 untersucht empirische Perspektiven. Die Darstellung der einzelnen Unterabschnitte gliedert sich wie folgt: Zunächst erfolgt eine Charakterisierung der einzelnen Perspektiven. Anschließend werden – falls bekannt – Beispiele für konkrete Evaluierungen genannt. Danach erfolgt jeweils eine kritische Bewertung.

3.1 Deskriptive Perspektiven

3.1.1 Natürlichsprachliche Evaluierung

Bei einer natürlichsprachlichen Evaluierung werden die Charakteristika, Stärken und Schwächen eines Referenzmodells ermittelt und ausschließlich verbal beschrieben. Die Evaluierung kann mehr oder weniger strukturiert erfolgen, allerdings wird keine einheitliche Menge von Merkmalen definiert, anhand derer sämtliche Referenzmodelle beurteilt werden. Ferner nimmt eine natürlichsprachliche Evaluierung nicht Bezug auf eine bestimmte Theorie, die als Bewertungsgrundlage dient.

In der Literatur existiert eine Reihe von Arbeiten, die eine natürlichsprachliche Evaluierung von Referenzmodellen vornehmen (BERNUS, MERTINS, SCHMIDT 1998, 615-707; FRANK 1994; HAGEN 2001, 53-78; HANSEN, MARENT 1997; JOST 1993, 65-67, 115-118, 128-180; KELLER 1992; KUHN 1999, 62-

71; LEHNER, HILDEBRAND, MAIER 1995; LINDTNER 1992, 104-140; MARENT 1995b; MARENT 1995a; MIŠIĆ, ZHAO 2003; REMMERT 2001, 158-168; RIEG 1997, 88f., 118, 132-137, 165-168, 206f.; SCHÜTTE 1998, 80-86; SCHWEGMANN 1999, 59-61; WISSE 2001, 111-209). Viele dieser Ansätze thematisieren ihre Darstellung zwar nicht explizit unter dem Aspekt der Evaluierung. Indes ist jede Übersicht über Referenzmodelle letztlich eine Evaluierung, da bestimmte Aussagen über die betrachteten Referenzmodelle getroffen werden. In den genannten Untersuchungen finden sich i. d. R. verhältnismäßig allgemeine Aussagen, welche die Anwendungsdomäne der betrachteten Referenzmodelle charakterisieren. Darüber hinaus werden unterschiedliche Aspekte der betrachteten Referenzmodelle angesprochen.

Eine natürlichsprachliche Evaluierung ist stark subjektiv geprägt. In der Regel bleibt unklar, warum bestimmte Aspekte betont und andere nicht erwähnt werden. Tendenziell ist Evaluierungsart wenig systematisch und hat oft kursorischen Charakter. Vorteilhaft an einer natürlichsprachlichen Evaluierung ist, dass diese verhältnismäßig leicht und ohne größere Aufwendungen durchführbar ist. Ebenso können spezielle qualitative Aspekte eines Referenzmodells – im Vergleich zu anderen Evaluierungsperspektiven – leichter zum Ausdruck gebracht werden. Natürlichsprachliche Evaluierungen sind auch dann durchführbar, wenn Qualitätsmerkmale von Referenzmodellen noch wenig ausgebildet und gefestigt sind.

3.1.2 Merkmalsbasierte Evaluierung

Eine merkmalsbasierte Evaluierung definiert eine Menge von Merkmalen, anhand derer Referenzmodelle charakterisiert werden können. Die verwendeten Evaluierungsmerkmale werden nicht theoretisch abgeleitet, sondern ad hoc eingeführt. Varianten einer merkmalsbasierten Evaluierung sind horizontal- bzw. vertikal-dominierende Vergleiche (STRAHRINGER 1996, 111-113), Klassifikation (DORN 1980), Typologie (KNOBLICH 1972) oder Morphologie (ZWICKY 1966).

Merkmalsbasierte Evaluierungen von Referenzmodellen werden in (BROCKE VOM 2002, 111-114; ERZEN 2001, Anhang 16-31; FETTKE, LOOS 2002a; FETTKE, LOOS 2003a; FETTKE, LOOS 2003e; KLABUNDE, WITTMANN 1998; MALONE et al. 1999; MERTENS, HOLZNER 1992; MIŠIĆ, ZHAO 2000; REITER 1999; RISING 2000; SCHOLZ-REITER 1990; STRAHRINGER 1999; WINTER 2000, 110-114; WINTER et al. 1999) vorgestellt. Einige der angeführten Arbeiten nehmen neben einer merkmalsbasierten auch eine natürlichsprachliche Evaluierung der betrachteten Referenzmodelle vor. Bisher haben sich keine allgemeingültigen Merkmale herausgebildet. Mögliche Untersuchungsmerkmale betreffen bspw. Aspekte der verwendeten Modellierungssprache (Art, Konsistenz, Formalisierungsgrad etc.), die vom Referenzmodell betrachtete Anwendungsdomäne (Branche, Wirtschaftszweig, Betriebstyp, betrieblicher Funktionsbereich etc.) oder den Verwendungszweck des Modells (Softwareentwicklung, Organisationsgestaltung etc.). Speziell sei auf die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) (BECKER, ROSEMAN, SCHÜTTE 1995; BECKER, SCHÜTTE 1996, 65-92) verwiesen, die Merkmale zur Evaluierung von (Referenz-)Modellen darstellen. Allerdings sind den Autoren keine Arbeiten bekannt, in denen Referenzmodelle im Hinblick auf die GoM beurteilt werden. Ferner existieren Arbeiten, die allgemein eine Reihe von Merkmalen zur Bestimmung der Modellqualität beschreiben (LINDLAND, SINDRE, SØLVBERG 1994; MOODY, SHANKS 1998b).

Bei einem merkmalsbasierten Vergleich ist es nicht evident, wie die Menge der Merkmale gewählt wird, sodass die Merkmalsauswahl subjektiv ist. Zwar ist es möglich, mit mathematisch-statistischen Verfahren nachzuweisen, dass bestimmte Merkmale korrelieren bzw. für eine Systematik relevant sind. Diese Verfahren lösen aber nicht das Problem der initialen Auswahl möglicher Merkmale. Ferner kann es bei einer merkmalsbasierten Evaluierung zu Unklarheiten über die genaue Bedeutung der gewählten Merkmale kommen, weil die Merkmale nur unzureichend oder nicht operational definiert sind. Ein wesentlicher Vorteil einer merkmalsbasierten Beurteilung ist darin zu sehen, dass sie wie eine natürlichsprachliche Evaluierung verhältnismäßig einfach durchzuführen ist.

3.1.3 Metrikbasierte Evaluierung

In Anlehnung an den Begriff der Softwaremetrik (BALZERT 1998, 225) definiert eine (Referenz-)Modellmetrik, wie eine Kenngröße eines Modells gemessen wird. Es wird i. d. R. sowohl ein produkt- als auch ein prozessbezogener Qualitätsansatz verfolgt. Im Unterschied zu einer merkmalsbasierten Evaluierung geht eine metrikbasierte Evaluierung davon aus, dass jede Maßzahl operationalisiert und daher objektiv bestimmbar ist.

Den Autoren sind keine Arbeiten zur metrikbasierten Evaluierung von Referenzmodellen bekannt. Allerdings werden in (SCHÜTTE 1998, 134-137) Ansätze zur Operationalisierung der GoM aufgezeigt, obgleich von einer vollständigen Operationalisierung abgesehen wird (BECKER et al. 2000, 193). Ergänzend sei auf die Arbeiten von (DANEVA, SCHEER 1996; MAIER 1996; MOODY 1998) hingewiesen, in denen verschiedene Metriken für Informationsmodelle im Allgemeinen definiert werden. Mögliche Metriken betreffen bspw. Modellgröße, Erstellungsaufwand, Stabilität, Vollständigkeit, Erweiterbarkeit, Wiederverwendbarkeit u. a. Aspekte.

Das Hauptproblem einer metrikbasierten Evaluierung ist die Notwendigkeit der Operationalisierung der verwendeten Maßgrößen. Während bestimmte Maße verhältnismäßig unproblematisch ermittelt werden können (bspw. Anzahl der Entitätstypen in einem Entity-Relationship-Model (ERM)), ist die Operationalisierung anderer Maßzahlen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden (bspw. Maße zur Bestimmung der Konfigurierbarkeit, Anpassbarkeit und Benutzbarkeit eines Referenzmodells). Diese Problematik kann dazu führen, dass die interessierenden Größen nicht direkt, sondern nur indirekt bestimmt werden können. Ein solches Vorgehen erfordert es, die verwendeten Metriken umfassend empirisch zu validieren. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich bei der Interpretation von Metriken. So resümiert Balzert den Nutzen von Metriken im Allgemeinen wie folgt: Sie sind „mit der notwendigen Vorsicht und Skepsis zu betrachten. Sie liefern bestenfalls relative Aussagen und weisen in der Regel auf Anomalien hin“ (BALZERT 1998, 232).

3.2 Eigendisziplinäre Perspektiven

3.2.1 Metamodellbasierte Evaluierung

Der Begriff Metamodell wird in der Literatur nicht einheitlich verwendet. Im Wesentlichen zu unterscheiden ist zwischen einem sprach- und einem prozessbasierten Metamodellbegriff (STRAHRINGER 1996, 19-28; HOLTEN 2001): Ein sprachbasiertes Metamodell repräsentiert die in einem Modell verwendete Modellierungssprache, ein prozessbasiertes Metamodell den Konstruktions- und Anwen-

ungsprozess des Modells. Die Differenzierung eines sprach- und prozessbasierten Metamodellverständnisses ist vergleichbar mit der Unterscheidung eines produkt- und prozessbezogenen Qualitätsansatzes. Beide Arten der Metamodellbildung sind geeignet, um Referenzmodelle zu evaluieren. Eine sprachbasierte metamodellbasierte Evaluierung untersucht die Konstrukte der verwendeten Modellierungssprache und Beziehungen zwischen Modellen bzw. Beziehungen zwischen Sichten oder Perspektiven auf Modelle. Eine derartige Analyse erlaubt bspw. die syntaktische Korrektheit eines Referenzmodells zu überprüfen. Hingegen untersucht eine prozessbasierte metamodellbasierte Evaluierung den Konstruktions- und Anwendungsprozess eines Referenzmodells. Diese Art der Evaluierung gibt Aufschluss sowohl über die Struktur und den Ablauf der Entwicklung eines Referenzmodells als auch über die Anpassung des Referenzmodells an unternehmensspezifische Besonderheiten.

