

Ulrich Frank

Möglichkeiten und Grenzen einer objektorientierten Modellierungslehre

"There are potentially at least as many ways of dividing up the world into object systems as there are scientists to undertake the task."

Clyde H. Coombs, Howard Raiffa, Robert M. Thrall

Einleitung

Es ist seit langem Konsens, daß die konzeptuelle Modellierung eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung qualitativ hochwertiger Software darstellt. Im Rahmen der Entwicklung betrieblicher Informationssysteme kommt der Modellierung darüber hinaus noch eine wichtige Funktion im Hinblick auf die Analyse und Gestaltung organisatorischer Rahmenbedingungen zu. Anders als es die vermeintliche Anschaulichkeit grafischer Modelle suggerieren mag, ist die konzeptuelle Modellierung mit großen Herausforderungen verbunden. Mit den meisten dieser Herausforderungen wird der Modellierer in der Praxis weitgehend allein gelassen. Zwar ist in den letzten Jahren eine rege Forschungstätigkeit, vor allem im Bereich der objektorientierten Modellierung, zu verzeichnen. Sie ist allerdings vor allem auf Modellierungssprachen und Werkzeuge gerichtet - weniger auf eine Unterstützung der wirtschaftlichen Auswahl und Anwendung von Methoden. Die folgende Betrachtung ist der Frage gewidmet, welche bereits vorhandenen Ansätze für eine Modellierungslehre genutzt werden können und welche Möglichkeiten darüber hinaus bestehen, eine wissenschaftlich fundierte Unterstützung der Modellierung bereitzustellen.

Anforderungen an eine Modellierungslehre

Aus positivistischer Sicht wäre eine umfassende Theorie der Modellierung die ideale Form der Unterstützung konkreter Modellierungsvorhaben: Eine solche Theorie würde generelle Gesetzmäßigkeiten darüber bereitstellen, wie konzeptuelle Modelle zu erstellen wären, um einem bestimmten Modellierungszweck in optimaler Weise zu dienen. Im Grenzfall würde dadurch eine weitgehende Automatisierung der Software-Entwicklung möglich. Theorien dieser Qualität sind aber nicht in Sicht. Stattdessen ist es kurzfristig allenfalls möglich, eine Modellierungslehre - wir könnten auch sagen: eine Modellierungsmethodologie (s.u.) - anzustreben, also eine systematische Darstellung von Wissen (welches durchaus hypothetisch sein kann) zur Unterstützung der Modellierung.

Anmerkungen zur Terminologie

Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist eine konsistente Terminologie. Gerade im Bereich der objektorientierten Modellierung ist eine wenig einheitliche und zum Teil unangemessene Begrifflichkeit zu verzeichnen. Dabei ist hier weniger an die Mehrdeutigkeit gedacht, die sich aus dem Wechsel von Abstraktionsebenen ergibt - wie etwa die je nach Kontext unterschiedliche Bedeutung des Begriffs "Objekt", sondern an solche Konstrukte, die ggfs. Bestandteil einer Modellierungslehre wären: Methode, Methodologie, Metamodell etc. Als Grundlage für die weiteren Ausführungen wird deshalb im folgenden eine Basisterminologie skizziert.

