

# Ontologische Evaluierung des Semantischen Objektmodells

Peter Fettke, Peter Loos

Johannes Gutenberg-Universität Mainz  
Information Systems & Management  
Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaftslehre  
D-55099 Mainz, Germany  
E-Mail: {fettke|loos}@isym.bwl.uni-mainz.de

**Abstract:** Das Semantische Objektmodell (SOM) ist ein von Ferstl und Sinz vor über 10 Jahren vorgestellter umfassender Ansatz, der explizit auf die Modellierung betrieblicher Informationssysteme ausgerichtet ist und in vielfältigen Arbeiten weiterentwickelt wurde. In diesem Beitrag wird das SOM mit Hilfe der von Wand und Weber eingeführten Methode der ontologischen Evaluierung von Modellierungssprachen untersucht. Dieses Verfahren wurde bereits zur Evaluierung zahlreicher anderer Modellierungssprachen angewendet. Die Untersuchung zeigt zwar einerseits eine hohe ontologische Abdeckung des SOM, aber andererseits auch verschiedene ontologische Defizite.

## 1 Ausgangssituation und Problemstellung

Informationsmodelle (kurz: Modelle) sind innerhalb der Wirtschaftsinformatik ein zentrales Instrument zur Gestaltung betrieblicher Informationssysteme und haben bereits seit Jahrzehnten Tradition [Be95; Be02; Fr99; Gr74; Sc02a; My98; WW02]. Zur Repräsentation von Modellen werden in der Literatur zahlreiche Modellierungssprachen vorgeschlagen (bspw. Entity-Relationship-Model (ERM), Petri-Netze, ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)). Wenn davon ausgegangen wird, dass die Qualität der Modellierungssprache einen Einfluss auf die Qualität der mit ihr repräsentierten Sachverhalte ausübt, wodurch wiederum die allgemeine Effektivität und Effizienz der Einsatzes von Modellen bei der Systemgestaltung determiniert werden, stellt sich im Hinblick auf die Vielfalt vorhandener Modellierungssprachen die Frage, wie die Qualität einer Modellierungssprache zu bestimmen ist.

Zunächst ist festzustellen, dass die Qualität einer Modellierungssprache prinzipiell durch unterschiedliche Aspekte bestimmt werden kann. Nach Frank [Fr98, S. 13-17] können je nach Aufgabe im Anwendungsgebiet und Rolle im Modellierungsprozess unterschiedliche Qualitätsauffassungen vertreten werden: Exemplarisch mag aus einer Endanwenderrolle die Natürlichkeit der Modellierung dominieren, wohingegen aus Sicht der Systementwicklung die Präzision, Exaktheit und Konsistenz der Modellierungssprache von besonderer Bedeutung sind. Daher plädiert Frank für eine multiperspektivische Evaluierung von Modellierungssprachen. Da vielfältige Möglichkeiten bestehen, die Qualität von Modellierungssprachen zu ermitteln (vgl. bspw. auch [SR98]), erscheint den Autoren eine multiperspektivische Evaluierung von Modellierungssprachen sinnvoll.

Als eine mögliche Evaluierungsperspektive von Modellierungssprachen wird in der Literatur die von Wand und Weber entwickelte ontologische Evaluierung vorgeschlagen (siehe Abschnitt 2.2). Es sei betont, dass dieser Ansatz nicht sämtliche Qualitätsaspekte einer Modellierungssprache überprüfen kann, sondern ausschließlich ausgewählte, notwendige Aspekte, die aus einer bestimmten Sichtweise wünschenswert erscheinen. Hierbei handelt es sich um die noch näher zu definierenden Kriterien der Vollständigkeit, Redundanz, Übermächtigkeit und Überladung. Diese Kriterien werden inhaltlich durch eine Fundierung in der philosophischen Disziplin der Ontologie entfaltet. Hierbei ist von der Annahme auszugehen, dass Modelle die Wirklichkeit repräsentieren.

In der Literatur werden bereits verschiedene ontologische Evaluierungen von Modellierungssprachen vorgenommen (siehe Abschnitt 2.5). Zielstellung der vorliegenden Untersuchung ist es, eine ontologische Evaluierung des von Ferstl und Sinz vorgestellten Semantischen Objektmodells (SOM) vorzunehmen. Für die Untersuchung des SOM sprechen drei Gründe: 1. Das SOM ist ein umfassender Modellierungsansatz, der explizit auf die Repräsentation von betrieblichen Informationssystemen ausgerichtet ist. 2. Vor dem Hintergrund, dass das SOM vor über 10 Jahren erstmalig vorgestellt und seitdem stetig in zahlreichen Arbeiten weiterentwickelt wurde (siehe Abschnitt 2.4), ist davon auszugehen, dass der Ansatz eine bestimmte Reife erreicht hat, und es daher in besonderem Maße interessant erscheint, ihn einer theoretischen Evaluierung zu unterziehen. 3. Bisher sind den Autoren keine (ontologischen) Evaluierungen des SOM bekannt.

Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Nach diesem einleitenden Abschnitt wird im nächsten Abschnitt der theoretische Hintergrund der Untersuchung dargelegt. Abschnitt drei beschreibt die Ergebnisse der ontologischen Evaluierung des SOM, die im anschließenden vierten Abschnitt aus verschiedenen Blickwinkeln kritisch diskutiert werden. Der Beitrag schließt im fünften Abschnitt mit einer Zusammenfassung der wesentlichen Untersuchungsergebnisse und einem Ausblick auf weitere Fragestellungen.

## **2 Theoretischer Hintergrund**

In diesem Abschnitt wird der theoretische Hintergrund der Untersuchung dargelegt. Im einzelnen werden behandelt:

- Aspekte des Forschungsparadigmas und der Terminologie (Abschnitt 2.1),
- Überblick über das SOM (Abschnitt 2.2),
- Überblick über das Bunge-Wand-Weber-Modell (Abschnitt 2.3),
- Methode der ontologischen Evaluierung von Modellierungssprachen (Abschnitt 2.4) und
- Forschungsstand der ontologischen Evaluierung von Modellierungssprachen (Abschnitt 2.5).

### **2.1 Forschungsparadigma und Terminologie**

Um den in dieser Arbeit eingeführten Evaluierungsansatz theoretisch zu positionieren, wird knapp das Forschungsparadigma der Untersuchung expliziert. Die Verfasser vertre-

ten einen Standpunkt, der als wissenschaftlicher Realismus [Bu93, S. 231-233] umschrieben werden kann. In dieser Sichtweise existiert die Welt unabhängig von der Erfahrung eines Beobachters (ontologische Prämisse). Während ein naiver Realismus davon ausgeht, dass die Dinge der Welt so sind, wie sie wahrgenommen werden, postuliert der wissenschaftliche Realismus, dass einerseits die Wahrnehmung der Welt beschränkt und trügerisch ist und andererseits keine endgültige Wahrheit über die Welt gewonnen werden kann (epistemologische Prämisse, vgl. [Bu83, S. 264-271]). Vielmehr ist menschliche Erkenntnis grundsätzlich fehlbar. Ferner wird den von Bunge postulierten ontologischen Prinzipien gefolgt [Bu77, S. 16f.]. Demnach ist die Welt u. a. aus Gegenständen zusammengesetzt, die bestimmte Eigenschaften besitzen.