Den Autoren sind keine metamodellbasierten Untersuchungen zur Evaluierung von Referenzmodellen bekannt. Indes werden in der merkmalsbasierten Untersuchung von (FETTKE, LOOS 2003a) explizit Merkmale zur Charakterisierung von Referenzmodellen verwendet, die sich an einem sprachbasierten Metamodellbegriff orientieren: In der Arbeit werden 26 Referenzmodelle im Hinblick auf die verwendete Modellierungssprache und fokussierte Modellierungssicht (Struktur, Verhalten und Funktion) untersucht. Ebenso werden in (FETTKE, LOOS 2002b) alternative prozessbasierte Metamodelle zur Referenzmodellierung untersucht. Ergebnis dieser Untersuchung ist u. a. die Feststellung, dass Anwendungsmodelle auf Basis monolithischer oder bausteinbasierter Referenzmodelle konstruiert werden können.

Diese Art der Evaluierung hat den Vorteil, dass die in einem Metamodell entwickelten Vergleichsmerkmale direkt aus den Untersuchungsobjekten abgeleitet werden können und nicht auf einer ad hoc Zusammenstellung einer Merkmalsliste beruhen. Allerdings können durch eine metamodellbasierte Evaluierung nur modellierungstechnische Aspekte untersucht werden. Unter der Prämisse, dass die Produktqualität positiv mit der Qualität des Konstruktionsprozesses korreliert, sind bei einer prozessbasierten metamodellbasierten Evaluierung indirekt Aussagen zur inhaltlichen Modellqualität möglich (vgl. hierzu die Ergebnisse der Forschungsansätze zur Qualitätssicherung im Software Engineering wie bspw. dem Capability Maturity Model (CMM) (PAULK et al. 1993), in diesem Sinne auch: (BROCKE VOM 2002, 174-184)).

3.2.2 Masterreferenzmodellbasierte Evaluierung

So wie ein Referenzmodell eine Möglichkeit zur Beurteilung von Anwendungsmodellen bildet, kann ein Masterreferenzmodell die Evaluierung eines Referenzmodells ermöglichen. Ein Masterreferenzmodell wird hier definiert als ein Referenzmodell, das nicht *eine bestimmte* Unternehmensklasse, sondern mehrere, im Idealfall sämtliche Unternehmensklassen repräsentiert. Diese Begriffsauffassung unterscheidet sich von den Auffassungen von (SCHÜTTE 1998, 212), der Masterreferenzmodelle ausschließlich auf die unternehmensklassenunabhängigen Aspekte einschränkt, und der Auffassung von (ROSEMANN 1995, 35f.), der davon ausgeht, dass ein Masterreferenzmodell durch die Komposition von verschiedenen Referenzmodellen entsteht. Von dieser kompositionellen Beziehung wird hier nicht zwingend ausgegangen. Bei der hier erfolgten Art der Evaluierung wird untersucht, ob ein Referenzmodell die im Masterreferenzmodell repräsentierten Sachverhalte berücksichtigt. Ebenso ist eine Einordnung und Positionierung des Gegenstandes eines Referenzmodells möglich.

Grundproblem dieser Art der Evaluierung ist, dass den Autoren zurzeit keine Masterreferenzmodelle bekannt sind. Eine bisweilen gewählte Umgehung dieser praktischen Unzulänglichkeit besteht darin, willkürlich ein Referenzmodell als ein Masterreferenzmodell zu deklarieren und dieses als Grundlage für die Evaluierung zu benutzen. Dieses Vorgehen wird bspw. von (ERZEN 2001, 50-54) gewählt. Der Autor entwickelt auf Grundlage vorhandener Referenz*funktions*modelle ein Gesamtmodell, das sämtliche Funktionen der betrachteten Modelle umfasst. Das Gesamtmodell wird in einem zweiten Schritt als Masterreferenzmodell deklariert und als Evaluierungsgrundlage der betrachteten Modelle verwendet. Weitere Schwierigkeiten können durch die Verwendung unterschiedlicher Modellierungssprachen entstehen, sodass die Vergleichbarkeit der untersuchten Modelle erschwert wird. Positiv an dieser Art der Evaluierung ist, dass Referenzmodelle systematisch und fundiert evaluiert werden können. Indes bleibt offen, wie wiederum die Qualität des Masterreferenzmodells zu sichern ist. Mögliche Defizite des Masterreferenzmodells können bspw. erkannt werden, wenn relevante Sachverhalte in einem Referenzmodell repräsentiert sind, die sich nicht im Masterreferenzmodell wiederfinden.

3.2.3 Paradigmatische Evaluierung

Die paradigmatische Evaluierung untersucht metatheoretische Annahmen von Referenzmodellen. Mögliche metatheoretische Annahmen betreffen vier Bereiche (KLEIN, LYYTINEN 1992, 204-207): 1. Ontologische Aspekte: Was ist der Gegenstand der Modellierung? Welche Modellierungskonzepte werden verwendet? Wird von einer Existenz der Realität ausgegangen? 2. Epistemologische Aspekte: Welchen Realitätsbezug besitzt ein Modell? Wie können Referenzmodelle validiert werden? Kann die Realität von einem Subjekt unverzerrt wahrgenommen werden, wenn von ihrer Existenz ausgegangen wird? 3. Linguistische Aspekte: Wie wird die Bedeutung einer Sprache definiert? In welcher sprachlichen Form sind Modelle zu repräsentieren? Bis zu welchem Grad wird eine Formalisierung der Syntaktik, Semantik und Pragmatik eines Modells für möglich gehalten? 4. Kontextbezogene Aspekte: Welche soziologischen Annahmen implizieren Modelle? Welche sozialen Funktionen erfüllen Modelle? Welchen sozialen Kontext haben Modelle? Kann von der Stabilität des sozialen Kontextes ausgegangen werden?

Den Autoren sind keine metatheoretischen Evaluierungen von Referenzmodellen bekannt, obgleich in der Literatur vereinzelt metatheoretische Aspekte von Methoden der Referenzmodellierung diskutiert werden (FETTKE, LOOS 2002b; SCHÜTTE 1998, 40-62; WOLF 2001). Unterschiede in metatheoretischen Annahmen äußern sich beispielsweise im gewählten Modellbegriff: Die genannten Quellen weisen darauf hin, dass Modelle zum Teil als Abbildungen der Wirklichkeit, aber auch als (zweckrelevante) Konstruktionen verstanden werden können. Metatheoretische Aspekte der Datenmodellierung im Allgemeinen werden von (HIRSCHHEIM, KLEIN, LYYTINEN 1995; KLEIN, LYYTINEN 1992) behandelt, die insbesondere darauf hinweisen, dass Modelle als Gesetze zu verstehen sind, welche die Gestaltung der betrieblichen Praxis einerseits selber prägen und andererseits von diesen beeinflusst werden.

Es ist zu erwarten, dass eine paradigmatische Evaluierung von Referenzmodellen zwar aus theoretischer Sicht wesentliche Unterschiede zwischen Referenzmodellen aufzeigen kann. Allerdings scheint aus anwendungsbezogener Sichtweise der Nutzen einer paradigmatischen Evaluierung begrenzt, da über Anwendungsaspekte von Referenzmodellen wenig ausgesagt wird. Diese Einschätzung soll belegt werden mit dem Beispiel eines Vergleichs von Referenzmodellen mit Entwurfsmustern: Ent-

wurfsmuster können ähnlich wie Referenzmodelle als Vorlagen für die Lösung bestimmter Problemstellungen verstanden werden, die allerdings primär auf die informationstechnische Entwicklung ausgerichtet sind und im Verhältnis zu Referenzmodellen in der Regel feingranularer beschrieben werden (SCHWEGMANN 1999). In der Literatur zu Entwurfsmustern wird im Gegensatz zur Literatur zu Referenzmodellen stets betont, dass Entwurfsmuster nicht konstruiert, sondern aufgefunden werden und sich bewähren müssen (COPLIEN 2000, 1606; RISING 1998). Somit basieren Entwurfsmuster und Referenzmodelle auf unterschiedlichen metatheoretischen Annahmen, deren Kenntnis in praktischen Modellierungssituationen nur bedingt hilfreich ist: Das so gewonnene Wissen enthält bspw. keine Aussagen hinsichtlich der unterstützten Anwendungsdomäne eines Referenzmodells. Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass keine bestimmten metatheoretischen Annahmen überlegen sind (SIAU, ROSSI 1998, 3).

3.3 Fremddisziplinäre Perspektiven

3.3.1 Situative Evaluierung

Die situative Evaluierung stützt sich auf die situative Organisationstheorie. Ansätze der situativen Organisationstheorie formulieren keine allgemein gültigen Aussagen, sondern nur Bedingungsaussagen, die sich auf den Kontext und das Umfeld einer Organisation abstützen (SCHULTE-ZURHAUSEN 1995, 19-23). In diesem Ansatz wird keine universell optimale Organisationsform ermittelt, sondern es werden Merkmale einer Organisation als Variablen eingeführt, deren konkrete Ausprägungen die gewählte Organisationsform determinieren. Der Ansatz der situativen Organisationstheorie kann auf die Referenzmodellierung übertragen werden. Bei einer situativen Evaluierung ist zu untersuchen, unter welchen Bedingungen und Einsatzfaktoren bestimmte Referenzmodelle zur Anwendung kommen können.

