



Nr.: FIN-001-2009

Modell und Modellbildung im Kontext  
von Very Large Business Applications

Anna Blendinger, Sebastian Herden

*Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik*



Fakultät für Informatik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

# Technical Report

Nr.: FIN-001-2009

Modell und Modellbildung im Kontext  
von Very Large Business Applications

Anna Blendinger, Sebastian Herden

*Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik*



Fakultät für Informatik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

## **Impressum** (§ 5 TMG):

*Herausgeber:*

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Informatik  
Der Dekan

*Verantwortlich für diese Ausgabe:*

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Fakultät für Informatik  
Sebastian Herden  
Postfach 4120  
39016 Magdeburg  
E-Mail: Sebastian.Herden@ovgu.de

<http://www.cs.uni-magdeburg.de/Preprints.html>

*Auflage:* 70

*Redaktionsschluss:* 19. Januar 2009

*Herstellung:* Dezernat Allgemeine Angelegenheiten,  
Sachgebiet Reproduktion

*Bezug:* Universitätsbibliothek/Hochschulschriften- und  
Tauschstelle

# MODELL UND MODELLBILDUNG IM KONTEXT VON VERY LARGE BUSINESS APPLICATIONS

*Anna Blendinger und Sebastian Herden*

Very Large Business Applications Lab  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik  
FIN-ITI, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg, Germany  
*anna.blendinger@st.ovgu.de, sebastian.herden@ovgu.de*

## ZUSAMMENFASSUNG

Für das Informationsmanagement ist die Bildung und der Austausch von Modellen von essentieller Bedeutung. Dennoch existieren unterschiedliche Definitionen der Begriffe *Modell* und *Modellbildung*. Da eine klare Sprache Grundlage für kumulative wissenschaftliche Forschung ist, müssen diese Definitionen voneinander abgegrenzt werden. In diesem Artikel werden daher die Begriffsdefinitionen für Modell und Modellbildung expliziert und in den Kontext des Informationsmanagement eingeordnet. Des Weiteren wird die Bedeutung von Modellen beim Erstellen von betrieblichen Anwendungen und von Very Large Business Applications gezeigt.

Der vorliegende Artikel stellt eine Vorabveröffentlichung eines Ausschnitts aus der Promotionsarbeit von Sebastian Herden mit dem Thema „*Entwicklung eines Vorgehensmodells für die IT-Infrastrukturmodellierung beim Entwurf von Very Large Business Applications*“ dar.

**Keywords** — Modell, Modellbildung, Very Large Business Applications, Modelltheorie, Systemtheorie, Erkenntnistheorie

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Bedeutung von Modellen im Informationsmanagement</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Modelltheorien</b>	<b>3</b>
2.1	Allgemeine Modelltheorie . . . . .	3
2.2	Mathematische Modelltheorie . . . . .	4
2.3	Vergleich der Modelltheorien . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Verständnis der Modellierung</b>	<b>6</b>
3.1	Paradigmen der Erkenntnistheorie . . . . .	6
3.2	Abbildungsorientierung . . . . .	7
3.3	Konstruktionsorientierung . . . . .	8
3.4	Vergleich und Abgrenzung der Modelltheorien . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Modelle bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>14</b>

# 1 Bedeutung von Modellen im Informationsmanagement

Als Informationsmanagement wird ein Teilbereich der Unternehmensführung bezeichnet, welcher für den bestmöglichen Einsatz der Ressource *Information* verantwortlich ist. Es umfasst sämtliche Aufgaben der Planung, Steuerung und Kontrolle von Information, Informationssystemen und der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) (vgl. Krömer, 2006, S. 9 ff.). Ziel der Modellbildung ist es, Informationen über ein Original zu erschaffen (vgl. Stachowiak, 1973, S. 131 ff.). Information ist hierbei zu verstehen als „Aussagen, die den Erkenntnis- bzw. Wissensstand eines Subjektes (Informationssubjekt/-benutzer) über ein Objekt (Informationsgegenstand) in einer gegebenen Situation und Umwelt (Informationsumwelt) zur Erfüllung einer Aufgabe (Informationszweck) verbessern“ (vgl. Szyperski, 1980, S. 904). Die Modellbildung ist demnach ein Teil des Informationsmanagements.

Der Begriff Modell bedeutet dabei „Muster, Form, Entwurf oder Person als Gegenstand bildener Kunst“ (vgl. Dudenredaktion, 2007, S. 535). Im allgemeinen Sprachgebrauch ist ein Modell die Repräsentation eines Originals. Hierbei besitzt der Modellbegriff eine doppelte Bedeutung (vgl. Stachowiak, 1973, S. 128 ff.):

Repräsentation eines bestimmten Originals im Sinne eines

1. Abbildes von etwas oder eines Vorbildes für etwas.
2. Individuums als Beispiel für eine Menge von originalen Individuen für die künstlerische Nachbildung.

Die Erstellung von Modellen (Transformationsfunktion  $f$ ) ist demnach als Informationsarbeit zu verstehen, deren Leistung für den Modellersteller vor allem darin liegt, Modelle, also Informationen, zu erschaffen und für andere nutzbar zu machen (konstruktive Informationsarbeit). Für den Modellbenutzer liegt die Leistung der Informationsarbeit darin, Informationen aufzunehmen und für den eigenen Kontext zu adaptieren (rezeptive und adaptive Informationsarbeit) (vgl. Kuhlen, 1995, 1999). Um Informationen aufnehmen zu können, müssen diese zwischen Menschen und/oder Maschinen ausgetauscht werden. Dieser Vorgang wird als Kommunikation bezeichnet (vgl. Hansen, 1996, S. 311). Daraus folgt, dass durch die Kommunikation von Modellen Information zwischen Menschen und/oder Maschinen ausgetauscht werden können.

Die Modellbildung wird als Modellierung bezeichnet und umfasst das Konstruieren (vgl. Schwinn, 2005, S. 14) (vgl. Winter, 2003, S. 89), Rekonstruieren und/oder Entwerfen von Modellen (vgl. Stachowiak, 1973, S. 128 ff.). Ergebnis der Modellierung sind Modelle (vgl. Schwinn, 2005, S. 14). Dadurch hat die Modellierung drei Bedeutungen, welche sich in Bezug auf Modell-Original-Repräsentationen im Zeitverlauf, wie in Abbildung 1 dargestellt, unterscheiden lassen:

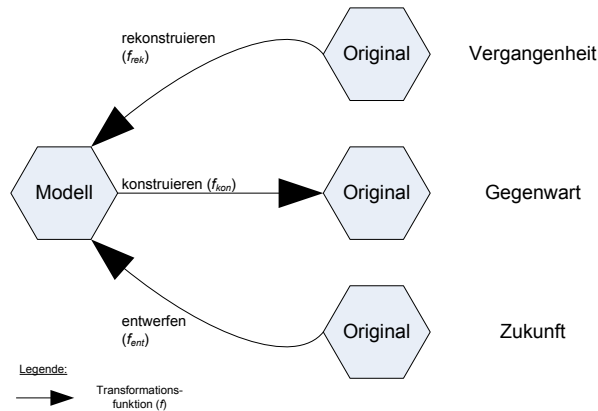


Abbildung 1: Begriffsabgrenzung der Modellierungsarten in Bezug zur Zeit

- **rekonstruieren**

Dieser Begriff bedeutet „wiederherstellen“ oder „nachbilden“ eines ursprünglichen Zustands und wird durch die Präfixbildung *re* zu konstruieren gebildet (vgl. Dudenredaktion, 2007, S. 667). Modellierung mit der Bedeutung „rekonstruieren“ meint demnach die Transformationsfunktion  $f_{rek} : V_O \mapsto V_M$ , mit der ein Modell erstellt wird, welches einen Originalzustand in der Vergangenheit ( $t$  liegt in der Vergangenheit) beschreibt.