Ein Informationsmodell wird als eine Repräsentation eines Gegenstandes der Welt verstanden. Hierbei sind in Anlehnung an Zelewski [Ze95, S. 15-46] insbesondere drei Modellarten zu unterscheiden, die sich aus unterschiedlichen Phasen des Konstruktionsprozesses<sup>1</sup> eines Modells ergeben. In einem ersten Schritt bildet ein Modellbauer ein internes Modell eines betrieblichen Systems aufgrund seiner Wahrnehmung einer Modellierungssituation. Das interne Modell eines Modellbauers ist anderen Modellbauern nicht unmittelbar zugänglich. In einem zweiten Schritt nimmt der Modellbauer eine Explikation einer Modellierungssituation vor, die natürlichsprachlich formuliert wird und anderen Modellbauern zugänglich ist. Im dritten Schritt transformiert der Modellbauer das externe natürlichsprachliche Modell mit Hilfe eines Beschreibungsformalismus in ein externes formales Modell. Das Attribut „formal“ bedeutet hier, dass zur Modellrepräsentation Konstrukte einer explizit eingeführten Modellierungssprache verwendet werden. Es wird dagegen nicht gefordert, dass sowohl Syntax als auch Semantik sämtlicher Konstrukte der Modellierungssprache formalisiert sind. Im Rahmen der Informationsmodellierung werden als typische Modellierungssprachen zur Formulierung externer formaler Modelle bspw. das ERM oder EPK verwendet.

Ergänzend sei auf drei Aspekte hingewiesen: 1. Die hier genannten Phasen können in praxi durchaus nicht strikt sequentiell, sondern auch iterativ durchlaufen werden, wobei häufig die Phase der natürlichsprachlichen Modellformulierung übersprungen wird. 2. Die Evaluierung eines formalen Modells kann sowohl gegenüber dem natürlichsprachlichen als auch dem internen Modell vorgenommen werden, wobei letztere prinzipiell nur vom Modellbauer selbst durchführbar ist. 3. Aufgrund der gesetzten epistemologischen Prämissen können keine Aussagen darüber getroffen werden, ob die im ontologischen Modell repräsentierten Gegenstände tatsächlich existieren. Die hier eingenommene Position orientiert sich an [WW95, 204-208].

## 2.2 Semantisches Objektmodell

In einem allgemeinen Sinne können unter dem Wort „Semantisches Objektmodell“ sämtliche Konzepte zur Modellierung betrieblicher Informationssysteme verstanden werden, die von Ferstl und Sinz seit Ende der 1980'er bzw. Anfang der 1990'er Jahre (im Wesent-

---

<sup>1</sup> Das Wort „Konstruktion“ ist hier nicht im wissenschaftstheoretischen Sinne zu verstehen, sondern betont vielmehr den ingenieurwissenschaftlichen Charakter der Modellbildung.

lichen [FS01, S. 179-213; FS90; FS91; FS95; FS98]) sowie anderen Personen aus dem Bamberger Forschungskreis (bspw. [Ha99; Ra96; Sc01; Wo01]) entwickelt worden sind (SOM-Ansatz). Eine engere Auffassung subsumiert unter dem Wort SOM ausschließlich die Modellierungssprachen (im Sinne von Modellierungsgrammatiken [WW02]) zur Repräsentation betrieblicher Systeme des SOM-Ansatzes.

Gemäß dem SOM, das sowohl auf dem Strukturieren Entity-Relationship-Model nach Sinz als auch auf dem Objektmodell von Smalltalk basiert [FS90, S. 568], können betriebliche Systeme auf drei Modellierungsebenen beschrieben werden [FS01, S. 181f.]: Auf der Ebene des Unternehmensplans (erste Modellebene) wird eine Außensicht eines betrieblichen Systems gegeben. Die zweite Modellebene, das Geschäftsprozessmodell, liefert eine Innensicht des betrieblichen Systems. Die Repräsentation der Aufbauorganisation, der Anwendungssysteme sowie der Maschinen und Anlagen ist Gegenstand der dritten Modellebene (Spezifikation der Ressourcen).

Ferstl und Sinz entwickeln nur für die Repräsentation des Geschäftsprozessmodells (zweite Modellebene) und der Spezifikation der Anwendungssysteme (Teil der dritten Modellebene) (semi-)formale Modellierungssprachen. Im einzelnen sind dies Sprachen zur Repräsentation des Interaktionsschemas (IAS), des Vorgangs-Ereignis-Schemas (VES), des konzeptuellen Objektschemas (KOS) und des Vorgangsobjektschemas (VOS) (die ersten beiden Sprachen sind der zweiten, die letzten beiden der dritten Modellebene zuzurechnen). Das IAS definiert strukturorientierte Aspekte von Geschäftsprozessen, wohingegen im VES verhaltensorientierte Eigenschaften betrachtet werden. Das KOS und VOS bilden hierzu analoge Konstrukte, repräsentieren allerdings ausschließlich den automatisierten Teil eines betrieblichen Systems (Softwaresystem).

Eine detaillierte Darstellung der SOM-Modellierungssprachen erfolgt hier nicht, stattdessen sei auf die angegebene Originalliteratur verwiesen. Die hier vorgenommene Evaluierung beschränkt sich ausschließlich auf die Analyse der vom SOM-Ansatz bereitgestellten Modellierungssprachen, wobei andere Aspekte wie die Qualität des SOM-Vorgehensmodells oder die Verständlichkeit der vorliegenden Dokumentation unberücksichtigt bleiben.

### **2.3 Bunge-Wand-Weber-Modell**

Ontologien erfahren zur Zeit ein reges Interesse in Wissenschaft und Praxis [Fe01; GL02; He02; Mä01]. Innerhalb der (Wirtschafts-)Informatik gibt es ein breites und heterogenes Verständnis, was Ontologien sind. Beispielsweise werden Ontologien einerseits als formalisierte Konzepte zur Beschreibung der Realität verstanden [Gr95; Ze01, S. 186]. Andererseits besteht das Verständnis, dass Ontologien einfache Begriffsverzeichnisse sind, die einem Thesaurus [Bu97] gleichen [FS01, S. 722f.]. In dieser Arbeit wird dem Wort Ontologie eine andere Bedeutung zugemessen. Etymologisch stammt der Begriff aus der Philosophie und bezeichnet die Grunddisziplin der Lehre vom Sein [Se94, S. 135-137]. Hier wird der Auffassung gefolgt, dass die Ontologie eine Teildisziplin der Philosophie ist, die sich mit der Ganzheit der Wirklichkeit in einem weitest möglichen Sinne beschäftigt [Bu77, 5f.]. Sie untersucht “the most pervasive features of reality, such as real existence,

change, time, causation, chance, life, mind, and society”[Bu03, p. 201]. So wie bspw. mit Hilfe der Automaten- oder Netzwerktheorie die Gegenstände „Automat“ und „Netzwerk“ untersucht werden können, behandelt die Ontologie Objekte der Realität und deren Verhalten exakt und wissenschaftlich. In dieser Auffassung trifft eine Ontologie Annahmen über Gegenstände der Realität und über deren Verhalten.