Den Autoren sind keine umfassenden situativen Evaluierungen von Referenzmodellen bekannt. Doch gibt es einzelne Ansätze, die Ideen der situativen Organisationstheorie aufgreifen: Remme erhebt die Forderung, Referenzprozessmodelle (in der Terminologie des Autors: Prozesspartikel) inklusive wichtiger Einflussfaktoren und Gestaltungsziele zu dokumentieren (REMME 1997, 207f.). Der Autor führt das Beispiel an, dass ein bestimmter Referenzprozess zur Lagerhaltung nur dann angewendet werden sollte, wenn bestimmte Rahmenbedingungen vorliegen, bspw. „Teil ist lagerfähig“, „kurze Lieferzeiten sind wettbewerbsentscheidend“, „zukünftige Kundenbedarfe sind prognostizierbar“. Gleichfalls hat dieser Referenzprozess Auswirkungen auf Unternehmensziele (bspw. kürze Durchlaufzeiten bei höheren Kosten). Ebenso konstruiert (LOOS 1997) Referenzmodelle für verschiedene Produktionssituationen in der chemischen Industrie. Die Grundidee einer situativen Evaluierung wird auch von anderen Autoren verfolgt (JOST 1993; MALONE et al. 1999; MERTENS, LOHMANN 2002). Die Notwendigkeit der Dokumentation von situativen Faktoren, die Einsatzvoraussetzungen von Modellen beschreiben, wird insbesondere auch im Bereich der Literatur zu Entwurfsmustern hervorgehoben (GAMMA et al. 1995; KAISLER, ARMOUR 2002, 400). Elementarer Bestandteil der Dokumentation eines Entwurfsmusters ist ein Abschnitt „Kontext“, in dem verschiedene Faktoren analysiert werden, welche die Anwendungssituationen des Musters empfehlen oder einschränken.

Auch wenn zur Zeit nur wenige situative Evaluierungen von Referenzmodellen vorliegen, so ist doch zu vermuten, dass die Ergebnisse solcher Untersuchungen eine hohe praktische Relevanz besitzen, da identifizierte situative Faktoren einen direkten Hinweis auf die Einsetzbarkeit von Referenzmodellen erlauben. Einschränkend ist festzustellen, dass die Aussagen einer situativen Evaluierung hypothetischen Charakter haben und daher durch empirische Evaluierungsansätze zu überprüfen sind.

3.3.2 Evaluierung auf Basis der Bunge-Ontologie

Ontologien erfahren zur Zeit ein reges Interesse in Wissenschaft und Praxis (FENSEL 2001; HESSE 2002; MÄDCHE, STAAB, STUDER 2001). Innerhalb der (Wirtschafts-)Informatik gibt es ein breites und heterogenes Verständnis, was Ontologien sind. Bspw. werden Ontologien einerseits – in Anlehnung an die Forschung in der Künstlichen Intelligenz – als explizite Spezifikationen von Konzeptualisierungen verstanden (GRUBER 1995, 908; ZELEWSKI, SCHÜTTE, SIEDENTOPF 2001, 186), andererseits als Begriffsverzeichnisse, die einem Thesaurus (BURKART 1997) gleichen (FRANK, SCHAUER 2001, 722f.). In dieser Arbeit wird eine andere Begriffsauffassung unterstellt, die auf die Philosophie zurückzuführen ist. Allgemein bezeichnet der Begriff Ontologie in der Philosophie die Lehre vom Sein (SEIFFERT 1994, 135-137). In der speziellen Auffassung von Bunge beschäftigt sich die Ontologie mit der Ganzheit der Wirklichkeit (BUNGE 1977, 5f.). Während die Disziplinen Semantik, Logik und Mathematik sich mit formalen oder idealen Gegenständen wie Mengen und Funktionen auseinandersetzen, untersucht die Ontologie konkrete Gegenstände der Realität wie Personen, Flugzeuge und Häuser und deren Verhalten in einer weitest möglichen Form. Dieses Verständnis ermöglicht es, die Ontologie als eine theoretische Grundlage der Informationsmodellierung zu verstehen, wenn von der Annahme ausgegangen wird, dass fachkonzeptionelle Modelle die Wirklichkeit repräsentieren. (WAND, WEBER 1995; WAND, WEBER 2002; WEBER 2002; WAND et al. 1995). Grundlage einer ontologischen Evaluierung ist die ontologische Normalisierung eines Referenzmodells (FETTKE, LOOS 2003c). Ziel einer ontologischen Normalisierung ist die Repräsentation der in einem Referenzmodell dargestellten Sachverhalte in einem ontologisch normalisierten Referenzmodell. Ein ontologisch normalisiertes Referenzmodell enthält keine technischen Aussagen, sondern repräsentiert ausschließlich Gegenstände der Anwendungsdomäne. Eine ontologische Evaluierung eines Referenzmodells umfasst vier Schritte:

1. Entwicklung einer Transformationsvorschrift: Zuerst ist eine Repräsentations- und Interpretationsabbildung zwischen den Konstrukten des verwendeten ontologischen Modells und der verwendeten Modellierungssprache zu konstruieren.
2. Identifikation ontologischer Defizite: Im anschließenden Schritt wird überprüft, inwieweit die im Referenzmodell verwendeten Konstrukte der zuvor eingeführten Transformationsvorschrift genügen.
3. Transformation des Referenzmodells: Die Transformation des Referenzmodells in ein ontologisches Modell erfolgt im dritten Schritt. Das ontologische Modell wird als ein normalisiertes Referenzmodell verstanden.
4. Bewertung der Ergebnisse: Im abschließenden vierten Schritt können Bewertungen auf Grundlage der Ergebnisse der ersten drei Schritte durchgeführt werden.

Erste Ansätze zur Evaluierung von Referenzmodellen auf Basis der Bunge-Ontologie werden beschrieben von (FETTKE, LOOS 2003b; FETTKE, LOOS 2003d; FETTKE, LOOS 2004). Zudem werden in der Literatur einerseits Qualitätskriterien von Datenmodellen ontologisch fundiert (WAND, WANG 1996) und andererseits ontologische Evaluierungen von Modellierungssprachen vorgenommen (EVERMANN, WAND 2001b; EVERMANN, WAND 2001a; GREEN, ROSEMAN 2000; OPDAHL, HENDERSON-SELLERS 2001; OPDAHL, HENDERSON-SELLERS 2002; WAND, STOREY, WEBER 1999; WEBER, ZHANG; WEBER, ZHANG 1996). Exemplarisch sei die zuvor genannte ontologische Evaluierung der Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS) von Green und Rosemann genannt, die auf dem Bunge-Wand-Weber-Modell (BWW-Modell) beruht. Ein Ausschnitt der entwickelten Abbildung der Konstrukte des BWW-Modells auf Konstrukte von ARIS (Repräsentationsabbildung) wird in Bild 4 dargestellt. Aus dem Bild geht u. a. hervor, dass eine BWW-Class durch mehrere ARIS-Konstrukte (Problem der ontologischen Redundanz) und ein BWW-System durch kein ARIS-Konstrukt (Problem der ontologischen Unvollständigkeit) repräsentiert wird. Es ist zu vermuten, dass ontologische Defizite der Modellierungssprache sich auf die Qualität von Referenzmodellen auswirken, die in dieser Sprache repräsentiert sind.

	Process View	Data View	Function View	Organizational View	Output View
BWW-Class	–	Entity Type	–	Organizational type, position, user (class)	Material Output/Input, Services
BWW-State	Event type (only the state variables that trigger the function)	–	–	–	–
BWW-Transformation	Function type	–	Function Type	–	–
BWW-System	–	–	–	–	–

Bild 4 Repräsentationsabbildung der ontologischen Evaluierung von ARIS nach Green und Rosemann (GREEN, ROSEMAN 2000, 81) (Ausschnitt)

Zunächst ist festzustellen, dass mit dieser Art der Evaluierung inhaltliche Modellierungsaspekte untersucht werden können, wenn vorausgesetzt wird, dass weitere ontologische Modelle der Anwendungsdomäne bekannt sind (FETTKE, LOOS 2003c). Allerdings zeigen ontologische Untersuchungen von Modellierungssprachen, dass diese Evaluierungsart aufwändig ist (ROSEMAN, GREEN 2002). Ferner ergibt sich aus theoretischer Sicht die Kritik, dass sich bisher keine universelle, allgemein akzeptierte Ontologie herausgebildet hat. Insofern ist eine ontologische Evaluierung stets mit der willkürlichen Auswahl einer bestimmten Ontologie verbunden. Es muss allerdings betont werden, dass diese Kritik nicht die ontologische Evaluierung als Evaluierungsmethode angreift, sondern nur eine konkrete Durchführung im Einzelfall, da eine Evaluierung mit unterschiedlichen Ontologien durchführbar ist (bspw. existieren auch Arbeiten, die die Ontologie von Chisholm als Grundlage verwenden (MILTON, KAZMIERCZAK, KEEN 2001; MILTON, KAZMIERCZAK, THOMAS 2000)). Zudem ist ergänzend darauf

hinzuweisen, dass jede Art der Evaluierung ontologische Annahmen zu treffen hat. Dass diese Annahmen bei einer ontologischen Evaluierung expliziert werden, sollte nicht als Argument gegen diese Art der Evaluierung angebracht werden. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass eine ontologische Evaluierung eine starke theoretische Fundierung der Evaluierung erlaubt, da die verwendeten Evaluierungskriterien auf der Grundlage einer etablierten Theorie zur Repräsentation der Wirklichkeit abgeleitet werden.

3.3.3 Kognitionspsychologische Evaluierung

Eine kognitionspsychologische Evaluierung von Referenzmodellen untersucht, inwieweit die gewählte Darstellungsart und Struktur der Repräsentation eines Referenzmodells die menschlichen Informationsverarbeitungsprozesse unterstützt bzw. behindert. Diese Art der Evaluierung betont, dass Referenzmodelle genutzt werden, um Aussagen zwischen einem Modellkonstrukteur und einem Modellnutzer zu kommunizieren. Für diese Art der Evaluierung wird auf Theorien der Kognitionspsychologie zurückgegriffen (SIAU, ROSSI 1998, 4). Bspw. wurde in kognitionspsychologischen Arbeiten nachgewiesen, dass das menschliche Kurzzeitgedächtnis nur eine verhältnismäßig kleine Anzahl an Gegenständen kurzfristig speichern kann (nach (MILLER 1956) 7 ± 2 Gegenstände). Diese und andere Erkenntnisse können zur Gestaltung und Evaluierung von Referenzmodellen verwendet werden.