- **entwerfen**

Der Begriff stammt aus dem Mittelhochdeutschen. Er bedeutete ursprünglich „ein Bild gestalten“ und war ein Fachbegriff der Bildwebererei. Doch bereits in der mittelhochdeutschen Verwendung bedeutete es auch „literarisches und geistiges Gestalten“. Die Bedeutung des vorausgedachten Vorläufigen, kommt durch den Einfluss des frz. Begriffs „projeter“ (planen) (vgl. Dudenredaktion, 2007, S. 182). In Bezug auf den Modellbegriff bedeutet „entwerfen“, ein Modell eines Originals zu erstellen ( $f_{ent} : V_O \mapsto V_M$ ), welches einen Zustand des Originals in der Zukunft ( $t$  liegt in der Zukunft) beschreibt. Dabei wird durch den Modellerschaffer die Annahme getroffen, dass eine Transformation eines gegenwärtigen Originals (also dessen aktueller Zustand) in einen veränderten Zustand in der Zukunft möglich ist (vgl. Stachowiak, 1973, S. 128 ff.).

- **konstruieren**

Dieser Begriff ist dem lateinischen „con-struere“ entlehnt und bedeutet „errichten“, „erbauen“ oder „zusammenschichten“ (vgl. Dudenredaktion, 2007, S. 438). In Bezug auf eine Modell-Original-Repräsentation ist daher gemeint, aus einem Modell das entsprechende Original zu erbauen, wobei im Sinne des Modellbegriffs das Original ebenfalls ein Modell sein kann. Es handelt sich demnach um eine Transformationsfunktion  $f_{kon} : V_M \mapsto V_O$ , welche Attribute des Modellsystems  $S_M$  in die Attributmenge des Originalsystems  $S_O$  überführen kann.

Abgesehen von der zeitlichen Betrachtung wird in der Literatur der Modellbegriff unterschiedlich verstanden. Insbesondere ist die bereits erwähnte Bedeutung des Modellerstellers und des Modelladressaten, sowie der Bezug zwischen Original und Modell unterschiedlich weit ausgelegt. Nachfolgend werden die verschiedenen Modelltheorien vorgestellt (Kapitel 2) und deren Interpretation für die Erkenntnisgewinnung diskutiert (Kapitel 3). Abschließend werden Modelle bei der Entwicklung von betrieblichen Anwendungen und deren zeitliche Abhängigkeit im Entwicklungsprozess gezeigt (Kapitel 4).

## 2 Modelltheorien

Es können „zwei grundsätzlich verschiedene Modellbegriffe“ formal- und realwissenschaftlicher Prägung unterschieden werden (Zschocke, 1995, S. 236). Im Folgenden wird das realwissenschaftliche Modellverständnis anhand der Allgemeinen Modelltheorie (Kapitel 2.1) vorgestellt, bevor in Kapitel 2.2 die formalwissenschaftliche Mathematische Modelltheorie folgt.

### 2.1 Allgemeine Modelltheorie

Im Sinne der Modelltheorie nach Stachowiak ist ein Modell als Repräsentation eines Originals im Sinne eines Abbildes oder Vorbildes für etwas zu verstehen und weist folgende drei Merkmale auf (vgl. Stachowiak, 1973, S. 131 ff.):

- **Repräsentationsmerkmal**

Modelle sind Repräsentationen von natürlichen oder künstlichen Originalen, die ebenfalls Modelle sein können. Dabei werden Modelle als Attributklassen interpretiert, die attributierte Systeme beschreiben.

- **Verkürzungsmerkmal**

Im Allgemeinen werden durch Modelle nicht alle Attribute des Originals erfasst. Modelle repräsentieren damit einen Vorbereich unter Vernachlässigung sog. präterierter Attribute, die im Hinblick auf den Verwender und den vom Modellierer verfolgten Zweck irrelevant sind. Die Auswahl der benutzten Attribute in einem Modell unterliegt Relevanzbedingungen, die durch den Modellerschaffer definiert und durch den Modellbenutzer interpretiert werden. Daher kann die Verkürzung vom Benutzer nur dann nachvollzogen werden, wenn er das Modell selbst erstellt hat und das Original kennt. Andernfalls kann er die Verkürzung nur vermuten. Aus diesem Grund ist das Verkürzungsmerkmal ein pragmatisches Merkmal im weiteren Sinne.

- **Pragmatisches Merkmal (im engeren Sinne)**

Zusätzlich zum Verkürzungsmerkmal, welches eine subjekte Auswahl der Attribute durch den Modellerschaffer (Modellbenutzer) unterstellt, wird



durch das pragmatische Merkmal beschrieben, dass Modelle eine Ersetzungsfunktion für bestimmte Subjekte, innerhalb bestimmter Zeitintervalle und unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen erfüllen.

Hiernach ist ein Modell im Sinne der Semiotik eine pragmatische Entität, welche durch ein mindestens fünfstelliges Prädikat beschrieben werden kann: „ $X$  ist ein Modell des Originals  $Y$  für den Verwender  $k$  in einer Zeitspanne  $t$  bzgl. der Intention  $Z$ “ (Stachowiak, 1989, S. 219). Modelle und Originale sind endliche Klassen von Attributen und können in Form formaler Sprachen oder durch informelle Formalisierung (Umgangssprache zuzüglich Fachausdrücke) beschrieben werden. Hierfür gibt es eine Transformationsfunktion ( $f : V_O \rightarrow V_M$ ), welche die Attributmenge  $V_O$  des Originalsystems  $S_O$  auf die Attributmenge  $V_M$  des Modellsystems  $S_M$  abbildet (vgl. Stachowiak, 1989, S. 219 f.) (vgl. Ferstl und Sinz, 1994, S. 18). Diese Transformationsfunktion muss stets homomorph sein, d. h. Teile des Originalsystems werden auf bedeutungsgleiche Teile des Modellsystems struktur- und verhaltenstreu abgebildet (vgl. Ferstl und Sinz, 1994, S. 18).

## 2.2 Mathematische Modelltheorie

In der Mathematischen Modelltheorie, die auf Tarski (vgl. Tarski, 1977) zurückgeht, basiert der Modellbegriff auf einem Axiomensystem. Dieses besteht aus „einer Menge von Sätzen [...], die sich in Axiome und Folgerungen aus ihnen“ gliedert (vgl. Kirchner et al., 1998, S. 90). Für das Axiomensystem gelten notwendige Bedingungen: Unabhängigkeit, Widerspruchsfreiheit und Vollständigkeit (vgl. Prechtel, 1996, S. 98).