<b>BWW-Konstrukt</b>	<b>Erläuterung</b>
Gegenstand	Das elementare Konstrukt des BWW-Modells. Die Welt ist aus Gegenständen zusammengesetzt. Ein zusammengesetzter Gegenstand setzt sich zusammen aus weiteren zusammengesetzten oder einfachen Gegenständen.
Eigenschaften	Gegenstände besitzen Eigenschaften. Eine Eigenschaft wird repräsentiert als eine (Eigenschafts-)Funktion, die den Gegenstand auf einen (Eigenschafts-)Wert abbildet.
Zustand	Vektor der Eigenschaftswerte aller Eigenschaftsfunktionen eines Gegenstandes.
Denkbarer Zustandsraum	Menge aller Zustände, die der Gegenstand jemals annehmen kann.
Zustandsgesetz	Ein Zustandsgesetz beschränkt die Werte einer Eigenschaftsfunktion eines Gegenstandes aufgrund von Naturgesetzen oder menschlichen Regeln auf eine gültige Teilmenge.
Gesetzmäßiger Zustandsraum	Der gesetzmäßige Zustandsraum eines Gegenstandes ist der Zustandsraum, der den Zustandsgesetzen genügt. Normalerweise ist dieser eine geeignete Teilmenge des denkbaren Zustandsraums.
Ereignis	Ein Ereignis ist ein Wechsel des Zustandes eines Gegenstandes. Es verursacht eine Transformation (siehe unten).
Ereignisraum	Menge aller möglichen Ereignisse, die in einem Gegenstand auftreten können.
Transformation	Eine Transformation ist eine Abbildung von Zuständen auf Zustände.
Gesetzmäßige Transformation	Die gesetzmäßige Transformation beschreibt, welche Ereignisse in einem Gegenstand gesetzmäßig sind.
Gesetzmäßiger Ereignisraum	Der gesetzmäßige Ereignisraum ist die Menge aller Ereignisse in einem Gegenstand, die gesetzmäßig sind.
Historie	Die Historie beschreibt die chronologisch geordnete Folge von Zuständen, die ein Gegenstand durchläuft.
Kopplung	Ein Gegenstand wirkt auf einen anderen Gegenstand ein, wenn die Existenz des ersteren die Historie des letzteren beeinflusst. Dann sind beide Gegenstände gekoppelt.
System	Eine Menge von Gegenständen ist ein System, wenn für jede Zweiteilung der Menge Kopplungen zwischen den Gegenständen beider Teilmengen existieren.

Tabelle 1: Konstrukte des BWW-Modells (Quelle: [WW93; WZ96], Teil 1/2)

<b>BWW-Konstrukt</b>	<b>Erläuterung</b>
Systemkomposition	Menge der Gegenstände, die ein System bilden.
Systemumgebung	Menge der Gegenstände, die nicht zur Systemkomposition gehören, aber mit Gegenständen des Systems gekoppelt sind.
Systemstruktur	Menge aller Kopplungen, die zwischen den Gegenständen des Systems und den Gegenständen der Umgebung vorhanden sind.
Subsystem	System, dessen Systemkomposition und Systemstruktur Teilmengen der Systemkomposition und Systemstruktur eines anderen Systems sind.
Systemdekomposition	Menge von Subsystemen eines Systems, für die gilt, dass jede Komponente des Systems entweder ein Subsystem der Systemdekomposition ist oder zu einer Systemkomposition eines Subsystems der Systemdekomposition gehört.
Stufenstruktur	Definiert eine partielle Ordnung über die Subsysteme einer Systemdekomposition, aus der hervorgeht, welche Subsysteme Komponenten anderer Subsysteme sind.
Stabiler Zustand	Zustand, aus dem heraus das System keinen anderen Zustand einnimmt, außer wenn ein Gegenstand der Systemumgebung einen Zustandswechsel hervorruft (externes Ereignis)
Instabiler Zustand	Zustand, der nicht stabil ist.
Externes Ereignis	Ereignis in einem System, dass durch einen Zustandswechsel eines Gegenstandes außerhalb des Systems hervorgerufen wurde. Der Vorzustand eines externen Ereignisses ist stets stabil, der Nachzustand kann stabil oder instabil sein.
Internes Ereignis	Ereignis in einem System, dass durch einen Zustandswechsel eines Gegenstandes des Systems hervorgerufen wurde. Der Vorzustand eines internen Ereignisses ist stets instabil, der Nachzustand kann stabil oder instabil sein.
Wohl-definiertes Ereignis	Ereignis, bei dem der nächste Zustand des Systems vorhergesagt werden kann, wenn der aktuelle Systemzustand bekannt ist.
Schwach-definiertes Ereignis	Ereignis, bei dem der nächste Zustand des Systems nicht vorhergesagt werden kann.
Klasse	Menge von Gegenständen, die eine gemeinsame Eigenschaft besitzen.
Gattung	Menge von Gegenständen, die zwei oder mehr gemeinsame Eigenschaften besitzen.

Tabelle 1: Konstrukte des BWW-Modells (Quelle: [WW93; WZ96], Teil 2/2)

Bisher hat sich keine universelle und allgemein akzeptierte Ontologie herausgebildet. Die vorliegende Untersuchung greift auf eine von Bunge eingeführte Ontologie zurück [Bu77; Bu79], die von Wand und Weber für den Kontext der Modellierung adaptiert worden ist [WW89a; WW95; We97a]. Im Folgenden bezeichnet das Wort Ontologie stets die durch das Bunge-Wand-Weber-Modell (BWW-Modell) beschriebene Ontologie. Zur Verbesserung der Klarheit und Verbreitung des BWW-Modells haben Rosemann und Green ein

Meta-Modell entwickelt [RG02]. Das BWW-Modell soll an dieser Stelle nicht vollständig rekapituliert werden, hierfür sei auf die genannte Literatur verwiesen. Eine zusammenfassende Erläuterung der wesentlichen Konstrukte des BWW-Modells ist in Tabelle 1 angegeben.

Das BWW-Modell wurde bisher erfolgreich für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Dazu zählen bspw. Definition von Objektmodellen [Wa89], Formalisierung von Audit-Verfahren im Rechnungswesen [WW89b], Fundierung der Modellqualität [WW96], Vorschlag von Modellierungsregeln [Wa99] und die Evaluierung von Modellierungssprachen, die im folgenden Abschnitt näher dargelegt wird.

## 2.4 Ontologische Evaluierung von Modellierungssprachen

Zielstellung der ontologischen Evaluierung ist es, zwischen den Konstrukten des BWW-Modells und den Konstrukten der untersuchten Modellierungssprache Zusammenhänge herzustellen, umso beurteilen zu können, ob mit Hilfe der Modellierungssprache sämtliche Konstrukte des BWW-Modells eindeutig repräsentiert werden können. Eine dieser Untersuchungen grundlegende Annahme ist es, dass Informationsmodelle die Wirklichkeit repräsentieren und daher die Ontologie als eine theoretische Grundlage der Informationsmodellierung verstanden werden kann [WW95, S. 208; Wa95, S. 287; WW02, S. 2].

Erneut sei darauf hingewiesen, dass eine solche Untersuchung selbstverständlich nicht sämtliche Aspekte analysiert, die unter dem Begriff der Qualität von Modellierungssprachen verstanden werden können. Vielmehr untersucht diese nur notwendige Eigenschaften einer Modellierungssprache zur Repräsentation der Welt.