Eine *Methode* ist ein systematischer Ansatz zur Unterstützung der Lösung einer Klasse von Problemen. Dabei ist gewöhnlich eine Unterteilung in Subprobleme mit jeweils assoziierten Methoden, Techniken oder Heuristiken vorgesehen. Darüber hinaus beinhaltet eine Methode eine mehr oder weniger rigide zeitliche Ordnung der einzelnen Problemlösungsaktivitäten. Im Unterschied dazu ist eine *Methodologie* eine Lehre vom Einsatz von Methoden. Sie enthält Richtlinien zur Bewertung und Verwendung von Methoden. Ein *konzeptuelles Modell* ist die Beschreibung einer tatsächlichen oder gedachten Domäne unter Vernachlässigung implementierungsrelevanter Aspekte. Eine Beschreibung erfordert eine Sprache. Falls eine Sprache speziell für die Erstellung von Modellen gedacht ist, sprechen wir von einer *Modellierungssprache*. Eine Modellierungssprache beinhaltet zumeist, allerdings nicht notwendigerweise, eine grafische Notation. Die Beschreibung einer solchen künstlichen Sprache erfordert eine *Metasprache*. Die in der Metasprache beschriebenen Konzepte können selbst als Modell dargestellt werden, was üblicherweise mit einer grafischen Darstellung verbunden ist. Man spricht dann von einem *Metamodell*. Wenn Syntax und Semantik einer Modellierungssprache eindeutig spezifiziert sind (was vor allem für die Semantik nicht immer der Fall ist), liegt eine *formale* Modellierungssprache vor, ansonsten sprechen wir von einem semi-formalen Ansatz. Eine *Modellierungsmethode* ist eine Methode, die die Erstellung und Pflege einer Klasse von Modellen unterstützt. Sie umfaßt i.d.R. eine oder mehrere Modellierungssprachen sowie einige der folgenden Aspekte:

- Unterteilung der Gesamtaufgabe in Teilaufgaben
- Temporale/kausale Ordnung der Teilaufgaben
- Verzeichnis der für die Teilaufgaben benötigten und von denselben zu erzeugenden Dokumente
- Heuristiken zur Erfassung der benötigten Informationen
- Kriterien oder Metriken zur Evaluierung von Modellen
- Zusätzliche Unterstützung des Projektmanagement
- Anwendungsbeispiele

Eine *Modellierungsmethodologie* ist eine Lehre von Modellierungsmethoden. Ihr Gegenstand ist die Bewertung und Anwendung von Modellierungsmethoden.

Anforderungen an Modelle

Ausgangspunkt einer Modellierungslehre ist die Frage nach dem Ziel der Modellierung. Wenn wir dabei von der Wirtschaftlichkeit der Modellierung abstrahieren, ergibt sich dieses Ziel vor allem aus den inhaltlichen Anforderungen an Modelle oder, anders gewendet: aus den Kriterien, die die Qualität von Modellen bestimmen. Angesichts der Vielzahl von Veröffentlichungen zur konzeptuellen Modellierung nimmt sich die Zahl der Arbeiten über die Qualität von konzeptuellen Modellen ausgesprochen bescheiden aus. Moody und Shanks ([MoSh94]) schlagen sechs Kriterien zur Evaluierung von Entity Relationship Modellen vor: *Simplicity, Understandability, Flexibility, Completeness, Integration, Implementability*. Batini et al. ([BaCe92]) behandeln in einem Lehrbuch über Datenmodellierung ebenfalls solche Kriterien. Becker et al. ([BeRo95]) unternehmen den originellen Versuch, in Anlehnung an die "Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung" "Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung" zu entwerfen. Sie formulieren dazu sechs Prinzipien, die von Modellen zu erfüllen sind: *Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit, Vergleichbarkeit, systematischer Aufbau*. Im Unterschied zu den zuvor genannten Arbeiten sehen Becker et al. ihren Ansatz nicht auf die Datenmodellierung beschränkt. Er soll vielmehr generell für konzeptuelle Modelle einsetzbar sein.

Ein ganz anderer Ansatz wird von Maier ([Mai96]) verfolgt. Er versucht sich nicht an der Konstruktion von Qualitätsmerkmalen, sondern sucht im Rahmen einer empirischen Erhebung nach den Randbedingungen erfolgreicher Datenmodellierung in der Praxis.

Wir werden an dieser Stelle nicht näher auf die in der Literatur unterbreiteten Vorschläge eingehen. Stattdessen werden wir - durchaus nicht im Widerspruch zu den genannten Autoren - Anforderungen betrachten, die m.E. wesentlich für die Qualität von Modellen sind. Dabei wird jeweils zu diskutieren sein, welche Möglichkeiten und Grenzen einer dedizierten wissenschaftlichen Unterstützung erkennbar sind. Wir unterscheiden dazu analytisch vier Aspekte: modellinterne Kriterien, das Verhältnis eines Modells zum Betrachter, sein Verhältnis zur Realität und sein Verhältnis zum Modellierungszweck.