Die Sätze des Axiomensystems sind zunächst formal, d. h. ohne Semantik (vgl. Brekle, 1991, S. 17 ff.). Ein Modell dient hierbei der Interpretation eines Axiomensystems: „Eine Interpretation  $I$  eines Ausdrucks  $A$  einer formalen Sprache wird genau dann als *Modell von A* bezeichnet, wenn der Ausdruck  $A$  bei dieser Interpretation ein wahrer Satz wird“ (vgl. Prechtel, 1996, S. 332). Das Axiomensystem wird so durch Semantik angereichert. Sätze ohne Wahrheitswert werden in unabhängige, vollständige, widerspruchsfreie Aussagen mit Wahrheitswert umgewandelt. Es existiert ein Zusammenhang zwischen der Interpretation auf einem realen System, aus dem die Zuweisung des Wahrheitswertes folgt. Die Interpretation basiert auf Postulaten, d. h. ohne Aussage über die Evidenz (vgl. Wolf, 2001, S. 51). „Mathematische Konstruktionen sind nur Symbole; sie haben Bedeutungen im Bereich der Relationen, nicht der Substanzen“ und erheben daher nicht „den Anspruch [...] irgend etwas über die Existenz, Realität oder Wirksamkeit von Dingen auszusagen“ (vgl. Langer und Löwith, 1965, S. 27). Modellbildung dient in diesem Sinne der Untersuchung von Axiomensystemen: Existiert ein Modell zu jedem Axiomensystem, so können bei gegebener Interpretation die Forderungen Widerspruchsfreiheit, Unabhängigkeit und Vollständigkeit überprüft werden (vgl. Bernzen, 1990, S. 425).

### 2.3 Vergleich der Modelltheorien

Modelle der Allgemeinen Modelltheorie sind dreifach pragmatische Repräsentationen eines Originals, wohingegen in der Mathematischen Modelltheorie ein Modell als Interpretation eines Axiomensystems aufgefasst wird. Mit beiden Theorien werden unterschiedliche Zwecke verfolgt, welche sich auf die Rolle der Realwelt im Modell niederschlagen. Zweck des Mathematischen Modells ist es, Eigenschaften eines Axiomensystems zu beweisen. Dieser Zweck gilt dabei ausschließlich für das interpretierte Axiomensystem, welches als Produkt der Interpretation Teil einer Modellwelt ist. Daher werden keine Aussagen über die Realität erstellt. In Abbildung 2 wird das Verhältnis von Erkenntnisgegenstand zum Bezugsrahmen verdeutlicht und stellt dieses der Erkenntnisgewinnung in der Allgemeinen Modelltheorie gegenüber.

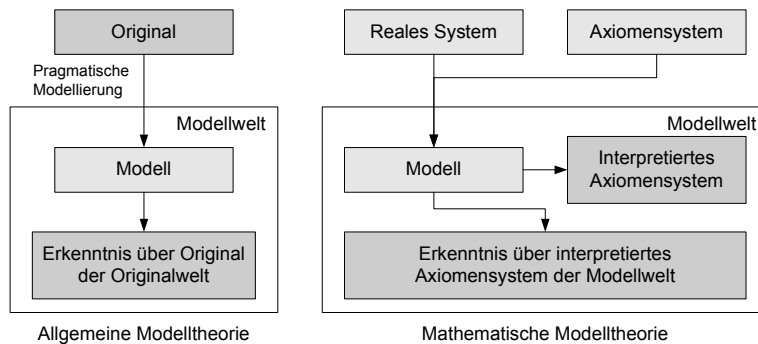


Abbildung 2: Erkenntnis in Allgemeiner und Mathematischer Modelltheorie

Modelle der Allgemeinen Modelltheorie dienen der Erkenntnis über das repräsentierte Original, insbesondere durch Informationsgewinn (Stachowiak, 1973, S. 56 ff., S. 324). Der Erkenntnisgegenstand ist also, anders als bei der Mathematischen Modelltheorie, Teil der Originalwelt. Wie im Abschnitt 2.1 dargestellt, wird allerdings die Erkenntnis von einem dreifach pragmatischen Modell abgeleitet. Die Erkenntnis über den Gegenstand der Originalwelt ist also nur im modellhaften Bezugsrahmen gültig. Diese Problematik wird in Abbildung 2 gezeigt. Sie ist verwandt mit erkenntnistheoretischen Fragen, welche im Kapitel 3.1 erklärt werden.

Trotz unterschiedlicher Zwecke und Gegenstände dienen die Modelle beider Theorien der Erkenntnisgewinnung, jedoch unterscheiden sie sich ihrer jeweiligen Rolle: Während in der Mathematischen Modelltheorie das Besondere im Verhältnis zum Allgemeinen, also eine Interpretation zum allgemeinen Axiomensystem, gesucht wird (vgl. Thomas, 2005, S. 13), repräsentiert das Allgemeine Modell das Allgemeine durch das Besondere, also das Original durch ein verkürztes Modell. „Der Modellbegriff der axiomatischen Methode hat somit eine eigenständige Bedeutung und stellt eine Umkehrung der allgemeinen Abbildtheorie dar“ (vgl. Wolf, 2001, S. 51).

### 3 Verständnis der Modellierung

Neben dem zeitlichen Bezug (Kapitel 1) lassen sich weitere Formen der Modellbildung auf Grund verschiedener Interpretationen der Bedeutung eines Modellersteller/-nutzers bei der Modellbildung differenzieren. So nennt Scheer ein Modell „Abbildung eines realen Systems“ (Abbildungsorientierung), während Schütte es als „Ergebnis einer Konstruktion eines Modellierers“ (Konstruktionsorientierung) definiert (vgl. Scheer, 1990, S. 157) (vgl. Schütte, 1998, S. 59). Diese unterschiedlichen Auffassungen gehen auf den Stellenwert des Subjekts als Modellersteller und in diesem Zusammenhang auf divergierende erkenntnistheoretische Grundhaltungen zurück. Daher werden im Folgenden die erkenntnistheoretischen Paradigmen für das jeweilige Modellierungsverständnis vorgestellt. Auf dieser Basis werden Abbildungs- und Konstruktionsorientierung als diametrale Modellierungsverständnisse erklärt und verglichen.

#### 3.1 Paradigmen der Erkenntnistheorie

Die erkenntnistheoretischen Paradigmen können durch ihre Auffassung von Subjekt und Realität als Erkenntnisgegenstand eines Subjektes unterschieden werden (vgl. Wolf, 2001, S. 68 ff.) (Abbildung 3):

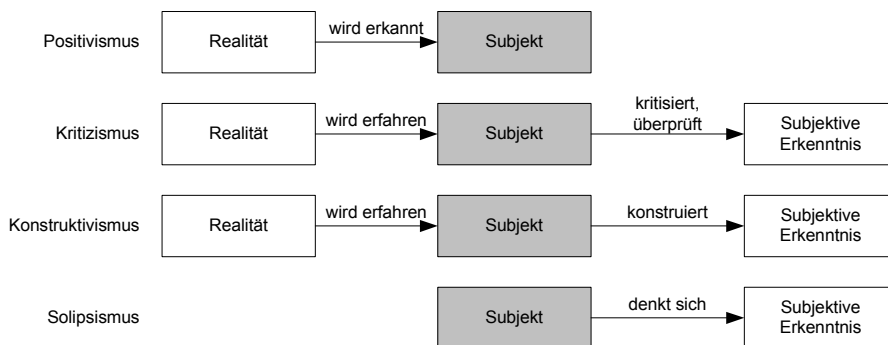


Abbildung 3: Erkenntnistheoretische Paradigmen

- Beim *Positivismus* wird von einer objektiven Realität ausgegangen, die durch das Subjekt objektiv erfahrbar ist. Die Realität existiert ebenso wie deren objektive Erkenntnis. Unter anderem die Letztbegründungsproblematik führte dazu, dass diese klassische Sichtweise hinterfragt wurde: Um sich einer Erkenntnis sicher zu sein, braucht das Subjekt allgemeingültige Kriterien der Erkenntnisprüfung. Nur vom „archimedischen Punkt“ aus, einer absolut sicheren Erkenntnis, ließe sich weitere absolute Erkenntnis ableiten. Da ein solcher nicht bekannt ist, muss jede Begründung, deren Begründung usw. hinterfragt werden, ohne eine Letztbegründung zu finden (vgl. Popper, 1958, S. 21 ff.) (vgl. Habermas, 2001). Eine auf dieser Kritik basierende Schule ist der Popper’sche Kritische Ra-

tionalismus, der im Folgenden zum Kritizismus gezählt wird (vgl. Popper, 1958, 1994).