Der Kern der ontologischen Evaluierung ist die Erstellung einer Transformationsvorschrift. Die Transformationsvorschrift besteht aus zwei mathematischen Funktionen, die folgendermaßen zu konstruieren sind: Einerseits werden die Konstrukte der Ontologie auf die Konstrukte der Modellierungssprache abgebildet. Diese Abbildung wird Repräsentationsabbildung genannt. Andererseits werden mit der sogenannten Interpretationsabbildung die Konstrukte der Modellierungssprache auf die Konstrukte der Ontologie abgebildet. Grundsätzlich lassen sich auf Basis beider Abbildungen vier ontologische Defizite unterscheiden (Abbildung 1):

- Unvollständigkeit: Kann jedes Konstrukt der Ontologie durch ein Konstrukt der Modellierungssprache abgebildet werden? Eine Modellierungssprache ist unvollständig, wenn die Repräsentationsabbildung unvollständig definiert ist; andernfalls ist die Modellierungssprache vollständig.
- Redundanz: Wird ein Konstrukt der Ontologie durch genau ein oder durch mehrere Konstrukte der Modellierungssprache abgebildet? Eine Modellierungssprache ist redundant, wenn die Repräsentationsabbildung mehrdeutig ist.
- Übermächtigkeit: Kann jedes Konstrukt der Modellierungssprache durch ein Konstrukt der Ontologie abgebildet werden? Ein Konstrukt der Modellierungssprache ist übermächtig, wenn es nicht durch ein Konstrukt der Ontologie abgebildet werden kann. Eine Modellierungssprache ist übermächtig, wenn mindestens ein Konstrukt der Modellierungssprache übermächtig ist.

- Überladung: Wird ein Konstrukt der Modellierungssprache durch genau ein oder durch mehrere Konstrukte der Ontologie abgebildet? Ein Konstrukt der Modellierungssprache ist überladen, wenn es durch mehr als ein Konstrukt der Ontologie abgebildet werden kann. Eine Modellierungssprache ist überladen, wenn mindestens ein Konstrukt der Modellierungssprache überladen ist.

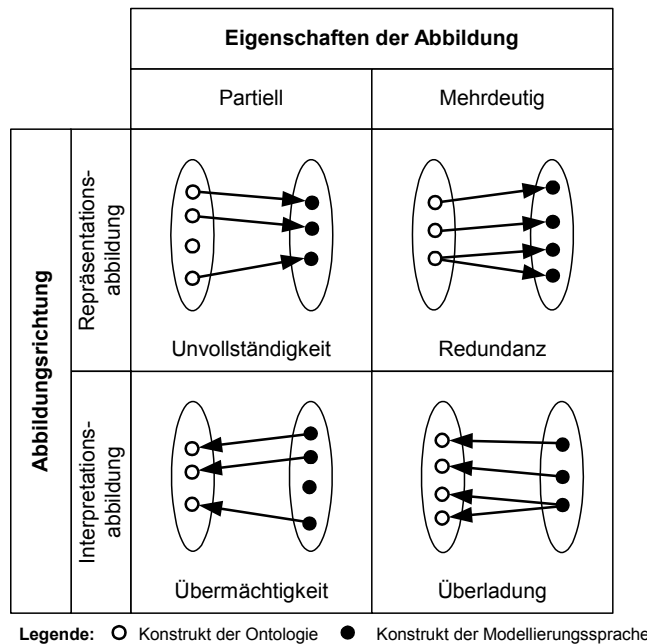


Abbildung 1: Mögliche ontologische Defizite einer Modellierungssprache

Eine Modellierungssprache heißt ontologisch klar, wenn keine ontologischen Defizite der Arten Unvollständigkeit und Redundanz vorliegen. Ein Konstrukt der Modellierungssprache heißt ontologisch adäquat, wenn es weder übermächtig noch überladen, also gemäß der Interpretationsabbildung eindeutig definiert ist. Eine Modellierungssprache heißt ontologisch adäquat, wenn alle Konstrukte der Modellierungssprache adäquat sind.

## 2.5 Stand der Forschung

Die Darstellung des theoretischen Hintergrundes der Untersuchung wird abgeschlossen mit einer Zusammenfassung der bisher durchgeführten ontologischen Evaluierungen (siehe Tabelle 2). Aus der Darstellung ist ersichtlich, welche Modellierungssprachen in einer Arbeit untersucht werden. Ergänzend ist angeführt, ob die Untersuchung neben analytischen ebenso empirische Forschungsmethoden anwendet. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bisher sowohl traditionelle (ERM, Data Flow Diagrams (DFD), Jackson-Methode) als auch moderne Sprachen (UML, Open Modeling Language (OML)) ontologisch evaluiert worden sind. Ferner wurde bereits ARIS - ein Ansatz, der ebenso wie das



SOM explizit auf die Modellierung betrieblicher Systeme ausgerichtet ist - ontologisch analysiert. Den Autoren ist keine (ontologische) Evaluierung des SOM bekannt. Eine solche wird im folgenden Abschnitt vorgestellt.

Arbeit	NIAM	DFD	ERM	UML	ARIS	sonstige	Empirische Prüfung
[WW89a]		•	•				-
[WW90]			•				-
[WZ91]	•						-
[WW93]	•	•				diverse	-
[WW95]			•				-
[Ro95]						Jackson-Methode	-
[WZ96]	•						-
[We96]			•				Labor-experiment
[Gr96]		•	•			Excelerator V1.9	Befragung
[Wa99]			•				-
[GR00]					•		-
[OH01]						OML	-
[EW01b]				•			-
[EW01]				•			-
[GR01]					•		Befragung
[Bo01]			•				Labor-experiment
[OH02]				•			-

Tabelle 2: Übersicht über ontologische Evaluierungen von Modellierungssprachen

### 3 Ergebnisse

Die Autoren haben gemäß der zuvor dargestellten ontologischen Evaluierungsmethode das SOM untersucht, wobei die vier Modellierungssichten (IAS, VES, KOS und VOS, vgl. Abschnitt 2.2) separat betrachtet worden sind. In Tabelle 3 ist die vorgenommene Repräsentationsabbildung sämtlicher Sichten vollständig dargestellt. Im Folgenden wird exemplarisch primär die ontologische Adäquanz des IAS näher erläutert.

BWW-Gegenstände werden im IAS durch SOM-betriebliche Objekte repräsentiert. Hierbei unterscheidet das SOM weiter in Diskursweltobjekte und Umweltobjekte. Zu beachten ist, dass dieses SOM-Konstrukt ontologisch überladen ist, was an der von Ferstl und Sinz vorgestellten Beispielmodellierung des Hotelbetriebes deutlich wird [FS01]: Betriebliche Objekte können zwar einerseits BWW-Gegenstände repräsentieren (im genannten Beispiel bspw. das Objekt „Hotel“), repräsentieren aber andererseits auch Klassen von

BWW-Gegenständen (bspw. das Objekt „Gast“). Explizite Möglichkeiten zur Repräsentation von BWW-Klassen sowie BWW-Gattungen kennt das IAS nicht.

Im IAS werden keine BWW-Eigenschaften und BWW-Zustände repräsentiert. Diese Aspekte werden einerseits im VES und andererseits im KOS und VOS abgebildet. Da im IAS diese Aspekte nicht beachtet werden, können folglich auch nicht die darauf aufbauenden BWW-Konstrukte berücksichtigt werden. Im einzelnen sind dies: denkbarer sowie gesetzmäßiger Zustandsraum, Ereignis, Ereignisraum, (gesetzmäßige) Transformation, gesetzmäßiger Ereignisraum und Historie. Daraus folgt, dass im IAS ebenso kein (in-)stabiler Zustand und externe bzw. interne sowie wohl- bzw. schwach-definierte Ereignisse repräsentiert werden können.