Den Autoren sind keine kognitionspsychologischen Evaluierungen von Referenzmodellen bekannt. Allerdings existieren verschiedene Arbeiten, die sich allgemein mit kognitionspsychologischen Aspekten der Informationsmodellierung auseinandersetzen (BECKER, MEISE 2003; HUANG, BURNS 2000; MEISE 2001, 197-226; SIAU 1999). Bspw. werden in der genannten Arbeit von Meise Gestaltungshinweise zur Strukturierung von Modellen mit Hilfe von Ordnungsrahmen gegeben, die kognitionspsychologisch fundiert werden. Ebenso sei auf Arbeiten verwiesen, die Möglichkeiten einer dreidimensionalen Darstellung mit oder ohne Virtual Reality-Technologien zwecks besserer kognitionspsychologischer Repräsentation eines Informationsmodells untersuchen (ALLISAT, ESSWEIN, GREIFFENBERG 2002; KRALLMANN, GU, MITRITZ 1999; LEINENBACH 2000).

Da die Nutzung von Referenzmodellen als eine Kommunikationssituation zwischen menschlichen Akteuren verstanden werden kann (WOLF 2001, 107-111), ist festzustellen, dass kognitionspsychologische Theorien wichtige Hinweise geben, um Referenzmodelle nicht intuitiv, sondern im Hinblick auf diese Perspektive fundiert zu konstruieren. Daher ist eine kognitionspsychologische Evaluierung erstrebenswert. Allerdings ist zu bedenken, dass kognitionspsychologische Theorien nicht unmittelbar auf die Informationsmodellierung übertragen werden können. Bspw. ist es möglich, dass Informationsverarbeitungsprozesse erfahrener Modellierer in einer bestimmten Art konditioniert sind. Vor diesem Hintergrund können etablierte kognitionspsychologische Theorien nicht unmittelbar adaptiert werden, sondern sind zunächst auf ihre Gültigkeit in der Informationsmodellierung zu überprüfen. Hierfür sind ebenso empirische Evaluierungen notwendig.

3.3.4 Ökonomische Evaluierung

Aus einer anwendungsbezogenen Perspektive sollten Referenzmodelle die Konstruktion von Anwendungsmodellen wirtschaftlicher gestalten. Deshalb ist eine ökonomische Evaluierung von Referenzmodellen zu fordern. Referenzmodelle können dabei sowohl aus einer betriebswirtschaftlichen als

auch aus einer volkswirtschaftlichen Sichtweise evaluiert werden, da an der Konstruktion und Nutzung von Referenzmodellen unterschiedliche Wirtschaftseinheiten beteiligt sein können. Aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive kann bspw. davon ausgegangen werden, dass die Konstruktion und die Verwendung von Referenzmodellen ein investitionstheoretisches Problem darstellt. Für derartige Untersuchungen bietet es sich an, mehrperiodige Ansätze der Wirtschaftlichkeitsrechnung zu verwenden (bspw. vollständige Finanzpläne (GROB 1989)). Es ist zu vermuten, dass bei der Ermittlung von quantitativen Aspekten in der Regel mit erheblichen Bewertungsdefekten zu rechnen ist: Bereits die ökonomische Bewertung der Wiederverwendung von Softwareartefakten im Allgemeinen ist mit umfassenden Restriktionen verbunden (MILI et al. 2001, 494-525), die auch bei Bewertung der Wiederverwendung von Referenzmodellen im Speziellen greifen. Bspw. können die Nutzeffekte der Anschaffung eines Referenzmodells a priori nur geschätzt werden. Folglich sind ebenso qualitative Methoden zur ökonomischen Evaluierung heranzuziehen (NAGEL 1990). Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind u. a. Untersuchungen zur Standardisierung von Technologien und ihrer Entwicklung bzw. Verbreitung von Relevanz.

Den Autoren sind bisher keine ökonomischen Evaluierungen von Referenzmodellen bekannt. Auch wenn diese Art der Evaluierung aus ökonomischer Sicht anzustreben ist, so ist doch mit Bewertungsdefekten zu rechnen. Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass ökonomische Evaluierungen nur eingeschränkt konkrete Evaluierungsergebnisse für die Modellierungspraxis hervorbringen können.

3.4 Empirische Perspektiven

3.4.1 Befragung

Zielstellung einer Befragung ist es, Daten über Meinungen, Auffassungen, Eindrücke und Einstellungen von Personen zu bestimmten Aspekten der Konstruktion und Anwendung von Referenzmodellen zu erhalten. Mit Hilfe einer Befragung ist es möglich, bestimmte a priori formulierte Thesen zu überprüfen, um diese zu bestätigen oder zu verwerfen (BORTZ, DÖRING 2002, 237-262; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 26-49; SCHNELL, HILL, ESSER 1999, 299-357). Auf diese Weise wird es möglich, neue Hypothesen zu generieren und diese in weiteren Umfragen iterativ weiterzuentwickeln. Der Aufbau und Ablauf einer Befragung kann im Hinblick auf ihren Standardisierungsgrad und der Art des Kontaktes zwischen Fragestellern und befragten Personen variieren. Mit Hilfe von Befragungen können bspw. Verbreitungsgrad und Allgemeingültigkeit eines Referenzmodells untersucht werden.

Den Autoren sind keine Befragungen zur Evaluierung von Referenzmodelle bekannt. Allerdings werden Fragestellungen der Referenzmodellierung in einzelnen Befragungen angesprochen. In der Befragung von Schütte werden einerseits Anwendung und Nutzung von Referenzmodellen im Allgemeinen und andererseits der Konstruktionsprozess von Referenzmodellen im Besonderen untersucht (SCHÜTTE 1998, 75-80, 367-402). Ebenso untersucht Maier Aspekte der Referenzdatenmodellierung (MAIER 1996, 262f.). Ein Ergebnis der Untersuchung ist, dass in 10 von 42 befragten Unternehmen (ca. 24%) Referenzdatenmodelle verwendet werden. Ebenso sei auf die bereits in Abschnitt 2 erwähnte Befragung von (GREEN, ROSEMAN 2001) hingewiesen.

Ein allgemeines Problem von schriftlichen Befragungen ist die häufig nur geringe Rücklaufquote der versendeten Befragungsbögen (SIAU, ROSSI 1998, 4; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 43; SCHÜTTE 1998, 371). Weiterhin ist zu bedenken, dass Befragungen nur Aussagen über Merkmale von Referenzmodellen ermöglichen, die von den befragten Personen wahrgenommen werden. Es sind also keine objektiven Messungen möglich. Indes ist dieses Argument nur bedingt eine tatsächliche Einschränkung, da der Grad der Nutzung von Referenzmodellen letztlich auf die von den Konstrukteuren und Anwendern wahrgenommenen Vorzüge und Schwachstellen zurückzuführen ist, und nicht zwingend auf objektive Einflussfaktoren beruhen muss. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich daraus, dass bisher in der Praxis zu bestimmten Referenzmodellen ein nur geringes Erfahrungswissen vorhanden ist, da bestimmte Referenzmodelle aufgrund ihrer Neuigkeit vermutlich noch nicht weit verbreitet sind. Trotz der kritischen Argumente, die gegen eine Befragung angebracht worden sind, ist doch festzustellen, dass Befragungen gute Möglichkeiten zur Evaluierung von Referenzmodellen geben, wenn davon ausgegangen wird, dass zum Referenzmodell breites Erfahrungswissen in der Praxis vorliegt.

3.4.2 Laborexperiment

Laborexperimente haben zum Ziel, Aspekte der Konstruktion und Anwendung von Referenzmodellen unter weitgehendem Ausschluss von Störvariablen in einer künstlich geschaffenen Umgebung – dem Versuchslabor – zu untersuchen. Hierzu wird im Versuchslabor der Einfluss von unabhängigen Variablen auf abhängige Variablen ermittelt (BORTZ, DÖRING 2002, 60f.; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 83-86; SCHNELL, HILL, ESSER 1999, 214-218). Bspw. kann in einem Labor untersucht werden, welchen Einfluss Modellierungssprachen zur Repräsentation von Referenzmodellen auf die Verwendung des Referenzmodells ausüben oder ob bestimmte Modellierungsprobleme mit Hilfe von Referenzmodellen schneller oder besser gelöst werden können.

Den Autoren sind keine Laborexperimente im Zusammenhang mit Referenzmodellen im Speziellen bekannt. Allerdings werden in der Literatur vereinzelte Laborexperimente zur Verwendung von Entwurfsmustern (PRECHELT, UNGER 1999; PRECHELT et al. 2001) beschreiben. Ferner existieren ebenso Laborexperimente, welche die Probleme der Informationsmodellierung im Allgemeinen untersuchen (BODART et al. 2001; BURTON-JONES, MESO 2002; KIM, HAHN, HAHN 2000; KIM, MARCH 1995; SHANKS et al. 2002; WEBER 1996). Ein Ergebnis der genannten Untersuchung von Bodart et al. ist, dass die Vermeidung von optionalen Merkmalen in Datenmodellen das Problemlösungsverhalten der Probanden verbessert. Vor dem Hintergrund, dass bspw. im Handelsreferenzmodell von Becker und Schütte (BECKER, SCHÜTTE 1996) zahlreiche optionale Merkmale verwendet werden, eröffnet sich ein Spannungsfeld zwischen Ergebnissen empirischer und konzeptioneller Forschung, das es näher zu untersuchen gilt.