- Beim *Kritizismus* wird von einer objektiven Realität ausgegangen, die das Subjekt subjektiv wahrnimmt. Durch den Vergleich von subjektiven Theorien mit der Realität kann sich die subjektive Erkenntnis der Wahrheit annähern, bleibt allerdings fallibel, d. h. sie ist nicht sicher wahr. Die Realität existiert, deren objektive Erkenntnis hingegen nicht.
- Beim *Konstruktivismus* wird von einer objektiven Realität ausgegangen, deren Erkenntnis sich das Subjekt subjektiv konstruiert. Jede Wahrnehmung ist Konstruktionsleistung. Die Realität existiert, deren objektive Erkenntnis jedoch nicht.
- Beim *Solipsismus* wird eine objektive Realität negiert. Nur das Subjekt ist existent und denkt sich die Außenwelt. Auch andere vermeintliche Subjekte sind lediglich Bewusstseinsinhalte. Die Realität und damit deren objektive Erkenntnis existieren nicht.

Der Unterschied im Modellverständnis der Abbildungsorientierung und Konstruktionsorientierung basiert auf verschiedenen unterstellten erkenntnistheoretischen Annahmen. So ist der Positivismus als Grundlage der Abbildungsorientierung zu verstehen, welcher jedoch durch den Kritizismus in Frage gestellt wird. Dies führt zu einer auf dem Konstruktivismus basierenden Konstruktionsorientierung. Der Solipsismus ist für beide Ansätze irrelevant, da hierbei die Realität, auf die sich der Modellbegriff (Kapitel 1) bezieht, ausgeschlossen wird.

## 3.2 Abbildungsorientierung

Zentrale Annahme der Abbildungsorientierung ist die Möglichkeit, dass Begriffe, Aussagen und Theorien Abbilder von Objekten sind, ohne von der Abbildung selbst oder einem Beobachter abhängig zu sein. Diese Haltung war in der klassischen Philosophie verbreitet und machte das Modell als Instrument zur Erkenntnisgewinnung bedeutsam. Als Stellvertreter dient es dabei der Erkenntnisgewinnung für reale Phänomene. Zudem werden in Modellen Theorien über die Wirklichkeit expliziert, so dass es auch zur Gestaltung der Realität dient. Auch im zweiten Fall handelt es sich bei dem Modell um eine Abbildung: Das Objekt ist hier die Theorie als ideeller Gegenstand (vgl. Wolf, 2001, S. 46 f.).

In der Abbildungsorientierung wird eine „triviale Beziehung des Subjekts zu Modellgegenstand und Modellabbildung unterstellt“, wobei das Subjekt „als Transmitter der Informationsübertragung“ gilt (vgl. Wolf, 2001, S. 70). Die Modellbildung ist daher als Prozess nebensächlich und nur dann relevant, wenn Modellierungsdefekte entstehen. Diese treten durch Fehler des Subjekts, z. B. bei der Wahrnehmung der Realität oder der Übertragung in eine Modellsprache, auf. Statt des Subjekts steht bei der abbildungsorientierten Modellerstellung die Beziehung zwischen Objekt und Modell im Vordergrund. Für diese Beziehung sind folgende Abbildungseigenschaften von Interesse: Existiert zwischen der Menge

aller Erkenntnisobjektbestandteile und der Menge aller Modellelementbestandteile eine eindeutige Abbildung, wird von Homomorphismus gesprochen, im Fall einer eineindeutigen Abbildung von Isomorphismus. Auch die Ähnlichkeit zwischen Objekt und Modell ist von Bedeutung, die entweder als strukturelle oder als funktionale Analogie vorliegt (vgl. Thomas, 2005, S. S. 16) (vgl. Wolf, 2001, S. 49 f.).

### 3.3 Konstruktionsorientierung

Da das konstruktionsorientierte Modellverständnis auf dem konstruktivistischen Paradigma beruht, dem zufolge keine objektive Abbildung der Realität möglich ist, können Forderungen wie Morphismus und Analogie nicht aufrechterhalten werden. Vielmehr wird, auf Grund der Subjektivität der Erkenntnisse, das Subjekt als Modellersteller in den Mittelpunkt gestellt. Das Resultat ist ein „Modellverständnis, in dem das Subjekt eine aktive Rolle als Konstrukteur des Modells spielt“ nachdem es „eine zweckgerichtete Interpretation der Realität“ vorgenommen hat (vgl. Wolf, 2001, S. 73) (vgl. Thomas, 2005, S. 17 ff.).

Der Konstruktivismus basiert auf einem Verständnis menschlichen Denkens und Wahrnehmens, welches auch die wissenschaftliche Forschung beeinflusst. Ausschlaggebend sind Erkenntnisse aus der Kognitionspsychologie und Biologie<sup>1</sup> (vgl. Wolf, 2001, S. 76 ff.). Als Beispiel sei die Theorie der *Kognition als Wirklichkeitskonstruktion* angeführt, die eine Repräsentation der Außenwelt im Nervensystem aus physiologischen Gründen ausschließt. Es wird geschlossen, dass Wahrnehmung „nicht in den Sinnesorganen, sondern als interner Konstruktions- und Interpretationsvorgang im Gehirn“ vollzogen wird (vgl. Wolf, 2001, S. 78). Neben der Wahrnehmung ist der Konstruktionsorientierung zufolge auch der Erwerb von Wissen eine permanente (Re-)Konstruktion der Wirklichkeit. Dies gilt ebenso für die Kommunikation und jede andere Informationsübertragung, da die Bedeutung von Zeichen nicht kontextfrei, sondern vielmehr von der Kommunikationssituation abhängig ist (vgl. Wolf, 2001, S. 80 f.).

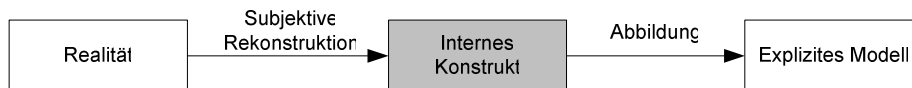


Abbildung 4: Konstruktionsorientierte Modellerstellung

Auf dieser Basis ergibt sich das konstruktionsorientierte Modellverständnis (Abbildung 4): Ein Subjekt rekonstruiert sich einen Ausschnitt der Realität. Wie angeführt, handelt es sich hierbei um einen subjektiven kognitiven Vorgang. Die interne Rekonstruktion der subjektiv wahrgenommenen Welt kann danach als

<sup>1</sup> Weitere Ausführungen in (vgl. Wolf, 2001, S. 76 ff.)

externes Modellabbild expliziert werden. Das externe Modell verweist so nicht mehr direkt auf den Ausschnitt der Realität, sondern auf dessen subjektive Rekonstruktion (vgl. Wolf, 2001, S. 82 f.) (vgl. Thomas, 2005, S. 18). Morphismus und Analogie können daher nur zwischen externem Modell und interner Konstruktion, nicht aber der Realität existieren (vgl. Dinkelbach, 1973, S. 161).