Über die Definition von betrieblichen Transaktionen zwischen den betrieblichen Objekten können im IAS BWW-Kopplungen dargestellt werden. Die im IAS vorgenommene Unterscheidung in Anbahnungs-, Vereinbarungs- und Durchführungstransaktionen etc. können im BWW-Modell nicht repräsentiert werden und bilden daher einen Fall der ontologischen Übermächtigkeit. Allerdings ist diese Übermächtigkeit weniger problematisch, da es sich bei diesen SOM-Konstrukten um Spezialisierungen des BWW-Kopplungskonstrukts handelt, das ontologisch klar definiert ist.

Unter der Annahme, dass in einem IAS sämtliche betriebliche Objekte zuzüglich ihrer Kopplungen untereinander sowie zur Systemumwelt dargestellt werden, können ebenso im IAS die BWW-Konstrukte System, -komposition, -umgebung, -struktur, -dekomposition, Subsystem und Stufenstruktur repräsentiert werden. In dieser Situation repräsentiert das IAS ein BWW-System. Die SOM-Diskursweltobjekte repräsentieren die Systemkomposition. Die BWW-Systemumgebung bildet die Menge der SOM-Umweltobjekte. Über die dargestellten Transaktionen wird die Systemstruktur deutlich. Es gibt keine unmittelbaren Konstrukte zur Definition von Subsystemen. Vielmehr schlagen Ferstl und Sinz zur Abgrenzung einzelner Subsysteme vor, die (sub-)systemkonstituierenden Diskursweltobjekte graphisch zu umranden, umso ein (Sub-)System zu kennzeichnen. Mit dieser Vorgehensweisen werden ebenso die Systemdekomposition sowie die Stufenstruktur verdeutlicht.

Wird das Analyseergebnis sämtlicher SOM-Sichten zusammenfassend betrachtet, so ist festzustellen, dass das SOM eine hohe ontologische Abdeckung besitzt. Nur die BWW-Konstrukte gesetzmäßiger Zustandsraum, gesetzmäßige Transformation, Historie und schwach-definiertes Ereignis können nicht im SOM repräsentiert werden. Indes existieren auch im VES, KOS und VOS ontologische Defizite. Beispielsweise ist im VES nicht ersichtlich, ob es sich bei den dargestellten Ereignissen um BWW-interne oder externe Ereignisse handelt (ontologische Überladung). Eine ontologische Redundanz liegt bspw. bei der Repräsentation von Gegenständen vor: Diese werden zum einen im IAS und zum anderen in KOS spezifiziert. Im Folgenden werden die Ergebnisse der ontologischen Evaluierung hinsichtlich verschiedener Aspekte diskutiert.

BWW-Konstrukte	SOM-Konstrukte		
	Geschäftsprozessmodell		Spezifikation der Anwendungssysteme
	Interaktionsschema (IAS)	Vorgangs-Ereignis-Schema (VES)	Konzeptuelles Objektschema (KOS)
Gegenstand Eigenschaften	betriebliches Objekt -	betriebliches Objekt z. T. über Ereignisse	z. T. über Objekttypen z. T. über Nachrichten
Zustand	-	z. T. über Aufgaben	Wert von Attributen zu verschiedenen Zeitpunk- ten entsprechen Zustän- de, die aber nicht expli- zit repräsentiert werden z. T. über Aufgaben
Denkbarer Zustandsraum	-	z. T. über Aufzählung der Aufgaben im VES	z. T. über Vorgangs- objekttypen im VOS
Zustandsgesetz	-	z. T. über Vorbedingun- gen	z. T. über Vorbedingungen
Gesetzmaßiger Zustandsraum	-	-	-
Ereignis	-	Ereignisse	z. T. über Nachrichten
Ereignisraum	-	Aufzählung der Ereignis- se im VES	z. T. über Aufzählung der Nachrichten im VOS
Transformation	-	Aufgabenobjekte	z. T. über Operationen
Gesetzmäßige Transformation	-	-	-
Gesetzmaßiger Ereignisraum	-	siehe Ereignisraum (keine Unterscheidung)	siehe Ereignisraum (keine Unterscheidung)
Historie	-	-	-

Tabelle 3: Ontologische Analyse der SOM-Konstrukte (Teil 1/3)

<b>BWW-Konstrukte</b>	<b>IAS</b>	<b>VES</b>	<b>KOS</b>	<b>VOS</b>
Kopplung	betriebliche Transaktion	betriebliche Transaktion	z. T. über Beziehungen	z. T. über Beziehungen
System	wenn im IAS alle Objekte und Beziehungen angegeben sind, stellt dies ein System dar	-	wenn im KOS alle Objekte und Beziehungen angegeben sind, stellt dies ein System dar (ohne Umgebung)	-
Systemkomposition	wenn IAS System darstellt, die Menge aller Diskursweltobjekte im IAS	-	wenn KOS System darstellt, die Menge aller Objekte im KOS	-
Systemumgebung	wenn IAS System darstellt, die Menge aller Umweltobjekt im IAS	-	-	-
Systemstruktur	wenn IAS System darstellt, die Menge aller Transaktionen im IAS	-	wenn KOS System darstellt, die Menge aller Beziehungen (ohne Systemumgebung)	-
Subsystem	über Umrandungen sowie indirekt über einzelne Zerlegungsstufen	-	-	-
Systemdekomposition	über graphische Anordnung und über Zerlegungsstufen	z. T. über Zerlegungsstufen	-	-

Tabelle 3: Ontologische Analyse der SOM-Konstrukte (Teil 2/3)

BWW-Konstrukte	IAS über graphische Anordnung und über Zerlegungsstufen	VES z. T. über Zerlegungsstufen	KOS	VOS
Stufenstruktur		z. T. über Zerlegungsstufen	-	-
Stabiler Zustand	-	indirekt über Aufgabe am Ende einer Vorgangskette	-	-
Instabiler Zustand	-	alle Aufgaben, die nicht am Ende einer Vorgangskette stehen	-	-
Externes Ereignis	-	indirekt über Zuordnung zum Umweltobjekt erkennbar	-	-
Internes Ereignis	-	indirekt über Zuordnung zum Diskursweltobjekt erkennbar	-	-
Wohl-definiertes Ereignis	-	alle Ereignisse sind wohl-definiert	-	-
Schwach-definiertes Ereignis	-	-	-	-
Klasse	-	-	z. T. über Objekttyp	z. T. über Vorgangstypen
Gattung	-	-	z. T. über Objekttypen	z. T. über Vorgangstypen

Tabelle 3: Ontologische Analyse der SOM-Konstrukte (Teil 3/3)