Modellinterne Kriterien

Ein Modell sollte vollständig und widerspruchsfrei sein sowie keine Redundanzen enthalten. Dabei handelt es sich an dieser Stelle um Kriterien, die sich allein auf das Modell, nicht den jeweils abgebildeten Realitätsausschnitt beziehen. Vollständigkeit bezieht sich also allein auf die Frage nach nicht befriedigten Referenzen. Es liegt auf der Hand, daß die Überprüfbarkeit dieser Kriterien wesentlich von der jeweils verwendeten Modellierungssprache abhängt (zu Anforderungen an Modellierungssprachen aus formaler Sicht vgl. [SüEb97]; zum Stand der Standardisierung objektorientierter Sprachen vgl. [Fra97a]).

Verhältnis zum Betrachter

Hier geht es vor allem um eine dem Modellbegriff schon fast inhärente Forderung: Ein Modell sollte *anschaulich* sein. Ein Modell ist dann anschaulich, wenn es möglichst direkt mit Wahrnehmungsmustern und Konzeptualisierungen des Betrachters korrespondiert ([MyLe84]). Wahrnehmungsmuster und Konzeptualisierungen streuen aber bekanntlich interpersonell und intrapersonell (der Mensch ist lernfähig). Anschaulichkeit in diesem Sinn hängt einerseits ab von der Verständlichkeit der jeweiligen Modellierungssprache - also von deren Syntax, Semantik und den verfügbaren grafischen Symbolen, andererseits von den jeweils gewählten Abstraktionen und Bezeichnern. Der Stand der Forschung in diesem Bereich muß als unbefriedigend angesehen werden. Es gibt nur wenige empirische Arbeiten, in denen die Anschaulichkeit von konzeptuellen Modellen aus der Sicht verschiedener Betrachter untersucht werden (so etwa [GoSt90], [Hit95]). Dabei hat sich gezeigt, daß viele Betrachter erhebliche Schwierigkeiten hatten, die ihnen vorgelegten Modelle nachzuvollziehen. Ein solches Ergebnis kann kaum überraschen: Schließlich wurden Modellierungssprachen i.d.R. nicht nach den Wünschen möglicher Anwender entworfen.

Verhältnis zur Realität

Dieser Punkt markiert die wohl größte Herausforderung einer Modellierungslehre. Hier geht es vor allem um die Frage, ob ein Modell den jeweiligen Realitätsausschnitt in zutreffender Weise beschreibt. Erschwert wird die Beantwortung dieser Frage i.d.R. dadurch, daß man nicht nur am Verhältnis des Modells zu einem bestimmten (tatsächlichen oder geplanten) Realitätsausschnitt interessiert ist, sondern auch daran, welche Veränderungen im Zeitverlauf und ggfs. in einem anderen räumlichen Umfeld zu erwarten sind. Da wir über solche Veränderungen keine Aussagen mit letzter Gewißheit machen können, ist es nicht angebracht, in diesem Zusammenhang von der Korrektheit eines Modells zu sprechen. In Anlehnung an Wahrheits-theorien in den empirischen Wissenschaften ist es sinnvoller, von einer *Korrespondenz* mit objektiv, d.h. mit intersubjektiv nachvollziehbaren Verfahren, erfaßbaren Facetten der Realität auszugehen. Aus dieser grundsätzlichen Fehlbarkeit einmal getroffener Annahmen leitet sich die Forderung nach der *Flexibilität* eines Modells ab.