Laborexperimente ermöglichen es einerseits, den Einfluss von unabhängigen auf abhängige Variablen mit großer Sicherheit auszumachen (hohe interne Validität der Untersuchung). Andererseits besitzen Laborexperimente auch deutliche Schwächen: Gegenstand der Experimente sind i. d. R. künstliche Anwendungsszenarien, die meist sehr stark vereinfacht sind und keine reale Problemstellung widerspiegeln. Zudem handelt es sich bei den Versuchspersonen im Labor häufig nicht um erfahrene Praktiker, sondern bspw. um Studenten, die zwar mit den zu untersuchenden Modellierungsmethoden und Referenzmodellen vertraut sind, aber nicht über einen umfassenden Erfahrungshintergrund verfügen.

Somit können die Ergebnisse von Laborexperimenten oft nur bedingt auf die Wirklichkeit übertragen werden (geringe externe Validität der Untersuchung).

3.4.3 Feldstudie

Eine Feldstudie versucht den wesentlichen Nachteil der unzureichenden Verallgemeinerungsfähigkeit des Laborexperimentes zu überwinden, indem die Experimente nicht in einer künstlichen Laborsituationen durchgeführt werden, sondern in einem realistischen Modellierungsumfeld in einer Unternehmung („im Feld“). Bei der Durchführung der Feldstudie ist zu beachten, dass der vorgefundene Realitätsausschnitt vom Forscher nicht verändert wird. Gleichzeitig muss es aber gelingen, einerseits den Einfluss unabhängiger Variablen auf abhängige Variablen zu ermitteln und andererseits Störvariablen weitgehend zu kontrollieren (BORTZ, DÖRING 2002, 338-343; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 82f.; SCHNELL, HILL, ESSER 1999, 214-218). Im Rahmen einer Feldstudie wäre es bspw. möglich, die Auswirkungen des Einsatzes eines bestimmten Referenzmodells für eine bestimmte Aufgabenstellung im Hinblick auf verschiedene Parameter (bspw. Kosteneinsparung, Entwicklungszeit etc.) näher zu untersuchen.

Den Autoren sind keine Feldstudien im Bereich der (Referenz-)Modellierung bekannt. Der wesentliche Vorteil einer Feldstudie im Vergleich zu einem Laborexperiment ist die hohe externe Validität, die in der Regel allerdings durch eine geringere interne Validität der Untersuchung erkaufte wird, wenn es nicht gelingt, vorhandene Störgrößen bei der Untersuchung hinreichend zu beherrschen. Die Möglichkeit der Beherrschung von Störgrößen bei Felduntersuchungen zur Informationsmodellierung wird von Frank kategorisch bezweifelt (FRANK 1999b, 147). Diese These kann zutreffen, wurde allerdings noch nicht empirisch bestätigt. Weitere Schwierigkeiten bei der Durchführung von Feldstudien können sich zum einen daraus ergeben, dass Forschern kein hinreichender Einblick in ein Unternehmen gewährt wird (bspw. aus Gründen der Geheimhaltung). Zum anderen ist es notwendig, dass Referenzmodelle und Methoden der Referenzmodellierung im Unternehmen hinreichend bekannt sind, bevor sinnvoll Feldstudien durchgeführt werden können. Diese Voraussetzungen werden oft nicht gegeben sein.

3.4.4 Fallstudie

Zielstellung einer Fallstudie ist es, eine konkrete Modellierungssituation in einer Organisation zu einem bestimmten Zeitpunkt zu erfassen und zu dokumentieren. Hierbei wird nicht versucht, unabhängige Variablen systematisch zu verändern, Auswirkungen auf abhängige Variablen zu ermitteln und Störgrößen zu kontrollieren. Statt dessen wird eine bestimmte Problemstellung der Referenzmodellierung praktisch gelöst. Inhalt der Fallstudie ist die umfassende Dokumentation der Problemstellung, des Lösungswegs sowie der resultierenden Ergebnisse (AVISON et al. 1999; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 81f.; SCHNELL, HILL, ESSER 1999, 235-238).

In der Literatur sind vereinzelt Fallstudien zur Referenzmodellierung bekannt. Bspw. wird in (SCHWEGMANN 1999, 185-223) eine Fallstudie zur objektorientierten Konstruktion von Referenzmodellen im Lagerbereich durchgeführt. Ein Ergebnis der Untersuchung ist, dass objektorientierte Konzepte vielversprechende Potenziale bei der Repräsentation von Referenzmodellen besitzen. Ebenso evaluiert (BUCHWALTER 2002) das von ihr konstruierte Referenzmodell im Rahmen einer prototypischen Anwendung. Ferner werden verschiedene Fallstudien im Bereich der Prozessmodellierung in

(BECKER, KUGELER, ROSEMANN 2003, 509-586) beschrieben, wobei explizit auf den Nutzen von Referenzmodellen bei der Ist- und Sollmodellierung eingegangen wird (SCHALLERT, ROSEMANN 2003, 584).

Fallstudien sind gekennzeichnet durch eine fehlende Objektivität und schwache Generalisierbarkeit der gewonnenen Ergebnisse, da einerseits der betrachtete Anwendungsfall meist nicht repräsentativ ist und andererseits die Fallstudienresultate der subjektiven Interpretation des einzelnen Forschers unterliegen. Trotz der erheblichen Nachteile von Fallstudien ermöglicht diese Evaluierungsmethode die Gewinnung einer Vielzahl verschiedener subjektiver Eindrücke und Informationen. So ist es bspw. möglich, bestimmte Modellierungskonzepte im Hinblick auf ihre Konsistenz zu untersuchen bzw. ihre Realisierbarkeit und Nützlichkeit zu demonstrieren.

3.4.5 Aktionsforschung

Die Anwendung der Aktionsforschung hebt die traditionelle Trennung auf, die zwischen dem Untersuchungsgegenstand (Objekt der Untersuchung) und dem Subjekt, das die Untersuchung durchführt, besteht (BORTZ, DÖRING 2002, 343-345; MÜLLER-BÖLING, KLANDT 1996, 86f.). Somit wird der Forscher selbst Teil der Untersuchung, der sowohl einen Einfluss auf die Durchführung der Problemlösung ausübt als auch selber vom Gang der Untersuchung beeinflusst wird. Aktionsforschung findet in der Praxis statt, wobei der Forscher die Rolle eines wissenschaftlichen Beraters einnimmt. Bspw. kann mit Hilfe von Aktionsforschung die Konstruktion und Weiterentwicklung eines Referenzmodells vorangetrieben werden, indem in einem ersten Schritt vom Forscher eine Initialversion eines Referenzmodells entwickelt wird. Diese erste Version wird in einem zweiten Schritt in der Praxis angewendet, wobei der Forscher einerseits notwendige Schulungsmaßnahmen durchführt und andererseits unmittelbar die Vorzüge und Schwachstellen der Referenzmodellierung zur Kenntnis nimmt. Das erhaltene Feedback wird im nächsten Schritt zu einer überarbeiteten Version des Referenzmodells führen, wodurch eine neue Forschungsiteration angestoßen wird.

Den Autoren sind keine Ansätze zur Aktionsforschung in der Referenzmodellierung bekannt. Doch ist davon auszugehen, dass einige Konstrukteure von Referenzmodellen implizit Aktionsforschung betreiben. Bspw. deutet das Geleitwort der Arbeit von Hagen darauf hin, dass Aktionsforschung zur Konstruktion des Referenzmodells angewendet wurde (HAGEN 2001, 13f.). Ebenso sind bspw. die Referenzmodelle in (LOOS 1992; LOOS 1997) in enger Kooperation mit Unternehmenspartnern unter Anwendung wissenschaftlicher Arbeitsweisen entstanden. (MOODY, SHANKS 1998a) haben die von ihnen entwickelten Qualitätsmerkmale von Anwendungsmodellen mit Hilfe von Aktionsforschung überprüft und verfeinert.

In (BORTZ, DÖRING 2002, 345) wird darauf hingewiesen, dass Aktionsforschung tendenziell dann sinnvoll eingesetzt werden kann, wenn Forscher und Akteure im Untersuchungsfeld einen ähnlichen (sozialen) Erfahrungshintergrund besitzen. Diese Voraussetzung wird in der Regel bei Untersuchungen zur Referenzmodellierung gegeben sein. Nachteilig bei der Verwendung der Aktionsforschung ist eine eingeschränkte Objektivität der Ergebnisse, deren Ursache einerseits in der subjektiven Interpretationen der Untersuchungsergebnisse und andererseits im nicht bestimmbareren Einfluss des Forschers auf die Problemlösung zu suchen ist.

4 Resümee und Ausblick

Referenzmodelle haben in der Wirtschaftsinformatik Tradition. Trotzdem gibt es weder etablierte Qualitätskriterien noch bewährte Methoden für ihre Evaluierung, sodass bisher Referenzmodelle nicht systematisch evaluiert wurden. In der vorliegenden Arbeit wurde ein Bezugsrahmen zur multiperspektivischen Evaluierung von Referenzmodellen entwickelt, aus dem hervorgeht, dass verschiedene Methoden zur Evaluierung von Referenzmodellen verwendet werden können. Ferner wurden vorhandene Arbeiten zur Modellevaluierung in den Bezugsrahmen eingeordnet.

Vor dem Hintergrund, dass jede Evaluierungsmethode bestimmte Stärken und Limitationen aufweist, wird die These vertreten, dass keine der vorgestellten Perspektiven überlegen ist. Vielmehr beruhen die vorgestellten Methoden auf unterschiedlichen Prämissen und Zielstellungen. Daher sollten Referenzmodelle aus unterschiedlichen Perspektiven, also multiperspektivisch evaluiert werden. Künftige Arbeiten sollten erforschen, welche Qualitätsaspekte von Referenzmodellen durch welche Perspektiven gut untersucht werden können, umso abzuleiten, welche Perspektiven sinnvoll kombinierbar sind. Hierzu wurden in der Untersuchung schon erste Bezüge dargestellt. Bspw. wurde darauf hingewiesen, dass metrikbasierte und kognitionspsychologische Evaluierungen durch empirische Untersuchungen zu ergänzen sind.