## 4 Diskussion

Werden für die Modellierung mehrere Modellierungssprachen eingesetzt, sollten aus theoretischer Sicht die Ziele „maximale ontologische Abdeckung“<sup>2</sup> (maximal ontological completeness (MOC)) und „minimale ontologische Überlappung“ (minimal ontological overlapping (MOO)) berücksichtigt werden [Gr96, S. 85f.]. Das Ziel MOC kann unmittelbar aus der ontologischen Evaluierung abgeleitet werden und sorgt dafür, dass bei der Anwendung der Modellierungssprachen sämtliche ontologischen Konstrukte repräsentiert werden können. Das Ziel MOO trägt dem Umstand Rechnung, dass durch eine ontologische Überlappung der Konstrukte verschiedener Modellierungssprachen Probleme der Redundanz und Konsistenz auftreten können. Die Analyse des SOM zeigt, dass insbesondere zwischen den Sichten IAS und KOS und VES und VOS ontologische Überlappungen festzustellen sind. Diese Tatsache lässt erklären, warum im SOM-Vorgehensmodell der Vorschlag unterbreitet wird, das KOS auf Basis des IAS bzw. das VOS auf Basis des VES herzuleiten. Allerdings stellen die Autoren sich die Frage, ob eine ontologisch redundante Modellierung bestimmter Aspekte notwendig und mit Vorteilen verbunden ist, welche die Nachteile einer ontologisch redundanten Modellierung rechtfertigen. Andererseits gilt es zu bedenken, dass eine „ontologische Überlappung“ nicht zwingend mit Nachteilen verbunden sein muss, da eine Integration verschiedener Modellierungssichten, welche über gemeinsame Konstrukte der Modellierungssprachen erfolgen kann, nützlich sein kann.<sup>3</sup> Folglich sollten derartige Abhängigkeiten zwischen mehreren Modellierungssprachen expliziert werden, um die Potenziale und Gefahren fundiert beurteilen zu können.

In der von Green und Rosemann durchgeführten ontologischen Analyse werden die Möglichkeiten der Geschäftsprozessmodellierung in ARIS besonders betont [GR00]. Vergleicht man die Ergebnisse der ontologischen Evaluierungen von ARIS und SOM ausschließlich unter dem Aspekt der Geschäftsprozessmodellierung, zeigt sich, dass SOM eine höhere ontologische Abdeckung besitzt, ohne zusätzlich mit ontologischen Defiziten verbunden zu sein. Im Vergleich zu ARIS bietet die Geschäftsprozessmodellierung in SOM insbesondere Möglichkeiten, die BWW-Konstrukte Gegenstand, Kopplung, System, Systemkomposition, Systemumgebung, Systemstruktur und Subsystem zu repräsentieren. Damit besitzt der SOM-Ansatz im Vergleich zum ARIS-Ansatz bei der Geschäftsprozessmodellierung Vorteile. Ob diese theoretischen Vorteile auch tatsächlich in der Modellierungspraxis ausgespielt werden können, ist ohne weitere empirische Untersuchungen nicht zu beantworten.

Die vorgenommene Evaluierung beschränkt sich prinzipiell auf diejenigen Modellierungskonstrukte, die von den vier Sichten IAS, VES, KOS und VOS bereitgestellt werden. Darüber hinaus besteht das SOM noch aus weiteren Sichten (Unternehmensplan, Aufbauorganisation etc.). Es ist zu vermuten, dass diese Sichten einerseits zwar zu einer höheren ontologischen Abdeckung führen, allerdings auch weitere ontologische Defizite verursa-

---

<sup>2</sup> Einer der anonymen Gutachter hat zu Recht angemerkt, die Formulierung „maximale ontologische Vollständigkeit“ sei „fast ein Pleonasmus“, da Vollständigkeit entweder gegeben sei oder nicht. Daher wird hier abweichend von Green der Terminus „ontologische Abdeckung“ eingeführt.

<sup>3</sup> Diesen kritischen Einwand verdanken die Autoren einem der anonymen Gutachter.

chen können. Diese Fragestellungen werden in der vorliegenden Untersuchung nicht berücksichtigt.

Die Untersuchungsergebnisse der ontologischen Evaluierung sind bis zu einem gewissen Grad subjektiv. Dieser Mangel ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass das SOM semi-formal definiert ist. Allerdings profitiert die ontologische Untersuchung dadurch, dass das SOM systemtheoretisch inspiriert ist und systemtheoretische Konstrukte ebenso Grundlage des BWW-Modells sind. Um einen höheren Grad der intersubjektiven Nachprüfbarkeit zu erreichen, könnte die vorgestellten Transformationsvorschriften anderen Modellierungsexperten zur Prüfung vorgelegt werden. Trotzdem sind die Autoren der Ansicht, dass die bereits vorliegende Bewertung eine weitgehende inter-subjektive Nachvollziehbarkeit erlaubt. Vor dem Hintergrund, dass jede Art der faktischen Evaluierung gewissen subjektiven Einflüssen unterliegt, ist aus Sicht der Autoren der Grad der Subjektivität der vorliegenden ontologischen Evaluierung vertretbar.

Die SOM-Metamodelle haben sich nützlich bei der Durchführung der ontologischen Evaluierung erwiesen, da in ihnen die wesentliche Konstrukte der einzelnen Modellierungssichten und ihr Zusammenhang ersichtlich werden. Somit können die Metamodelle eine ontologische Evaluierung sinnvoll unterstützen (in diesem Sinne auch: [Da02]). Allerdings können die Metamodelle noch weiter verbessert werden. Erstens werden keine sichten-spezifische Metamodelle vorgestellt, wodurch aus der isolierten Betrachtung der Metamodelle nicht ersichtlich wird, welche Modellierungskonstrukte zu einer bestimmten Modellierungssicht gehören. Zweitens sind die Metamodelle nicht vollständig integriert, weshalb aus ihnen isoliert nicht ersichtlich ist, welche Zusammenhänge zwischen den Konstrukten verschiedener Modellierungssichten bestehen. Drittens sind die Metamodelle teilweise unvollständig. Beispielsweise ist aus den Metamodellen nicht ersichtlich, dass betriebliche Transaktionen gerichtet sind.

Zuweilen wird einer ontologischen Evaluierung vorgeworfen, sie sei für eine Evaluierung von Modellierungssprachen nur bedingt geeignet: Bspw. führt Frank mit Bezug auf die von Weber durchgeführte ontologische Evaluierung des ERM [We97a] aus: “[Ontological criteria, die Autoren] are, however, only of limited use for the evaluation of a language. By applying [these, die Autoren] criteria to the Entity Relationship Model, Weber establishes that the ERM is not ontological complete. However, that does not come as a surprise to anybody who knows about the poor semantics that is provided by the ERM” [Fr98, S. 13]. Dieser Kritik ist zu entgegnen, dass die verwendeten ontologischen Evaluierungskriterien mit Hilfe der Ontologie theoretisch begründet und nicht willkürlich eingeführt sind. Dass die bei der ontologischen Evaluierung gewonnenen Ergebnisse erfahrene Modellierungsexperten wenig überraschen, kann eine richtige Hypothese sein, die allerdings empirisch zu prüfen wäre. Falls diese Hypothese zuträfe, wäre das eine Bestätigung der theoretischen Aussagen der ontologischen Evaluierung, andernfalls ein Hinweis auf eine mögliche Widerlegung. In keinem Fall schmälert indes die von Frank geäußerte Hypothese die Erkenntnisleistung der ontologischen Evaluierung aus theoretischer Sicht. Zudem zeigen die inzwischen vorliegenden, vielfältigen ontologischen Evaluierungen verschiedener Modellierungssprachen (Abschnitt 2.5), dass diese Methode universell einsetzbar ist. Erneut räumen die Autoren ein, dass die ontologische Evaluierung nur einen Quali-

tätsaspekt von Modellierungssprachen umfasst, der durch andere Evaluierungsarten zu ergänzen ist.