Verhältnis zum Modellierungszweck

Der Zweck eines Modellentwurfs ergibt sich durch die Zielsetzung der übergeordneten Maßnahmen - also z.B. "Reorganisation eines Geschäftsprozesses", "Entwicklung eines Anwendungssystems" etc. sowie den daraus abgeleiteten Teilaufgaben - "Erstellung eines Analyse-dokuments", "Erstellung eines Entwurfsdokuments als Vorgabe für die Implementierung" etc. Wir nennen ein Modell angemessen, wenn es dem Modellierungszweck entspricht. Mit dem Modellierungszweck variieren die Anforderungen bezüglich Abstraktion, Detaillierung und Formalisierung - sowie ggfs. bezüglich der Integration von Teilmodellen. Angesichts der Mehrdeutigkeit, die Modellierungszwecke i.d.R. aufweisen, sowie der erwähnten Unwägbarkeiten, die sich aus dem Verhältnis eines Modells zur Realität ergeben, ist es kaum möglich, zu allgemeingültigen Aussagen über die Angemessenheit eines Modells zu gelangen.

Zielkonflikte

Es ist offensichtlich, daß die skizzierten Anforderungen an Modelle nicht unabhängig voneinander sind. Vielmehr stehen sie oft in konkurrierender Beziehung zueinander. Hier ist einerseits an Konflikte zu denken, die sich zwischen dem Bemühen um eine natürliche/anschauliche Abbildung und dem Modellierungszweck "Implementierung" ergeben. Damit zusammenhängend resultieren Konflikte aus dem Einsatz von Modellierungssprachen und -werkzeugen, da sie u.U. die Freiheitsgrade der Modellierung so einschränken, daß eine der Realität entsprechende Beschreibung erheblich erschwert wird. Auf der anderen Seite ergeben sich Konflikte durch die unterschiedlichen Sichten bzw. Präferenzen der Beteiligten: Häufig gibt es konkurrierende Abstraktionen, deren Bewertungen sich bei objektiver Betrachtung kaum unterscheiden.

Ansatzpunkte zur Unterstützung der Modellierung

Die wesentliche Unterstützung, die für die Durchführung von Modellierungsvorhaben heute geboten wird, besteht aus der Bereitstellung von Modellierungssprachen (die mitunter allerdings als Behinderung empfunden werden können), von Phasenschemata für das Projektmanagement, von Kriterien zur Überprüfung der formalen Konsistenz eines Modells und diversen Metriken ([MoSh94]). Daneben gibt es eine Reihe von Maßnahmen, die darauf zielen, das Entdecken und Bewerten von Modellierungsalternativen zu unterstützen.

Heuristiken

Die Orientierungen zur Anleitung der Analyse von Realitätsausschnitten - wie etwa Hinweise zur Identifikation von Objekten bzw. Klassen - sind zumeist vage und wenig hilfreich. Hier sind allerdings auch für die Zukunft keine gehaltvollen Regeln zu erwarten: Das Entdecken geeigneter Abstraktionen zur Beschreibung der Realität ist letztlich, wenn auch in abgeschwächter Form, mit der wissenschaftlichen Erforschung der Wirklichkeit vergleichbar. Alle bisherigen Anstrengungen in der Erkenntnistheorie haben aber nicht zu Methoden geführt, die das Entdecken wesentlicher Zusammenhänge wirkungsvoll unterstützen. Im Unterschied dazu ist in der Literatur eine Reihe von Heuristiken zu finden, die auf die Unterstützung der Entscheidung zwischen Entwurfsalternativen zielt. Dabei handelt es sich allerdings zumeist um vereinzelte Hinweise in Lehrbüchern zur Modellierung. Riel ([Rie96]) legt eine Sammlung von mehr als 60 Entwurfsheuristiken vor, die allerdings weitgehend die Einschränkungen der Programmiersprache C++ berücksichtigen. Die Heuristiken sind verschiedenen Themengebieten ("The Relationships between Classes and Objects", "The Inheritance Relationship", etc.) zugeordnet. Zu jeder Heuristik wird eine Begründung geliefert, die häufig durch Beispiele ergänzt wird. Die einzelnen Heuristiken sind teilweise nicht unabhängig voneinander (Bei-

spiel: "Minimize the number of classes with which another class collaborates" vs. "Model the real world whenever possible").