### 3.4 Vergleich und Abgrenzung der Modelltheorien

In Kapitel 3.2 wurde das positivistische Modellierungsverständnis der Abbildungsorientierung als Wirklichkeitsreproduktion durch Beobachtung der Realität und logisches Schließen auf ein Modell erklärt. Im Mittelpunkt steht die homo- oder isomorphe Abbildungsrelation. Das Subjekt ist dabei Informationsüberträger. Im Sinne der konstruktivistischen Konstruktionsorientierung nach Kapitel 3.3 ist die Modellerstellung dagegen eine Modell(-re-)konstruktion durch kognitive Eigenleistung. Das Modell kann statt Abbild der Realität nur Abbild einer internen Rekonstruktion der Realität sein. Statt einer Abbildungsrelation steht das Subjekt als Konstrukteur im Mittelpunkt des Modellverständnisses.

Die vorgestellten Auffassungen basieren auf sich ausschließenden Paradigmen (*Positivismus* und *Konstruktivismus*). Es kann also nicht ein Modell *A* abbildungs- und Modell *B* gleichzeitig konstruktionsorientiert erstellt worden sein. Vielmehr gilt immer dieselbe Erkenntnisform, deren Wesen allerdings nicht logisch geklärt werden kann (vgl. Wolf, 2001, S. 90). Da mit mathematischen Modellen keine Aussagen über die Realität gemacht werden und sich die Frage der objektiven Realität nicht auf das Erkenntnisobjekt auswirkt (Kapitel 2.2), ist eine erkenntnistheoretische Positionierung hier nicht von Bedeutung. Bei der Allgemeinen Modelltheorie hingegen ist je nach Paradigma die Relation zwischen Original und Modell unterschiedlich zu deuten. So vermeidet Stachowiak z. B. mit der Wortwahl *Original* „jede Bezugnahme auf eine wie auch immer geartete Wirklichkeit“ (vgl. Thomas, 2005, S. 24), da es sich hierbei auch um Modelle, also auch kognitive Modelle, handeln kann (vgl. Stachowiak, 1973, S. 128 ff.). Stachowiak wurde zwar eine abbildungsorientierte Haltung zugesprochen (vgl. Thomas, 2005, S. 24). Dafür spricht die originale Bezeichnung des ersten Hauptmerkmals als *Abbildungsmerkmal* statt als *Repräsentationsmerkmal* sowie das Verkürzungsmerkmal, das die Möglichkeit einer Identifikation von Originalattributen voraussetzt. Stachowiak misst aber dem modellierenden Subjekt große Bedeutung bei, indem er „den Gesichtspunkt der erkenntnismäßigen Gestaltung und Aufbereitung der Welt durch modellierende Subjekte“ zum Ausdruck bringt (vgl. Stachowiak, 1973, S. 131). Er „greift den Abbildgedanken der klassischen Erkenntnistheorie auf, relativiert ihn jedoch im Sinne des pragmatischen Entschlusses“ (vgl. Stachowiak, 1973, S. 56). Da keine klare abbildungstheoretische Position in der Allgemeinen Modelltheorie vorliegt, bildet sie ein allgemeingültiges Gerüst für das Verständnis von Modellen und Modellbildung im Kontext des Informationsmanagements.

## 4 Modelle bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen

„Entwicklung“ (Substantiv zu „entwickeln“) bedeutet „(sich) entfalten“ oder „(sich) stufenweise herausbilden“ (vgl. Dudenredaktion, 2007, S. 183, S. 926). Im Kontext betrieblicher Anwendungen bedeutet Entwicklung demnach die stufenweise Verbesserung bestehender betrieblicher Anwendungen oder das Erschaffen neuer betrieblicher Anwendungen für Organisationen.

„Betriebliche Anwendungen“ implementieren rechnergestützte Prozesse der betrieblichen Leistungserstellung und können durch betriebliche Anwendungssysteme unterstützt werden (vgl. Grabski et al., 2007, S. 259). Anwendungssysteme sind hierbei die Gesamtheit aller Programme für ein konkretes betriebliches Anwendungsgebiet (vgl. Stahlknecht und Hasenkamp, 2005, S. 204).

Eine „Very Large Business Application“ (VLBA) zeichnet sich im Unterschied zu einer betrieblichen Anwendung im Wesentlichen durch ihre strategische Bedeutung für eine Organisation, durch ihre räumliche, organisatorische, kulturelle oder technische Uneingeschränktheit und dadurch aus, dass sie durch Anwendungssysteme oder Systemlandschaften implementiert sein kann (vgl. Grabski et al., 2007, S. 260 f).

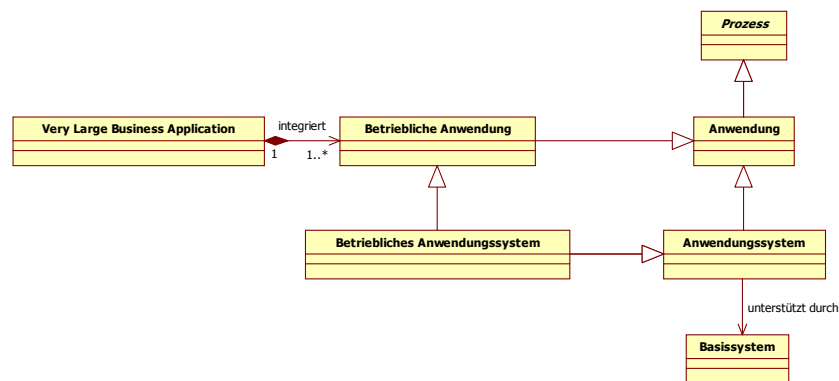


Abbildung 5: Zusammenhang Anwendung, Anwendungssystem und VLBA (nach Grabski et al., 2007, S. 261)

Der Zusammenhang zwischen betrieblicher Anwendung, betrieblichem Anwendungssystem und VLBA ist in Abbildung 5 dargestellt, welche einen Ausschnitt aus dem Metamodell der betrieblichen Informationsverarbeitung im Kontext einer VLBA visualisiert. Hierbei bilden Anwendungssysteme, betriebliche Anwendungssysteme und Basissysteme eine IT-Systemlandschaft (vgl. Grabski et al., 2007, S. 261). IT-Systemlandschaften sind Betrachtungsgegenstand der Systementwicklung innerhalb der Wirtschaftsinformatik (vgl. Stahlknecht und Hasenkamp, 2005, S. 204 ff.). Eine Entwicklung von betrieblichen Anwendungen ist demnach weiterzufassen und beinhaltet sowohl IT-Systemlandschaften, als auch

die Menge der betrieblichen Anwendungen als Very Large Business Application. Diese stellt ebenfalls ein System dar, wenn ein System als eine Menge von in Beziehung stehender Komponenten angesehen wird (vgl. Ferstl und Sinz, 2006, S. 11). Der Aufbau eines Systems wird als *Architektur* bezeichnet. Laut IEEE Standard 1471-2000 für die Architekturbeschreibung softwareintensiver Systeme ist eine Architektur:

„The fundamental organization of a system embodied in its components, their relationships to each other, and to the environment, and the principles guiding its design and evolution.“ (vgl. IEEE, 2000, S. 3) (vgl. IEEE, 1990, S. 4)

Demnach ist eine VLBA als softwareintensives Subsystem einer Organisation als Bestandteil einer Unternehmensarchitektur (Enterprise Architecture) zu betrachten. Architekturen werden mit Hilfe von Modellen beschrieben und können im Sinne des Modellierungsbegriffs (Kapitel 1) „rekonstruiert“, „entworfen“ oder „konstruiert“ werden (vgl. Arbab et al., 2007, S. 41).