Die gewählten Gliederungsmerkmale des allgemeinen Bezugsrahmens (Forschungsmethode und Herleitung der Qualitätskriterien) sind verhältnismäßig allgemeingültig und die eingeführten Perspektiven des Bezugsrahmens können keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Den Autoren ist es bewusst, dass die Kritik zur merkmalsbasierten Evaluierung (siehe Abschnitt 3.1.2) auf die gewählte Systematisierung der Evaluierungsperspektiven sinngemäß übertragbar ist. Vielmehr ist der Bezugsrahmen als ein erster Vorschlag zu verstehen, der grundlegende Perspektiven der Evaluierung von Referenzmodellen herausarbeitet. Gleichsam sind den Autoren zur Zeit keine Arbeiten bekannt, die nicht sinnvoll in den Bezugsrahmen eingeordnet werden können. Zukünftige Arbeiten können die Perspektiven des Bezugsrahmens verfeinern und bei Bedarf weitere einführen.

Neben den genannten methodischen Arbeiten sollten auch konkrete Evaluierungen von Referenzmodellen durchgeführt werden, um die Qualität des vorliegenden Referenzmodellbestandes zu sichten und zu sichern. Derartige Untersuchungen führen langfristig zu der von Frank geforderten Modellierungslehre der Wirtschaftsinformatik:

Es ist erstrebenswert, „die Ergebnisse [der Forschung, gemeint sind u. a. Referenzmodelle, die Autoren] in vergleichbarer Form aufzubereiten und zu beschreiben [...]. Es muß nicht betont werden, daß eine solche Aufbereitung einer Disziplin, zu deren Untersuchungsgegenständen das Informationsmanagement gehört, gut zu Gesicht steht. Auf diese Weise könnte ein Verzeichnis von beispielhaften Modellen und deren Beurteilung aus verschiedenen Sichten entstehen und damit eine Grundlage für eine zukünftige Modellierungslehre.“(FRANK 2000, 350)

Literaturverzeichnis

- ALLISAT, J.; ESSWEIN, W.; GREIFFENBERG, S.: Ein Schichtendiagramm zur dreidimensionalen Modellrepräsentation. In: E. J. Sinz; M. 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.
- AVISON, D. E.; LAU, F.; MYERS, M. D.; NIELSEN, P. A.: Action Research. In: Communications of the ACM 42 (1999) 1, S. 94-97.
- BALZERT, H.: Lehrbuch der Software-Technik - Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Heidelberg, Berlin 1998.
- BECKER, J.: Strukturanalogien in Informationsmodellen - Ihre Definition, ihr Nutzen und ihr Einfluß auf die Bildung der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM). In: W. König (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik '95 - Wettbewerbsfähigkeit, Innovation, Wirtschaftlichkeit. Heidelberg 1995, S. 133-150.
- BECKER, J.: Referenzmodell. In: P. Mertens; A. Back; J. Becker; W. König; H. Krallmann; B. Rieger; A.-W. Scheer; D. Seibt; P. Stahlknecht; H. Strunz; R. Thome; H. Wedekind (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik. 4. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 399-400.
- BECKER, J.; ALGERMISSEN, L.; DELFMANN, P.; KNACKSTEDT, R.: Referenzmodellierung. In: WISU 31 (2002a) 11, S. 1392-1395.
- BECKER, J.; DELFMANN, P.; KNACKSTEDT, R.: Eine Modellierungstechnik für die konfigurative Referenzmodellierung. In: R. 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.
- BECKER, J.; DELFMANN, P.; KNACKSTEDT, R.; KUROPKA, D.: Konfigurative Referenzmodellierung. In: R. Knackstedt (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Berlin et al. 2002b, S. 25-144.
- BECKER, J.; KUGELER, M.; ROSEMAN, M. (Ed.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 4. Aufl., Berlin et al. 2003.
- BECKER, J.; MEISE, J.: Strategie und Ordnungsrahmen. In: J. Becker; M. Kugeler; M. Rosemann (Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 4. Aufl., Berlin et al. 2003, S. 107-157.
- BECKER, J.; ROSEMAN, M.; SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik 37 (1995) 5, S. 435-445.
- BECKER, J.; SCHÜTTE, R.: Handelsinformationssysteme. Landsberg/Lech 1996.
- BECKER, J.; SCHÜTTE, R.; GEIB, T.; IBERSHOFF, H.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) - Sachbericht vom 23. März 2000. http://www-wi.uni-muenster.de/is/projekte/gom/Abschlussbericht/GOM_Schlussbericht.pdf, Zugriff am: 2003-03-21.
- BERNUS, P.; MERTINS, K.; SCHMIDT, G. (Ed.): Handbook on Architectures of Information Systems. Berlin et al. 1998.
- BODART, F.; PATEL, A.; SIM, M.; WEBER, R.: Should Optional Properties Be Used in Conceptual Modelling? A Theory and Three Empirical Tests. In: Information Systems Research 12 (2001) 4, S. 384-405.
- BORTZ, J.; DÖRING, N.: Forschungsmethoden und Evaluation - für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Aufl., Berlin et al. 2002.
- BROCKE VOM, J.: Referenzmodellierung - Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Diss., Münster 2002.
- BUCHWALTER, J.: Elektronische Ausschreibungen in der Beschaffung - Referenzprozeßmodell und prototypische Realisierung. Lohmar, Köln 2002.
- BUNGE, M.: Ontology I: The Furniture of the World. Dordrecht, Holland 1977.

- BUNGE, M.: *Ontology II: A World of Systems*. Dordrecht, Holland 1979.
- BURKART, M.: *Thesaurus*. In: M. Buder; W. Rehfeld; T. Seeger; D. Strauch (Hrsg.): *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation - Ein Handbuch zur Einführung in die fachliche Informationsarbeit*. 4. Aufl., München 1997, S. 160-179.
- BURTON-JONES, A.; MESO, P.: *How Good are these UML Diagrams? An Empirical Test of the Wand and Weber Good Decomposition Model*. In: L. Applegate; R. Galliers; J. I. DeGross (Hrsg.): *Twenty-Third International Conference on Information Systems*. Barcelona, Spain 2002, S. 101-114.
- COPLIEN, J. O.: *Software Design Patterns*. In: A. Ralston; E. D. Reilly; D. Hemmendinger (Hrsg.): *Encyclopedia of Computer Science*. 4. Aufl., London, New York, NY, 2000, S. 1604-1606.
- DANEVA, M.; SCHEER, A.-W.: *Benchmarking Business Process Models*. 136. Saarbrücken 1996.
- DORN, G. J. W.: *Klassifikation*. In: J. Speck (Hrsg.): *Handbuch wissenschaftstheoretischer Begriffe*. Band Band 2: G-Q, Göttingen 1980, S. 334-336.
- EIN-DOR, P.; SEGEV, E.: *A Classification of Information Systems: Analysis and Interpretation*. In: *Information Systems Research* 4 (1993) 2, S. 166-204.
- ERZEN, K.: *Ein Referenzmodell für die überbetriebliche Auftragsabwicklung in textilen Lieferketten*. Aachen 2001.
- EVERMANN, J.; WAND, Y.: *An Ontological Examination of Object Interaction in Conceptual Modeling*. *Proceedings of the 11th Workshop on Information Technologies and Systems (WITS 2001)*. New Orleans, Louisiana 2001a
- EVERMANN, J.; WAND, Y.: *Towards Ontologically Based Semantics for UML Constructs*. In: H. S. Kunii; S. Jajodia; A. Sølvberg (Hrsg.): *Conceptual Modeling - ER 2001 - 20th International Conference on Conceptual Modeling*, Yokohama, Japan, November 27-30, 2001, *Proceedings*. Berlin, Heidelberg 2001b, S. 354-367.
- FENSEL, D.: *Ontologies - A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*. Berlin et al. 2001.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Der Referenzmodellkatalog als Instrument des Wissensmanagements - Methodik und Anwendung*. In: J. Becker; R. Knackstedt (Hrsg.): *Wissensmanagement mit Referenzmodellen. Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung*. Berlin et al. 2002a, S. 3-24.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Methoden zur Wiederverwendung von Referenzmodellen - Übersicht und Taxonomie*. In: J. Becker; R. 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 2002b, S. 9-33.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Classification of reference models - a methodology and its application*. In: *Information Systems and e-Business Management* 1 (2003a) 1, S. 35-53.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Ontological evaluation of reference models using the Bunge-Wand-Weber Model*. *Ninth Americas Conference on Information Systems 2003*. Tampa, FL, USA 2003b, S. 2944-2955.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Ontologische Evaluierung von Referenzmodellen - Methode und Anwendungen*. In: E. J. Sinz; M. Plaha; P. Neckel (Hrsg.): *Modellierung betrieblicher Informationssysteme - MobIS 2003 - Proceedings der Tagung MobIS 2003, 9. bis 10. Oktober 2003 in Bamberg*. Bonn 2003c, S. 155-173.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Ontologische Evaluierung von Referenzmodellen - Überblick und Anwendung*. In: K. Dittrich; W. König; A. Oberweis; K. Rannenber; W. 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 2003d, S. 233-237.
- FETTKE, P.; LOOS, P.: *Referenzmodelle für das E-Business*. In: W. Dangelmaier; T. Gajewski; C. Kösters (Hrsg.): *Innovationen im E-Business*. Paderborn 2003e, S. 29-36.