Solche Sammlungen von Heuristiken sind sicher geeignet, Sensibilität und Kompetenz der Modellierer zu fördern. Letztlich muß aber jede Heuristik vor dem Hintergrund einer konkreten Modellierungsaufgabe kritisch überprüft werden. Es wäre deshalb zu wünschen, die Begründung für eine Heuristik in strukturierter Form (z.B.: "Anlaß, Voraussetzung für Anwendung", "Vorteile", "mögliche Nachteile", "Beziehung zu anderen Heuristiken" ...) anzubieten. Um die Suche nach geeigneten Heuristiken zu unterstützen wäre zudem eine einheitliche Taxonomie hilfreich - etwa vergleichbar der "faceted classification" zur Einordnung wiederverwendbarer Software ([Pri91]).

Entwurfsmuster

"Design Patterns" [GaHe95] haben in der letzten Zeit eine große Aufmerksamkeit erfahren. Sie haben ebenfalls heuristischen Charakter in dem Sinne, daß sie Problemlösungen nicht garantieren, sondern allenfalls unterstützen. Im Unterschied zu den genannten heuristischen Entwurfsregeln zielen Entwurfsmuster nicht auf einzelne, generalisierbare Entwurfsentscheidungen, sondern liefern für bestimmte Problemklassen generelle, idealtypische Modelle. Sie werden in strukturierter Weise präsentiert. Die verwendeten Strukturen sind allerdings nicht einheitlich. Bisher konzentrieren sich einschlägige Arbeiten auf generelle Muster, die von den Anforderungen bestimmter Anwendungsbereiche abstrahieren.

Domänenspezifische Bezugsrahmen

Im Unterschied zu Heuristiken oder generellen Entwurfsmustern unterstützen domänenspezifische Bezugsrahmen den Modellierer bei der gedanklichen Durchdringung und Konzeptualisierung bestimmter Anwendungsdomänen. Dazu unterteilen sie den jeweiligen Realitätsbereich in verschiedene, typischen Betrachtergruppen zugeordnete Abstraktionsebenen, für die jeweils wesentliche Begriffe, Modellierungsziele und ggfs. Modellierungssprachen angegeben werden. Beispiele für Bezugsrahmen zur Modellierung betrieblicher Informationssysteme finden sich in [ESP89], [SoZa92], [Fra97b]. Ein domänenspezifischer Bezugsrahmen kann zudem durch *Referenzmodelle* ergänzt werden. Dabei handelt es sich um mehr oder weniger detaillierte Modelle, die mit dem Anspruch verbunden sind, sowohl generelle als auch besonders geeignete Vorgaben für bestimmte Anwendungsbereiche - z.B. für die Auftragsbearbeitung im Baustoffgroßhandel - zu liefern ([Sch95]).

Abschließende Anmerkungen

Angesichts der vielfältigen und komplexen mit der konzeptuellen Modellierung verbundenen Herausforderungen ist der Stand der einschlägigen Forschung ausgesprochen bescheiden. Eine dringend benötigte Modellierungslehre wird gewiß nicht dadurch erleichtert, daß es bisher keine verbreiteten, zufriedenstellenden Modellierungssprachen gibt. Zwar sollte eine gute Modellierungslehre weitgehend von einzelnen Sprachen abstrahieren können. Die gegenwärtige Diskussion um Modellierungssprachen und zugehörige Werkzeuge bindet allerdings viel Aufmerksamkeit.

Bezugsrahmen in Kombination mit Referenzmodellen bieten potentiell die wirksamste Unterstützung für den Modellierer. Sie sind allerdings auch mit erheblichen Risiken verbunden. So ist es angesichts der Komplexität, der Beliebigkeit der jeweils enthaltenen Entwurfsentscheidungen und der unterschiedlichen Modellierungssprachen ausgesprochen schwierig, Referenzmodelle zu vergleichen. Aus wissenschaftstheoretischer Sicht führt mangelnde Vergleichbarkeit zu der Frage danach, wie in einem solchen Feld Erkenntnisfortschritt zu identifi-