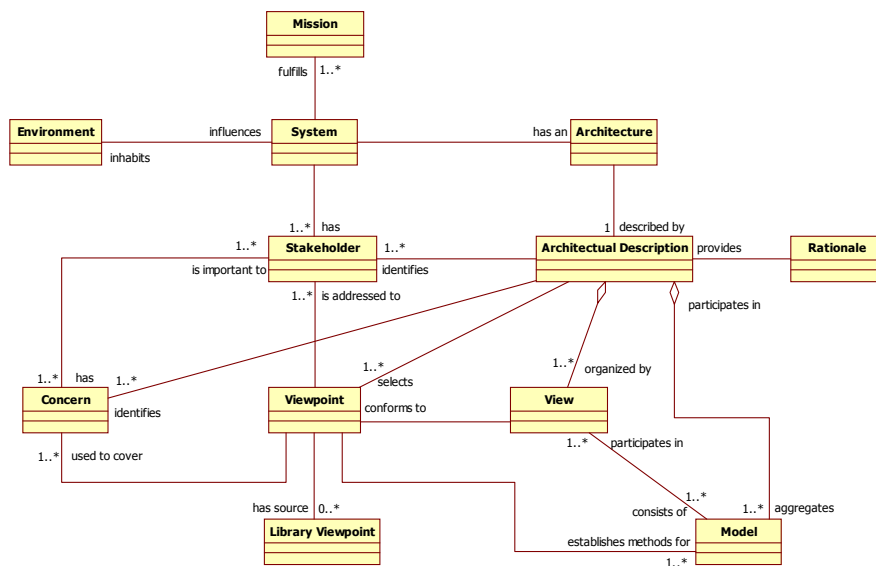


Abbildung 6: Konzeptuelles Modell von Architekturbeschreibungen nach IEEE Std 1471-2000 (vgl. IEEE, 2000, S. 5)

In Abbildung 6 ist der Begriff Architektur in Bezug auf ein System und dessen Beschreibung dargestellt. Ein *System* befindet sich in einer Umwelt (*Environment*) und wird durch diese beeinflusst und eingegrenzt. Dabei besitzt ein System einen oder mehrere Interessenten (*Stakeholder*). Jeder Stakeholder besitzt mindestens ein bestimmtes Interesse (*Concern*) an diesem System. Dabei erfüllt ein System mindestens einen Zweck (*Mission*) innerhalb seiner Umwelt.



Jedes System besitzt eine Architektur, welche durch eine Architekturbeschreibung (*Architectural Description*) beschrieben wird. Eine Architekturbeschreibung besteht aus mindestens einer Sicht (*View*), wobei jede Sicht ein oder mehrere Interessen der Stakeholder in einem bestimmten Standpunkt (*Viewpoint*) adressiert. Ein Standpunkt bildet einen Grundsatz zum Erstellen, Beschreiben und Analysieren einer Sicht. Der Standpunkt legt ebenfalls fest, mit welchen Techniken (z. B. Sprachen) eine Sicht beschrieben wird. Standpunkte können mit der Architekturbeschreibung erstellt werden oder sind in externen Bibliotheken definiert (*Library Viewpoint*). Eine konkrete Sicht innerhalb der Architekturbeschreibung wird durch ein oder mehrere Modelle abgebildet. Jedes dieser Modelle wird auf Basis von Methoden entwickelt, die durch den jeweiligen Standpunkt determiniert werden. Innerhalb von Organisationen kann es Regeln (*Rationale*) für den Aufbau von Architekturen geben (vgl. IEEE, 2000, S. 4 ff.).

In Analogie zum allgemeinen Modellbegriff nach Stachowiak lassen sich die Definitionen der Begriffe Modell, Information und Architektur aufeinander abbilden (Tabelle 1).

<b>Modell</b>	<b>Information</b>	<b>Architektur</b>
Modell $X$	Aussagen über Informationsgegenstand	Model, Architecture, Architectural Description
Original $Y$	Informationsgegenstand	System
Verwender $k$	Informationssubjekt/-benutzer	Stakeholder
Intention $Z$	Informationszweck	Concern, Viewpoint, View, Library Viewpoint
Zeitspanne $t$	Informationsumwelt (Situation)	
	Informationsumwelt (Umwelt)	Environment

Tabelle 1: Zusammenhang der Begriffe Modell, Information und Architektur

Da in der Abbildung 6 als UML Klassendiagramm nur statische Zusammenhänge abgebildet werden können (vgl. Fowler, 2004, S. 55 ff.), ist eine Zuordnung der von Stachowiak definierten Zeitspanne  $t$  nicht direkt möglich. Hierfür wird im IEEE Standard 1471-2000 ein Architektur-Lebenszyklus vorgeschlagen, der die Interessen der verschiedenen Stakeholder in Beziehung zur Zeit stellt, wobei im Standard offen gelassen wird, welches konkretes Lebenszyklusmodell verwendet werden soll (vgl. IEEE, 2000, S. 6).

Allgemein lassen sich die Lebenszyklusphasen „Entwicklung“, „Betrieb“, „Weiterentwicklung“ und „Ablösung“ identifizieren (vgl. IEEE/EIA, 1998, S. 3) (vgl. IEEE, 2000, S. 3, S. 6). Für die Phase „Entwicklung“ wiederum sind allgemein die Phasen „Analyse“, „Entwurf“, „Konstruktion“, „Realisierung“, „Test“ und „Einführung“ zu betrachten (vgl. Stahlknecht und Hasenkamp, 2005, S. 209) (vgl. Heinrich et al., 2004, S. 607) (vgl. IEEE/EIA, 1998, S. 16 ff.) (vgl. Overhage und Turowski, 2007, S. 33 ff.).