Aus theoretischer Sicht kann der Untersuchung die Kritik vorgeworfen werden, dass sich bisher keine universelle, allgemein akzeptierte Ontologie herausgebildet hat [RK98]. Hierzu ist zunächst festzustellen, dass das BWW-Modell aus drei Gründen ausgewählt wurde. Erstens ist es formal auf Basis der Mengentheorie definiert. Zweitens wurde es bereits für verschiedene Untersuchungen im Kontext der Informationsmodellierung erfolgreich eingesetzt (vgl. Abschnitte 2.3 und 2.5). Drittens zeigt die vorliegende Untersuchung, dass die Anwendung des BWW-Modells bei der Evaluierung des SOM zu inhaltvollen Aussagen führt. Die genannten Gründe liefern nur eine pragmatische Rechtfertigung und keine theoretische Begründung, sodass die Kritik der willkürlichen Auswahl eines bestimmten ontologischen Ansatzes nicht entkräftet werden kann. Ferner 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 ontologischen Ansätzen durchführbar ist (bspw. existieren auch Arbeiten, welche die Ontologie von Chisholm als Grundlage verwenden [Mi01; Mi00b]). Zudem hat jede Art der Evaluierung (oder allgemeiner: jede wissenschaftliche Untersuchung) ontologische Annahmen zu treffen. Dass diese Annahmen bei einer ontologischen Evaluierung expliziert werden, sollte nicht als Argument gegen diese Art der Evaluierung angebracht werden. Vielmehr werden bei diesem Evaluierungsansatz implizite Prämissen expliziert, um sie einer kritischen Prüfung zugänglich zu machen (vgl. hierzu auch das Münchhausen-Trilemma [AI91, S. 13-18]).

Die in dieser Arbeit vertretene Erkenntnisposition, die auf die Arbeiten von Bunge sowie Wand und Weber zurückzuführen ist, wird von anderen Autoren kritisiert [SZ01, S. 5f.; Sc02b; Sc99, S. 217]. Die Autoren sind der Ansicht dieser Kritik hinreichend Rechnung getragen zu haben, indem metatheoretische Prämissen des Forschungsansatzes in Abschnitt 2.1 expliziert worden sind. Zur Legitimation und zum Nutzen alternativer Forschungsparadigmen der Modellierung vgl. auch: [Mi01; We97b; Wy03].

## **5 Resümee und Ausblick**

In dieser Untersuchung wurde das SOM erstmalig einer ontologischen Evaluierung unterzogen. Ergebnis der Untersuchung ist, dass das SOM eine hohe ontologische Abdeckung besitzt, aber auch vereinzelte ontologische Defizite aufweist. In der Untersuchung wurde nur die prinzipielle ontologische Aussagekraft der Konstrukte untersucht, ohne auf bestimmte Restriktionen der ontologischen Ausdruckmächtigkeit einzelner SOM-Konstrukte im Detail einzugehen. Daher findet sich in der vorgestellten Transformationsabbildung an vielen Stellen der Hinweis auf eine bedingte Zuordnung der BWW- und SOM-Konstrukte. Diese Beziehungen können in künftigen Arbeiten näher untersucht werden. Darüber hinaus ergeben sich vielfältige weitere Untersuchungsmöglichkeiten: Die hier vorgebrachten Ergebnisse wurden nur partiell mit den Ergebnissen anderer ontologischer Evaluierungen in Verbindung gebracht. Es bietet sich an, umfassende Untersuchungen und Vergleiche verschiedener Modellierungssprachen anzustellen, um prinzipielle ontologische Unter-



schiede und Gemeinsamkeiten vorhandener Modellierungssprachen herauszuarbeiten. Die Zielgröße der minimalen ontologischen Redundanz der Modellierungssichten wurde hier nur verhältnismäßig grob untersucht. Es bietet sich an, eine detailliertere Untersuchung vorzunehmen, um präzisere Aussagen zu den ontologischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modellierungssichten zu entwickeln. Die durch ontologische Untersuchungen ausgearbeiteten ontologischen Defizite können wiederum Ansatzpunkte für eine Weiterentwicklung des SOM aufzeigen. Ferner ergeben sich ebenso Möglichkeiten, die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse empirisch zu überprüfen, um Aussagen über Relevanz und praktische Konsequenzen ontologischer Eigenschaften von Modellierungssprachen zu erhalten [RG02]. Beispielsweise ergeben sich interessante Forschungsfelder für die Modellierung von Geschäftsprozessen im SOM im Vergleich zu ARIS.

Aufgrund der hohen Bedeutung sollte ebenso die Methode der ontologischen Evaluierung selbst einer Evaluierung unterzogen werden. Verschiedene Potenziale sowie Limitationen des Verfahrens wurden bereits in dieser Arbeit angesprochen, weitere Aspekte können in künftigen Arbeiten näher untersucht werden.

### **Danksagung**

Die Autoren bedanken sich bei den anonymen Gutachtern für ihre nützlichen und konstruktiven Kommentare.

### **Literaturverzeichnis**

- [Al91] Albert, H.: Traktat über kritische Vernunft. 5. Aufl., Tübingen 1991.
- [Be02] Becker, J.; Algermissen, L.; Delfmann, P.; Knackstedt, R.: Referenzmodellierung. In: WISU 31 (2002) 11, S. 1392-1395.
- [Be95] 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.
- [Bo01] 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.
- [Bu03] Bunge, M.: Philosophical Dictionary. 2. Aufl., Amherst, New York 2003.
- [Bu77] Bunge, M.: Ontology I: The Furniture of the World. Dordrecht, Holland 1977.
- [Bu79] Bunge, M.: Ontology II: A World of Systems. Dordrecht, Holland 1979.
- [Bu83] Bunge, M.: Epistemology & Methodology II: Understanding the World. Dordrecht, Holland 1983.
- [Bu93] Bunge, M.: Realism and Antirealism in Social Science. In: Theory and Decision 35 (1993), S. 207-235.

- [Bu97] 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.
- [Da02] Davies, I.; Green, P.; Rosemann, M.: Facilitating an Ontological Foundation of Information Systems with Meta Models. In: A. Wenn; M. McGrath; F. Burstein (Hrsg.): Proceedings of the 13th Australasian Conference on Information Systems (ACIS 2002), 3-6 December. Melbourne 2002, S. 937-947.
- [EW01] 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 2001, S. 354-367.
- [EW01b] 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 2001
- [Fe01] Fensel, D.: Ontologies - A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce. Berlin et al. 2001.
- [Fr98] Frank, U.: Evaluating Modelling Languages: Relevant Issues, Epistemological Challenges and a Preliminary Research Framework. Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Koblenz Landau, Arbeitsbericht Nr. 15. Koblenz 1998.
- [Fr99] 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 1999, S. 695-697.
- [FS01] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik - Band 1. 4. Aufl., München, Wien 2001.
- [FS01] Frank, U.; Schauer, H.: Software für das Wissensmanagement. In: WISU 30 (2001) 5, S. 718-726.
- [FS90] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). In: Wirtschaftsinformatik 32 (1990) 6, S. 566-581.
- [FS91] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Ein Vorgehensmodell zur Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). In: Wirtschaftsinformatik 33 (1991) 6, S. 477-491.
- [FS95] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Das Ansatz des Semantischen Objektmodells (SOM) zur Modellierung von Geschäftsprozessen. In: Wirtschaftsinformatik 37 (1995) 3, S. 209-220.
- [FS98] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: SOM Modeling of Business Systems. In: P. Bernus; K. Mertins; G. Schmidt (Hrsg.): Handbook on Architectures of Information Systems. Berlin et al. 1998, S. 339-358.
- [GL02] Gruninger, M.; Lee, J.: Ontology Applications and Design. In: Communications of the ACM 45 (2002) 2, S. 39-41.
- [GR00] Green, P.; Rosemann, M.: Integrated Process Modeling: An Ontological Evaluation. In: Information Systems 25 (2000) 2, S. 73-87.
- [GR01] Green, P.; Rosemann, M.: Ontological Analysis of Integrated Process Models: Testing Hypotheses. In: Australian Journal on Information Systems 9 (2001) 1, S. 30-38.