zieren ist. Eine Modellierungslehre sieht sich hier der erheblichen Herausforderung gegenüber, die Vergleichbarkeit konkurrierender Angebote zu fördern. Dazu ist eine verstärkte Zusammenarbeit der einschlägigen Forschungsgruppen erforderlich. Da Modellierung nicht allein eine Tätigkeit ist, die Informatik-Kompetenz erfordert, empfiehlt die Entwicklung einer Modellierungslehre zudem eine enge interdisziplinäre Kooperation. Dessen ungeachtet ist auf absehbare Zeit keine Modellierungslehre zu erwarten, die den Modellierer von der Anforderung befreit, gemeinsam mit Kollegen, die andere Sichten haben mögen, Entwurfsentscheidungen zu treffen, die sowohl fachlich wie auch wirtschaftlich nachvollziehbar sind. Hier sind die Hochschulen gefordert, den Studierenden durch geeignete Lehrformen die Chance zu geben, eine derartige Kompetenz zu entwickeln.

Literatur

- [BaCe92] Batini, C.; Ceri, S.; Navathe, S.B.: Conceptual Database Design. Redwood City: Benjamin Cummings 1992
- [BeRo95] Becker, J.; Rosemann, B.; Schütte, R.: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik, Nr. 37, Heft 5, 1995, S. 435-445
- [ESP89] ESPRIT Consortium AMICE.: Open System Architecture for CIM. Berlin, Heidelberg et al.: Springer 1989
- [Fra97a] Frank, U.: Towards a Standardization of Object-Oriented Modelling Languages? Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Nr. 3, Koblenz 1997
- [Fra97b] Frank, U.: Enriching Object-Oriented Methods with Domain Specific Knowledge: Outline of a Method for Enterprise Modelling. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik. Nr. 4, Koblenz 1997
- [GaHe95] Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software. Reading/Mass. et al.: Addison-Wesley 1995
- [GoSt90] Goldstein, R.C.; Storey, V.C.: Some Findings on the Intuitiveness of Entity Relationship Constructs. In: Lochovsky, F.H. (Ed.): Entity Relationship Approach to Database Design and Query. Amsterdam: Elsevier 1990
- [Hit95] Hitchman, S.: Practitioner Perceptions on the Use of some Semantic Concepts in the Entity Relationship Model In: European Journal of Information Systems, Vol. 4, 1995, pp. 31-40
- [Mai96] Maier, R.: Qualität von Datenmodellen, Wiesbaden 1996
- [MoSh94] Moody, D.L.; Shanks, S.: What Makes a Good Data Model? Evaluating the Quality of Entity Relationship Models. In: Loucopoulos, P. (Hg.): Entity-Relationship Approach - ER'94. Business Modelling and Re-Engineering. 13th International Conference on the Entity-Relationship Approach. Berlin, Heidelberg etc.: Springer 1994, S. 94-111
- [MyLe84] Mylopoulos, J.; Levesque, H.J.: An Overview of Knowledge Representation. In: Brodie, M.L.; Mylopoulos, J.; Schmidt, J. (Ed.): On Conceptual Modelling. Perspectives from Artificial Intelligence, Databases and Programming. Berlin/Heidelberg: Springer 1984, pp. 3-17
- [Pri91] Prieto-Diaz, R. (1991): Implementing Faceted Classification for Software Reuse. In: Communications of the ACM, May, Vol. 43, No. 5, S. 88-97
- [Rie96] Riel, A.: Object-Oriented Design Heuristics. Reading/Mass.: Addison-Wesley 1996
- [Sch95] Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik. Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Berlin, Heidelberg et al.: Springer 1995
- [SoZa92] Sowa, J.F.; Zachman, J.A.: Extending and formalizing the framework for information systems architecture. In: IBM Systems Journal, Vol. 31, No. 3, 1992, S. 590-616
- [SüEb97] Süttenbach, R.; Ebert, J.: A Booch Metamodel. Fachberichte Informatik, 5/97, Universität Koblenz-Landau 1997

Autor:

Prof. Dr. Ulrich Frank
 Institut für Wirtschaftsinformatik
 Universität Koblenz-Landau
 Rheinau 1
 56075 Koblenz
 Tel.: 0261-9119482
 Fax: 0261-9119487
 e-mail: ulrich.frank@uni-koblenz.de