Abbildung 7 stellt den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Modelltypen, den Modellierungsarten und den Phasen der Entwicklung dar. Zunächst werden mit Hilfe der Analysephase ( $I$ ) Fachbegriffe rekonstruiert, welche der Anwendung zugrunde liegen (Analysemodell). Daraus wird, in der Entwurfspha-

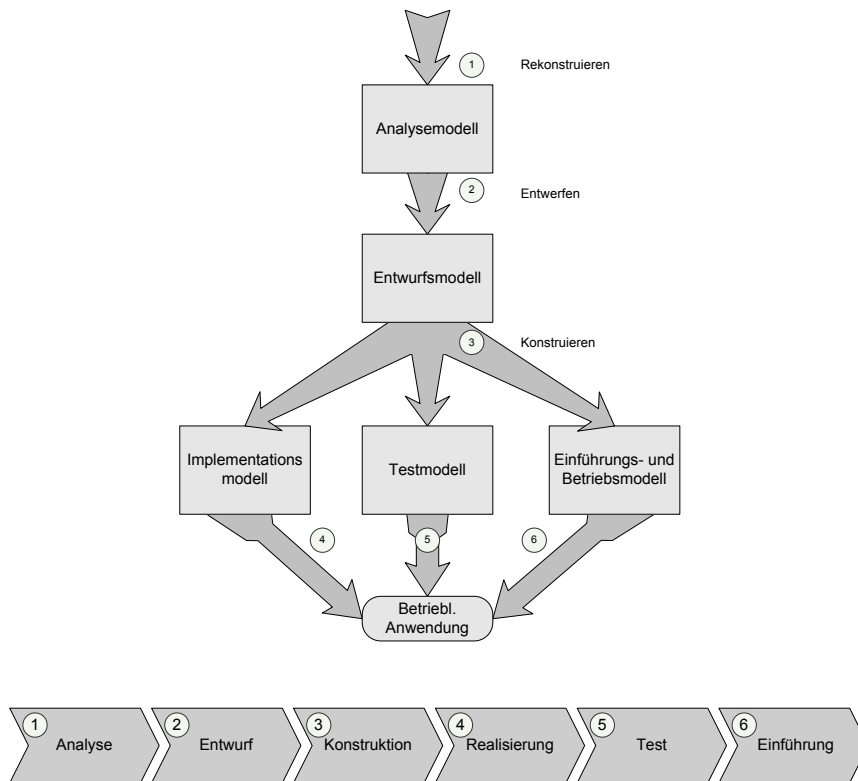


Abbildung 7: Modelle bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen

se (2) ein Fachentwurf (fachlicher Systementwurf) entworfen. Fragestellungen über die technische Realisierung werden dabei nicht betrachtet. Diese wird dann zu einem systemabhängigen logischen Entwurf verfeinert (vgl. Ortner, 1997, S. 20). Der logische Systementwurf wird in der anschließenden Konstruktionsphase (3) schrittweise in überschaubare Komponenten zerlegt und konkretisiert. Dies geschieht einerseits zur Bewältigung der Komplexität und zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Anwendungssystemen, andererseits zur besseren Planung des Entwicklungsprozesses und der sich anschließenden Implementierungsphasen (4 - 6). In der Realisierungsphase (4) wird das Implementationsmodell (bei eigenentwickelter Software der Source-Code und bei gekauften Produkten die Komponenten) zum Produkt (betriebliche Anwendung) zusammengesetzt (komponiert) (vgl. Overhage und Turowski, 2007, S. 34). Daran schließt sich die Testphase (5) an, in der auf Basis eines Testmodells die geforderten Eigenschaften des Produktes auf deren Erfüllungsgrad überprüft werden. Das Testmodell wird auf Basis des Entwurfmodells erstellt. Sollte der Test erfolgreich verlaufen sein, wird das Produkt (betriebliche Anwendung) auf Grundlage eines Einführungs- und Betriebsmodells in der Organisation eingeführt (6) (vgl. IEEE/EIA, 1998, S. 16 ff.). Die genannten Modelltypen bilden nach IEEE Standard 1471-2000 die Architekturbeschreibungen des zu entwickelnden Produkts (siehe Abbildung 6). Ausgehend vom Modellbegriff werden in den Phasen 3 -

6 weitere Modelle (Implementationsmodell, Testmodell, Einführungs- und Betriebsmodell) aus dem Entwurfsmodell und die daraus entstehenden Produkte konstruiert (vgl. Stahlknecht und Hasenkamp, 2005, S. 209) (vgl. Heinrich et al., 2004, S. 607) (vgl. Kroll und Kruchten, 2006, S. 32).

Je nach gewähltem Vorgehensmodell für die Entwicklung ist der konkrete Aufbau der Phasen und der Modelle unterschiedlich gestaltet (vgl. IEEE, 2000, S. 6 ff.).

## 5 Zusammenfassung

Am Beispiel des Informationsmanagements wird deutlich, dass Modelle für Wissenschaft und Praxis von hoher Bedeutung sind. Dennoch existieren unterschiedliche Definitionen der Begriffe „Modell“ und „Modellbildung“. Da eine klare Sprache Grundlage für kumulative Arbeit ist, müssen diese Definitionen voneinander abgegrenzt werden.

Im vorliegenden Artikel wurden daher die Definitionen des Modellbegriffs der Mathematischen Modelltheorie und der Allgemeinen Modelltheorie unterschieden:

- Modelle im Sinne der *Mathematischen Modelltheorie* sind Interpretationen von Axiomensystemen. Ihr Zweck ist der Beweis von Eigenschaften dieser Systeme. Sie dienen somit der Erkenntnisgewinnung über eine Modellwelt. (Kapitel 2.2)
- Modelle im Sinne der *Allgemeinen Modelltheorie* ist die dreifach pragmatische, verkürzte Repräsentation eines Originals. Sein Zweck ist Informationsgewinn über dieses Original. Es dient somit der Erkenntnis über die Realwelt. (Kapitel 2.1)

Da in der Allgemeinen Modelltheorie die Erkenntnis von einem pragmatischen Modell abgeleitet wird, stellt sich die Frage ihrer Allgemeingültigkeit. Dies ist von Erkenntnistheoretischen Paradigmen (Kapitel 3.1) und dem Modellerstellungsprozess (Kapitel 3.2 und 3.3) abhängig:

- Vertreter der *Abbildungsorientierung* postulieren eine positivistische Erkenntnis. Modellerstellung ist demnach Wirklichkeitsreproduktion durch Beobachtung der Realität und logisches Schließen auf ein Modell. Dieses Modell ist ein isomorphes Abbild der Realität. Das Subjekt ist Informationsüberträger. (Kapitel 3.2)
- Vertreter der *Konstruktionsorientierung* lehnen die Möglichkeit objektiver Wahrnehmung ab und postulieren konstruktivistische Erkenntnis. Modellerstellung ist demnach Modellbildung durch kognitive Eigenleistung. Ein

Modell kann kein Abbild der Realität, sondern nur ein Abbild einer internen (Re-)Konstruktion der Realität, sein. Das Subjekt ist Konstrukteur. (Kapitel 3.3)

Die Modellerstellung basiert also entweder auf einer Abbildungsrelation oder auf einer Konstruktionsleitung. In beiden Fällen kann die Modellierung zusätzlich durch einen zeitlichen Bezug zu drei *Modellierungsarten* differenziert werden (Kapitel 1):

- Durch *Rekonstruieren* wird ein Originalzustand der Vergangenheit beschrieben.
- Durch *Konstruieren* wird ein (gegenwärtiger) Originalzustand aus einem Modell erstellt, wobei das Original selbst ebenfalls ein Modell sein kann.
- Durch *Entwerfen* wird ein zukünftiger Zustand eines Originals beschrieben.

Die Bedeutung von Modellen für die Entwicklung betrieblicher Anwendungen wurde in Kapitel 4 gezeigt. Gemäß Abbildung 7 kommen die drei Modellierungsarten bei der Entwicklung betrieblicher Anwendungen (wie Very Large Business Applications) zum Einsatz. Der Zusammenhang zwischen der Begriffsdefinition von *Modell* im Sinne der Allgemeinen Modelltheorie und den Begriffsdefinitionen für *Information* und für *Architektur* wurde in Tabelle 1 gezeigt.