- [Gr74] 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.
- [Gr95] 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.
- [Gr96] Green, P.: An Ontological Analysis of Information Systems Analysis and Design (ISAD) Grammars in Upper Case Tools. PhD Thesis, University of Queensland, 1996.
- [Ha99] Hammel, C.: Generische Spezifikation betrieblicher Anwendungssysteme. Aachen 1999.
- [He02] Hesse, W.: Ontologie(n). In: *Informatik-Spektrum* 16 (2002), S. 477-480.
- [Mä01] Mädche, A.; Staab, S.; Studer, R.: Ontologien. In: *Wirtschaftsinformatik* 43 (2001) 4, S. 393-396.
- [Mi00b] 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.
- [Mi01] 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.
- [Mi01] Mingers, J.: Combining IS Research Methods: Towards a Pluralist Methodology. In: *Information Systems Research* 12 (2001) 3, S. 240-259.
- [My98] Mylopoulos, J.: Information Modeling in the Time of the Revolution. In: *Information Systems* 23 (1998) 3/4, S. 127-155.
- [OH01] 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.
- [OH02] 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.
- [Ra96] Raue, H.: Wiederverwendbare betriebliche Anwendungssysteme - Grundlagen und Methoden ihrer objektorientierten Entwicklung. Wiesbaden 1996.
- [RG02] Rosemann, M.; Green, P.: Developing a meta model for the Bunge-Wand-Weber ontological constructs. In: *Information Systems* 27 (2002) 2, S. 75-91.
- [RG02] 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.
- [RK98] Runggaldier, E.; Kanzian, C.: *Grundprobleme der Analytischen Ontologie*. Paderborn et al. 1998.
- [Ro95] Rohde, F.: An Ontological Evaluation of Jackson's System Development Model. In: *Australian Journal of Information Systems* 2 (1995) 2, S. 77-87.
- [Sc01] Schulze, D.: *Grundlagen der wissensbasierten Konstruktion von Modellen betrieblicher Systeme*. Aachen 2001.

- [Sc02a] Scheer, A.-W.; Seel, C.; Georg, W.: Entwicklungsstand in der Referenzmodellierung. In: *Industrie Management* 18 (2002) 1, S. 9-12.
- [Sc02b] Schütte, R.; Zelewski, S.: Epistemological Problems in Working with Ontologies. Proceedings of the 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2002). Orlando, USA 2002
- [Sc99] Schütte, R.: Basispositionen in der Wirtschaftsinformatik - ein gemäßigt-konstruktivistisches Programm. In: J. Becker; W. König; R. Schütte; O. Wendt; S. Zelewski (Hrsg.): *Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie*. Wiesbaden 1999, S. 211-241.
- [Se94] Seiffert, H.: Einführung in die Wissenschaftstheorie - Wörterbuch der wissenschaftstheoretischen Terminologie. Bd. 4, München 1994.
- [SR98] Siau, K.; Rossi, M.: Evaluating of Information Modeling Methods - A Review. Proceedings of the 31th Hawaii International Conference on Systems Science (HICSS '98). Hawaii 1998
- [SZ01] Schütte, R.; Zelewski, S.: Epistemological Problems in Working with Ontologies. Universität Essen, Institut für Produktion und Industrielles Informationsmanagement, Arbeitsbericht Nr. 13. Essen 2001.
- [Wa89] Wand, Y.: A Proposal for a Formal Model of Objects. In: W. Kim; F. Lochovsky (Hrsg.): *Object-Oriented Concepts, Applications, and Databases*. Reading, MA 1989, S. 537-559.
- [Wa95] 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.
- [Wa99] 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.
- [We96] Weber, R.: Are Attributes Entities? A Study of Database Designer's Memory Structures. In: *Information Systems Research* 7 (1996) 2, S. 137-162.
- [We97a] Weber, R.: *Ontological Foundations of Information Systems*. Melbourne 1997.
- [We97b] Weber, R.: The Link Between Data Modeling Approaches and Philosophical Assumptions: A Critique. Proceedings of the Third Americas Conference on Information Systems (AMCIS 1997), August 15-17. Indianapolis, Indiana 1997
- [Wo01] Wolf, S.: *Wissenschaftstheoretische und fachmethodische Grundlagen der Konstruktion von generischen Referenzmodellen betrieblicher Systeme*. Aachen 2001.
- [WW02] Wand, Y.; Weber, R.: Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modelling - A Research Agenda. In: *Information Systems Research* 13 (2002), S. 363-377.
- [WW89a] Wand, Y.; Weber, R.: An Ontological Evaluation of Systems Analysis and Design Methods. In: E. D. Falkenberg; P. Lindgreen (Hrsg.): *Information Systems Concepts: An In-Depth Analysis*. North-Holland 1989, S. 79-107.
- [WW89b] Wand, Y.; Weber, R.: A Model of Control and Audit Procedure Change in Evolving Data Processing Systems. In: *The Accounting Review* 64 (1989) 1, S. 87-107.

- [WW90] Wand, Y.; Weber, R.: Toward a Theory of the Deep Structure of Information Systems. In: J. I. DeGross; M. Alavi; H. Oppelland (Hrsg.): International Conference on Information Systems. Copenhagen, Denmark 1990
- [WW93] Wand, Y.; Weber, R.: On the ontological expressiveness of information systems analysis and design grammars. In: Journal of Information Systems 3 (1993) 4, S. 217-237.
- [WW95] Wand, Y.; Weber, R.: On the deep structure of information systems. In: Information Systems Journal 5 (1995), S. 203-223.
- [WW96] Wand, Y.; Wang, R. Y.: Anchoring Data Quality Dimensions in Ontological Foundations. In: Communications of the ACM 39 (1996) 11, S. 86-95.
- [Wy03] Wysusek, B.: Plädoyer für ein soziopragmatisch-konstruktivistisches Verständnis der Organisationsmodellierung in der Wirtschaftsinformatik. In: U. Frank (Hrsg.): Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik (WOWI 2003). Koblenz 2003, S. 358-392.
- [WZ91] 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
- [WZ96] Weber, R.; Zhang, Y.: An analytical evaluation of NIAM's grammar for conceptual schema diagrams. In: Information Systems Journal 6 (1996), S. 147-170.
- [Ze01] 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.
- [Ze95] Zelewski, S.: Petrinetzbasierte Modellierung komplexer Produktionssysteme - Band 2: Bezugsrahmen. Universität Leipzig, Institut für Produktionswirtschaft und industrielle Informationswirtschaft, Arbeitsbericht Nr. 6. Leipzig 1995.