- FETTKE, P.; LOOS, P.: Ontological Evaluation of Scheer's Reference Model for Production Planning and Control Systems - Outline. In: B. Rumpe; W. Hesse (Hrsg.): Tagungsband zur Modellierung 2004. 2004, S. 317-318.
- FRANK, U.: Multiperspektivische Unternehmensmodellierung - Theoretischer Hintergrund und Entwurf einer objektorientierten Entwicklungsumgebung. München et al. 1994.
- FRANK, U.: Conceptual Modelling as the Core of the Information Systems Discipline - Perspectives and Epistemological Challenges. In: W. D. Haseman; D. L. Nazareth (Hrsg.): Proceedings of the Fifth Americas Conference on Information Systems (AMCIS 1999), August 13-15, 1999. Milwaukee, Wisconsin 1999a, S. 695-697.
- FRANK, U.: Zur Verwendung formaler Sprachen in der Wirtschaftsinformatik: Notwendiges Merkmal eines wissenschaftlichen Anspruchs oder Ausdruck eines übertriebenen Szientismus? In: J. Becker; W. König; R. Schütte; O. Wendt; S. Zelewski (Hrsg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie - Bestandsaufnahme und Perspektiven. Wiesbaden 1999b, S. 127-160.
- FRANK, U.: Modelle als Evaluationsobjekt - Einführung und Grundlegung. In: L. J. Heinrich; I. Häntschel (Hrsg.): Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik - Handbuch für Praxis, Lehre und Forschung. München, Wien 2000, S. 339-352.
- FRANK, U.; SCHAUER, H.: Software für das Wissensmanagement. In: WISU 30 (2001) 5, S. 718-726.
- GAMMA, E.; HELM, R.; JOHNSON, R.; VLISSIDES, J.: Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software. Reading, MA, et al. 1995.
- GREEN, P.; ROSEMAN, M.: Integrated Process Modeling: An Ontological Evaluation. In: Information Systems 25 (2000) 2, S. 73-87.
- GREEN, P.; ROSEMAN, M.: Ontological Analysis of Integrated Process Models: Testing Hypotheses. In: Australian Journal on Information Systems 9 (2001) 1, S. 30-38.
- GROB, H. L.: Investitionsrechnung mit vollständigen Finanzplänen. München 1989.
- GROCHLA, E.: Modelle und betriebliche Informationssysteme. In: E. Grochla (Hrsg.): Integrierte Gesamtmodelle der Datenverarbeitung - Entwicklung und Anwendung des Kölner Integrationsmodells (KIM). München, Wien 1974, S. 19-33.
- GRUBER, T. R.: Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In: International Journal of Human-Computer Studies 43 (1995), S. 907-928.
- HAGEN, M.: Ein Referenzmodell für Online-Transaktionssysteme im Electronic Government. München, Mering 2001.
- HANSEN, H. R.; MARENT, C.: Referenzmodellierung warentwirtschaftlicher Geschäftsprozesse in Handelssystemen. In: V. Trommsdorff (Hrsg.): Handelsforschung 1997/98. Kundenorientierung im Handel. Wiesbaden 1997, S. 371-393.
- HARS, A.: Referenzdatenmodelle - Grundlagen effizienter Datenmodellierung. Wiesbaden 1994.
- HESSE, W.: Ontologie(n). In: Informatik-Spektrum 16 (2002), S. 477-480.
- HESSE, W.; KEUTGEN, H.; LUFT, A. L.; ROMBACH, D. H.: Ein Begriffssystem für die Softwaretechnik - Vorschlag zur Terminologie. In: Informatik-Spektrum 7 (1984), S. 200-213.
- HIRSCHHEIM, R.; KLEIN, H. K.; LYYTINEN, K.: Information Systems Development and Data Modeling - Conceptual and Philosophical Foundations. Cambridge 1995.
- HOLTEN, R.: Metamodell. In: P. Mertens; A. Back; J. Becker; W. König; H. Krallmann; B. Rieger; A.-W. Scheer; D. Seibt; P. Stahlknecht; H. Strunz; R. Thome; H. Wedekind (Hrsg.): Lexikon der Wirtschaftsinformatik. 4. Aufl., Berlin et al. 2001, S. 300f.
- HUANG, I.-L.; BURNS, J. R.: A Cognitive Comparison of Modelling Behaviors Between Novice and Expert Information Analysts. In: H. M. Chung (Hrsg.): Sixth Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2000), August 10-13, 2000. Long Beach, CA, USA 2000, S. 1316-1322.
- JOST, W.: EDV-gestützte CIM-Rahmenplanung. Wiesbaden 1993.
- KAISLER, S.; ARMOUR, F.: Design Patterns. In: J. J. Marciniak (Hrsg.): Encyclopedia of Software Engineering. New York et al. 2002, S. 400-405.
- KELLER, G.: Informationsmanagement in objektorientierten Organisationsstrukturen. Wiesbaden 1992.

- KIM, J.; HAHN, J.; HAHN, H.: How Do We Understand a System with (So) Many Diagrams? Cognitive Integration Processes in Diagrammatic Reasoning. In: Information Systems Research 11 (2000) 3, S. 284-303.
- KIM, Y.-G.; MARCH, S. T.: Comparing data modeling formalisms. In: Communications of the ACM 38 (1995) 6, S. 103-115.
- KITTLAUS, H.-B.: Software-Engineering und Software-Fabrik - Vom Nutzen und Schaden der Metaphor in der Informatik. In: Informatik-Spektrum 26 (2003) 1, S. 8-12.
- KLABUNDE, S.; WITTMANN, M.: Referenzmodelle und -bibliotheken. Thesenpapier aus dem Arbeitskreis zum Querschnittsthema 4 "Referenzmodelle, Umsetzung und Prozeßmanagement". http://w4.siemens.com/zt_pp/ergebnis/zip/t_ak4_3.zip, Zugriff am: 03-05.
- KLEIN, H. K.; LYYTINEN, K.: Towards a New Understanding of Data Modelling. In: C. Floyd; H. Zülighoven; R. Budde; R. Keil-Slawik (Hrsg.): Software Development and Reality Construction. Berlin et al. 1992, S. 203-219.
- KNOBLICH, H.: Die typologische Methode in der Betriebswirtschaftslehre. In: WiSt 1 (1972) 4, S. 141-147.
- KRALLMANN, H.; GU, F.; MITRITZ, A.: ProVision^{3D} - Eine Virtual Reality Workbench zur Modellierung, Kontrolle und Steuerung von Geschäftsprozessen im virtuellen Raum. In: Wirtschaftsinformatik 41 (1999) 1, S. 48-57.
- KUHN, A.: Referenzmodelle für Produktionsprozesse zur Untersuchung und Gestaltung von PPS-Aufgaben. Paderborn 1999.
- LEHNER, F.; HILDEBRAND, K.; MAIER, R.: Wirtschaftsinformatik - Theoretische Grundlagen. München, Wien 1995.
- LEINENBACH, S.: Interaktive Geschäftsprozessmodellierung - Dokumentation von Prozesswissen in einer Virtual-Reality-gestützten Unternehmungsvisualisierung. Wiesbaden 2000.
- LINDLAND, O. I.; SINDRE, G.; SØLVBERG, A.: Understanding Quality in Conceptual Modeling. In: IEEE Software (1994) March, S. 42-49.
- LINDTNER, P.: Domänenwissen in Methoden zur Analyse betrieblicher Informationssysteme. Diss., St. Gallen 1992.
- LOOS, P.: Datenstrukturierung in der Fertigung. München, Wien 1992.
- LOOS, P.: Produktionslogistik in der chemischen Industrie - Betriebstypologische Merkmale und Informationsstrukturen. Wiesbaden 1997.
- MÄDCHER, A.; STAAB, S.; STUDER, R.: Ontologien. In: Wirtschaftsinformatik 43 (2001) 4, S. 393-396.
- MAIER, R.: Qualität von Datenmodellen. Wiesbaden 1996.
- MALONE, T. W.; CROWSTON, K.; LEE, J.; PENTLAND, B.; DELLAROCAS, C.; WYNER, G.; QUIMBY, J.; OSBORN, C. S.; BERNSTEIN, A.; HERMAN, G.; KLEIN, M.; O'DONNELL, E.: Tools for inventing organizations. Toward a handbook of organizational processes. In: Management Science 45 (1999) 3, S. 425-443.
- MARENT, C.: Branchenspezifische Referenzmodelle für betriebswirtschaftliche IV-Anwendungsbereiche. In: Wirtschaftsinformatik 37 (1995a) 3, S. 303-313.
- MARENT, C.: Werkzeuggestützte Referenzmodellierung für den Handel. Diss., Wien 1995b.
- MEISE, V.: Ordnungsrahmen zur prozessorientierten Organisationsgestaltung - Modelle für das Management komplexer Reorganisationsprojekte. Hamburg 2001.
- MERTENS, P.; HOLZNER, J.: Eine Gegenüberstellung von Integrationsansätzen der Wirtschaftsinformatik. In: Wirtschaftsinformatik 34 (1992) 1, S. 5-25.
- MERTENS, P.; LOHMANN, M.: 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. Nürnberg 2002.
- MILI, H.; MILI, A.; YACCOUB, S.; ADDY, E.: Reuse-Based Software Engineering - Techniques, Organizations, and Controls. 2001.
- MILLER, G. A.: The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. In: The Psychological Review 63 (1956) 2, S. 81-97.

- MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E.; KEEN, C.: An Ontological Study of Data Modelling Languages Using Chisholm's Ontology. 11th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases. Maribor, Slovenia 2001, S. 21-33.
- MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E.; THOMAS, L.: Ontological Foundations of Data Modeling in Information Systems. In: H. M. Chung (Hrsg.): Proceedings of the Sixth Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2000), August 10-13, 2000. Long Beach, CA, USA 2000, S. 1537-1543.
- MIŠIĆ, V. B.; ZHAO, J. L.: Evaluating the Quality of Reference Models. In: A. H. F. Laender; S. W. Liddle; V. 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.
- MIŠIĆ, V. B.; ZHAO, J. L.: Reference Models for Electronic Commerce.
<http://www.bm.ust.hk/~zhao/HKDC-misiczhao.pdf>, Zugriff am: 2003-03-05.
- MOODY, D. L.: Metrics for Evaluating the Quality of Entity Relationship Models. In: T. W. Ling; S. Ram; M. L. Lee (Hrsg.): Conceptual Modeling - ER '98 - 17th International Conference on Conceptual Modeling, Singapore, November 16-19, 1998, Proceedings. Berlin et al. 1998, S. 211-225.
- MOODY, D. L.; SHANKS, G. G.: Improving the Quality of Entity Relationship Models: An Action Research Programme. In: The Australian Computer Journal 30 (1998a) 4, S. 129-138.
- MOODY, D. L.; SHANKS, G. G.: What Makes a Good Data Model? A Framework for Evaluating and Improving the Quality of Entity Relationship Models. In: The Australian Computer Journal 30 (1998b) 3, S. 97-110.
- MÜLLER-BÖLING, D.; KLANDT, H.: Methoden empirischer Wirtschafts- und Sozialforschung - Eine Einführung mit wirtschaftswissenschaftlichen Schwerpunkt. 3. Aufl., Köln, Dortmund 1996.
- MYLOPOULOS, J.: Information Modeling in the Time of the Revolution. In: Information Systems 23 (1998) 3/4, S. 127-155.
- NAGEL, K.: Nutzen der Informationsverarbeitung - Methoden zur Bewertung von strategischen Wettbewerbsvorteilen, Produktivitätsverbesserungen und Kosteneinsparungen. 2. Aufl., München, Wien 1990.
- OPDAHL, A. L.; HENDERSON-SELLERS, B.: Grounding the OML metamodel in ontology. In: The Journal of Systems and Software 57 (2001) 2, S. 119-143.
- OPDAHL, A. L.; HENDERSON-SELLERS, B.: Ontological Evaluation of the UML Using the Bunge-Wand-Weber Model. In: Software and Systems Modeling 1 (2002) 1, S. 43-67.
- PAULK, M., C.; CURTIS, B.; CHRISSIS, M. B.; WEBER, C. V.: Capability Maturity Model for Software, Version 1.1. CMU/SEI-93-TR-024. Pittsburgh, Pennsylvania 1993.
- PRECHELT, L.; UNGER, B.: Methodik und Ergebnisse einer Experimentreihe über Entwurfsmuster. In: Informatik - Forschung und Entwicklung 14 (1999) 2, S. 74-82.
- PRECHELT, L.; UNGER, B.; TICHY, W. F.; BRÖSSLER, P.; VOTTA, L. G.: A Controlled Experiment in Maintenance Comparing Design Patterns to Simpler Solutions. In: IEEE Transactions on Software Engineering 27 (2001) 12, S. 1134-1144.
- RAUE, H.: Wiederverwendbare betriebliche Anwendungssysteme - Grundlagen und Methoden ihrer objektorientierten Entwicklung. Wiesbaden 1996.
- REITER, C.: Toolbasierte Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungstrends. In: J. Becker; M. Rosemann; R. Schütte (Hrsg.): Referenzmodellierung - State-of-the-Art und Entwicklungsperspektiven. Heidelberg 1999, S. 45-68.
- REMME, M.: Konstruktion von Geschäftsprozessen - Ein modellgestützter Ansatz durch Montage generischer Prozeßpartikel. Wiesbaden 1997.
- REMMERT, J.: Referenzmodellierung für die Handelslogistik. Wiesbaden 2001.
- RIEG, R.: Architektur und Datenmodell eines koordinationsorientierten Controlling-Informationssystem. Heidelberg 1997.
- RISING, L.: Pattern Mining. In: S. Zamir (Hrsg.): Handbook of Object Technology. Boca Raton et al. 1998, S. 38-1 bis 38-9.
- RISING, L.: The Pattern Almanac 2000. Boston et al. 2000.

- ROSEMANN, M.: Erstellung und Integration von Prozeßmodellen - Methodenspezifische Gestaltungsempfehlungen für die Informationsmodellierung. Diss., Münster 1995.
- ROSEMANN, M.; GREEN, P.: Integration Multi-Perspective Views into Ontological Analysis. In: L. Applegate; R. Galliers; J. I. DeGross (Hrsg.): Twenty-Third International Conference on Information Systems. Barcelona, Spain 2002, S. 618-627.
- SCHALLERT, M.; ROSEMANN, M.: Prozessreorganisation bei der Corporate Services Agency. In: J. Becker; M. Kugeler; M. Rosemann (Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 4. Aufl., Berlin et al. 2003, S. 567-586.
- SCHEER, A.-W.; SEEL, C.; GEORG, W.: Entwicklungsstand in der Referenzmodellierung. In: Industrie Management 18 (2002) 1, S. 9-12.
- SCHNELL, R.; HILL, P. B.; ESSER, E.: Methoden der empirischen Sozialforschung. 6. Aufl., München, Wien 1999.
- SCHOLZ-REITER, B.: CIM - Informations- und Kommunikationssysteme. München, Wien 1990.
- SCHULTE-ZURHAUSEN, M.: Organisation. München 1995.
- SCHÜTTE, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung - Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden 1998.
- SCHÜTTE, R.: Literaturauffassungen zur Bewertung von Informationsmodellen. In: R. 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.
- SCHÜTTE, R.: Evaluation von Informationsmodellen. In: L. J. Heinrich; I. Häntschel (Hrsg.): Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik - Handbuch für Praxis, Lehre und Forschung. München, Wien 2000, S. 307-382.
- SCHWEGMANN, A.: Objektorientierte Referenzmodellierung - Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung. Wiesbaden 1999.
- SEIFFERT, H.: Einführung in die Wissenschaftstheorie - Wörterbuch der wissenschaftstheoretischen Terminologie. Band 4, München 1994.
- SHANKS, G.; TANSLEY, E.; NUREDINI, J.; TOBIN, D.; WEBER, R.: Representing Part-Whole Relationships in Conceptual Modeling: An Empirical Evaluation. In: L. Applegate; R. Galliers; J. I. DeGross (Hrsg.): Twenty-Third International Conference on Information Systems. Barcelona, Spain 2002, S. 89-100.
- SIAU, K.: Information Modeling and Method Engineering: A Psychological Perspective. In: Journal of Database Management 10 (1999) 4, S. 44-50.
- SIAU, K.; ROSSI, M.: Evaluating of Information Modeling Methods - A Review. Proceedings of the 31st Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS '98). Hawaii 1998
- STRAHRINGER, S.: Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs - Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden. Aachen 1996.
- STRAHRINGER, S.: Objektorientierte Muster - ein Statusbericht. In: HMD (1999) 210, S. 37-53.
- VESSEY, I.; RAMESH, V.; GLASS, R. L.: A Unified Classification System for Research in the Computing Disciplines. <http://www.bus.indiana.edu/ardennis/wp/tr107-1.doc>, Zugriff am: 2003-03-12.
- WAND, Y.; MONARCHI, D. E.; PARSONS, J.; WOO, C. C.: Theoretical foundations for conceptual modelling in information systems development. In: Decision Support Systems 15 (1995), S. 285-304.
- WAND, Y.; STOREY, V. C.; WEBER, R.: An Ontological Analysis of the Relationship Construct in Conceptual Modeling. In: ACM Transactions on Database Systems 24 (1999) 4, S. 494-528.
- WAND, Y.; WANG, R. Y.: Anchoring Data Quality Dimensions in Ontological Foundations. In: Communications of the ACM 39 (1996) 11, S. 86-95.
- WAND, Y.; WEBER, R.: On the deep structure of information systems. In: Information Systems Journal 5 (1995), S. 203-223.
- WAND, Y.; WEBER, R.: Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modeling - A Research Agenda. In: Information Systems Research 13 (2002) 4, S. 363-377.

- WEBER, R.: Are Attributes Entities? A Study of Database Designer's Memory Structures. In: Information Systems Research 7 (1996) 2, S. 137-162.
- WEBER, R.: Conceptual Modelling and Ontology: Possibilities and Pitfalls.
<http://er2002.cs.uta.fi/info/weberspeech.rtf>, Zugriff am: 2003-01-27.
- WEBER, R.; ZHANG, Y.: An Ontological Evaluation of NIAM's Grammar for Conceptual Schema Diagrams. International Conference on Information Systems. New York, New York 1991
- WEBER, R.; ZHANG, Y.: An analytical evaluation of NIAM's grammar for conceptual schema diagrams. In: Information Systems Journal 6 (1996), S. 147-170.
- WINTER, A.: Referenz-Metaschema für visuelle Modellierungssprachen. Wiesbaden 2000.
- WINTER, A.; WINTER, A.; BECKER, K.; BOTT, O.; BRIGL, B.; GRÄBER, S.; HASSELBRING, W.; HAUX, R.; JOSTES, C.; PENDER, O.-S.; PROKOSCH, H.-U.; RITTER, J.; SCHÜTTE, R.; TERSTAPPEN, A.: Referenzmodelle für die Unterstützung des Managements von Krankenausschreibungssystemen. In: Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 30 (1999) 4, S. 173-189.
- WISSE, P.: Metapattern - Context and Time in Information Models. Boston et al. 2001.
- WOLF, S.: Wissenschaftstheoretische und fachmethodische Grundlagen der Konstruktion von generischen Referenzmodellen betrieblicher Systeme. Aachen 2001.
- ZELEWSKI, S.; SCHÜTTE, R.; SIEDENTOPF, J.: Ontologien zur Repräsentation von Domänen. In: G. Schreyögg (Hrsg.): Wissen in Unternehmen - Konzepte, Maßnahmen, Methoden. Berlin 2001, S. 183-221.
- ZWICKY, F.: Entdecken, Erfinden, Forschen - im Morphologischen Weltbild. München, Zürich 1966.

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.
- Paper 17: Fettke, P.: Overview of the Unified Modeling Language – Extension of an Article, Juli 2004.
- Paper 18: Theling, Th.; Loos, P.: Determinanten und Formen von Unternehmenskooperationen, Juli 2004.
- Paper 19: Fettke, P.; Loos, P.: Systematische Erhebung von Referenzmodellen – Ergebnisse einer Voruntersuchung, August 2004.
- Paper 20: Fettke, P.; Loos, P.: Entwicklung eines Bezugsrahmens zur Evaluierung von Referenzmodellen – Langfassung eines Beitrages, August 2004.