Aufgrund der verschiedenen, dargestellten Definitionen des Modellbegriffs und der Modellbildung ist es für die modellbasierte Forschung wichtig, jeweils die zugrundeliegende Auffassung zu explizieren. Dies verhindert Sprachdefekten in einer wissenschaftlichen Fachsprache. Andernfalls ist die Begriffsverwendung missverständlich und das methodische Vorgehen nicht transparent. Dies kann sich negativ auf eine nachhaltige und kumulative Forschung auswirken.

# Literaturverzeichnis

- Arbab, F., de Boer, F., Bonsangue, M., Lankhorst, M., Proper, E. und van der Torre, L. (2007): *Integrating Architectural Models - Symbolic, Semantic and Subjective Models in Enterprise Architecture*. Enterprise Modelling and Information Systems Architectures, Band 2, Nr. 1, S. 40 – 56.
- Bernzen, R. (1990): *Modell*. In H. J. Sandkühler (Hrsg.), Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften, S. 425–432. Felix Meiner Verlag, Hamburg.
- Brekle, H. E. (1991): Semantik. UTB Uni-Taschenbücher GmbH, Stuttgart, 3. Auflage.
- Dinkelbach, W. (1973): *Modell - ein isomorphes Abbild der Wirklichkeit?* In E. Grochla und N. Szyperski (Hrsg.), Modell- und computergestützte Unternehmensplanung, Betriebswirtschaftliche Beiträge zur Organisation und Automation, Band 22, S. 151–162. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Dudenredaktion (Hrsg.) (2007): Duden - Das Herkunftswörterbuch - Etymologie der deutschen Sprache, Band 7. Dudenverlag - Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Mannheim, 4. Auflage.
- Ferstl, O. K. und Sinz, E. J. (1994): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, Band 1. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 2. Auflage.
- Ferstl, O. K. und Sinz, E. J. (2006): Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. Oldenbourg Verlag, München, Wien, 5. Auflage.
- Fowler, M. (2004): UML konzentriert. Addison-Wesley, München u. a., 3. Auflage.
- Grabski, B., Günther, S., Herden, S., Krüger, L., Rautenstrauch, C. und Zwanziger, A. (2007): *Very Large Business Applications*. In Informatik Spektrum, S. 259–263. Springer-Verlag, Berlin.
- Habermas, J. (2001): Erkenntnis und Interesse: Mit einem neuen Nachwort. Suhrkamp Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main, 13. Auflage.
- Hansen, H. R. (1996): Wirtschaftsinformatik 1. Lucius und Lucius, Stuttgart, 7. Auflage.
- Heinrich, L. J., Heinzl, A. und Roithmayr, F. (2004): Wirtschaftsinformatik-Lexikon, Band 7. Oldenbourg Verlag, München, 7. Auflage.
- IEEE (1990): *IEEE Std 610.12-1990: IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. Technischer Bericht. IEEE Computer Society, New York, USA, ISBN 1-55937-067-X.

- IEEE (2000): *IEEE Standards Description: 1471-2000 IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems-Description*. Technischer Bericht. IEEE Computer Society, New York, USA, ISBN 0-7381-2518-0.
- IEEE/EIA (1998): *IEEE/EIA 12207-1996: Industry Implementation of International Standard ISO/IEC 12207:1995 Standard for Information Technology - Software life cycle processes*. Technischer Bericht. IEEE Computer Society, New York, USA, ISBN 1-55937-977-4.
- Kirchner, F., Michaelis, C. und Hoffmeister, J. (1998): Wörterbuch der philosophischen Begriffe. Felix Meiner Verlag, Hamburg.
- Krcmar, H. (2006): Informationsmanagement. Springer Verlag, Berlin, u. a., 4. Auflage.
- Kroll, P. und Kruchten, P. (2006): The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP. Addison Wesley, Boston.
- Kuhlen, R. (1995): Informationsmarkt: Chancen und Risiken der Kommerzialisierung von Wissen, Band 15 von *Schriften zur Informationswissenschaft*. Universitätsverlag Konstanz GmbH, Konstanz.
- Kuhlen, R. (1999): Die Konsequenzen von Informationsassistenten. Suhrkamp-Verlag, Frankfurt.
- Langer, S. K. K. und Löwith, A. (1965): Philosophie auf neuem Wege: Das Symbol im Denken, im Ritus und in der Kunst. S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main.
- Ortner, E. (1997): Methodenneutraler Fachentwurf. B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Leipzig.
- Overhage, S. und Turowski, K. (2007): *Konstruktion von Services, Komponenten und Anwendungssystemen: Bausteine einer Konstruktionslehre für die (Wirtschafts-) Informatik*. In C. Rautenstrauch (Hrsg.), Die Zukunft der Anwendungssoftware - die Anwendungssoftware der Zukunft, S. 33 – 47. Shaker Verlag, Aachen.
- Popper, K. R. (1958): Die offene Gesellschaft und ihre Feinde, Band II: Falsche Propheten - Hegel, Marx und die Folgen. Francke Verlag, Berlin.
- Popper, K. R. (1994): Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie. Mohr Siebeck Verlag, Tübingen.
- Precht1, P. (1996): Metzler-Philosophie-Lexikon: Begriffe und Definitionen. J.B. Metzler Verlag, Stuttgart; Weimar.
- Scheer, A.-W. (1990): EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre: Grundlagen für ein effizientes Informationsmanagement. Springer-Lehrbuch, Springer Verlag, Berlin, 4. Auflage.
- Schütte, R. (1998): Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Gabler Verlag, Wiesbaden.

- Schwinn, A. (2005): Entwicklung einer Methode zur Gestaltung von Integrationsarchitekturen für Informationssysteme. Difo-Druck GmbH, Bamberg.
- Stachowiak, H. (1973): Allgemeine Modelltheorie. Springer-Verlag, Wien.
- Stachowiak, H. (1989): *Modell*. In H. Seiffert und G. Radnitzky (Hrsg.), Handlexikon zur Wissenschaftstheorie, S. 219 ff. Ehrenwirth Verlag, München.
- Stahlknecht, P. und Hasenkamp, U. (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Springer Verlag, Berlin, 11. Auflage.
- Szyperski, N. (1980): *Informationsbedarf*. In E. Grochla (Hrsg.), Handwörterbuch der Organisation, S. 904. Verlag C.E. Poeschel, Stuttgart, 2. Auflage.
- Tarski, A. (1977): Einführung in die mathematische Logik. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 5. Auflage.
- Thomas, O. (2005): *Das Modellverständnis in der Wirtschaftsinformatik: Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation*. In A.-W. Scheer (Hrsg.), Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Nummer 183, Universität Saarbrücken, Saarbrücken.
- Winter, R. (2003): *Modelle, Techniken und Werkzeuge im Business Engineering*. In H. Österle und R. Winter (Hrsg.), Business Engineering, S. 89. Springer Verlag, Berlin.
- Wolf, S. (2001): Wissenschaftstheoretische und fachmethodische Grundlagen der Konstruktion von generischen Referenzmodellen betrieblicher Systeme. Shaker Verlag, Aachen, Herzogenrath.
- Zschocke, D. (1995): Modellbildung in der Ökonomie: Modell - Information - Sprache. Vahlen Verlag, München.