

Modelle in der Fachsprache der Informatik

Marco Thomas

Universität Potsdam – Didaktik der Informatik
Postfach 60 15 53, 14415 Potsdam
mthomas@cs.uni-potsdam.de

Abstract: Zu der in der Fachdidaktik der Informatik postulierten Leitlinie „Informatische Modellierung“ fehlt ein ausreichender Konsens, was informatische Modelle sind. Die Analyse der Verwendung des Modellbegriffs in Vorlesungsskripten der Kerninformatik führt zu einer Systematik mit fünf Hauptmodelltypen und zahlreichen Untermodelltypen, die zur Strukturierung und Legitimierung eines Informatikunterrichts im Rahmen einer Allgemeinbildung an den weiterführenden Schulen verwendet werden kann.

1 Drei fachdidaktische Fragestellungen

Nahezu zeitgleich mit dem Einzug der Informatik in die deutsche Hochschullandschaft (Ende der 60iger Jahre) wurden Anstrengungen unternommen, ein Fach „Informatik“ in das allgemeinbildende Schulwesen zu integrieren. Ausgangspunkt ist zunächst die Erkenntnis gewesen, dass Informationstechnik als Produkt der Informatik unsere Gesellschaft massiv verändert und damit informatische Kenntnisse für eine Schulbildung relevant sind.

Erst in den folgenden Jahren und Jahrzehnten folgten Ansätze zur Didaktik und Methodik eines Schulunterrichts, die eine informatische Bildung im Kontext einer Allgemeinbildung aufzubauen versuchten. Methodische Fragestellungen wurden zumeist von engagierten Informatiklehrerinnen und -lehrern untersucht. Bildungsinhalte wurden allerdings eher postuliert als legitimiert. Die Dynamik der Wissenschaft Informatik erschwerte zusätzlich die Bestimmung geeigneter Inhalte und Gegenstände, so dass sich derzeit der Informatikunterricht in der Regel an den aktuellen Trends der Informationstechnik orientiert und meistens eher einer Produkt- oder Programmiersprachenschulung ähnelt als einem Schulfach mit allgemeinbildenden Charakter. Mühselig hat sich eine Fachdidaktik der Informatik zu etablieren begonnen, die mit dem Nachweis der längerfristig gültigen Bildungsinhalte den Informatikunterricht didaktisch begründet.

Die Betrachtung zahlreicher fachdidaktischer Arbeiten und fachcurricularer Schriften – insbesondere der als anwendungsorientiert bezeichneten Ansätze – führt zu der Feststellung, dass zwar die Bedeutung informatischer Modelle und informatischer Modellierung häufig betont wird, dass aber kein Konsens besteht, was unter diesen Begriffen zu verstehen ist [Tho02]. Diese Diskrepanz dürfte eine Ursache für die recht unterschiedlichen Positionen zu den Inhalten und zum Stellenwert eines Informatikunterrichts im Rahmen einer allgemeinbildenden Schulausbildung sein. Es ist daher als ein Problem festzuhalten, dass eine ausreichende Legitimierung der in der Fachdidaktik postulierten Leitlinie „Informatische Modellierung“ im Rahmen einer Allgemeinbildung fehlt.

Diese Erkenntnisse führen uns zu drei fachdidaktischen Fragen, denen nachgegangen werden muss:

1. Welche Modelle und Modelltypen sind in der Informatik von Bedeutung?
2. Warum soll sich ein Schüler mit (bestimmten) Modellen der Informatik auseinandersetzen?
3. Was bietet der Informatikunterricht gegenüber anderen Schulfächern bezüglich der Modellbildung Neues?

Antworten zu diesen drei Fragen können den Stellenwert einer „Informatischen Modellbildung“ im Rahmen einer Allgemeinbildung klären und damit einen Beitrag zur Legitimierung des Schulfachs Informatik im Rahmen einer Allgemeinbildung leisten.

Zur Beantwortung der ersten Frage verfolgen wir im Wesentlichen zwei Ziele mit unterschiedlichen Methoden. Zum einen wenden wir Arbeiten und Systematiken zum „Allgemeinen Modellieren“ auf die Informatik an, um informatische Modelle und Modelltypen im weitesten Sinne zu finden und zu unterscheiden [Tho01]. Zum anderen wird die explizite Verwendung des Wortes "modell" und seiner Flexionsformen in der Fachsprache der Informatik analysiert, um den Modellbegriff der Informatik zu präzisieren. Letzteres wird in diesem Beitrag dargestellt. Auf diese Weise versuchen wir den Charakter informatischer Modelle zu erschließen und das vermutete umfassende Modellieren von Modellen in der Wissenschaft Informatik nachzuweisen.

2 Methodisches Vorgehen

Zur Untersuchung der Verwendung des Modellbegriffs im Sprachgebrauch der Fachwissenschaft Informatik wurden alle deutschsprachigen, elektronisch verfügbaren Vorlesungsskripte aus Informatik-Fachbereichen von sieben Universitäten (HU Berlin, Dortmund, Oldenburg, Paderborn, Potsdam, Saarbrücken, Stuttgart) und zwei Technischen Universitäten (Karlsruhe, München) analysiert. Nicht berücksichtigt wurden Skripte von Veranstaltungen zur Bedienschulung, zu Mathematikveranstaltungen für Informatiker, zu Seminaren, zur Angewandten Informatik¹ sowie Veranstaltungen der Informatik, die eindeutig für andere Fachbereiche gedacht sind. Folgevorlesungen vom gleichen Dozenten (z.B. Theoretische Informatik I und Theoretische Informatik II) wurden zu einem Skript zusammengefasst.

In die Untersuchung gingen annähernd 150 Vorlesungsskripte zur Kerninformatik aus den Jahren 1995 bis 2001 ein. Obwohl viele Lehrstühle keine Skripte oder Foliensammlungen veröffentlicht haben, konnte sichergestellt werden, dass im Wesentlichen alle

¹ Entsprechend dem Verständnis im Informatik Duden ([Dud01], S. 295) und dem Fakultätentag [Arl81]. Es ist zu erwarten, dass die Bindestrich-Informatiken zahlreiche Modelle der mit der Informatik verknüpften Fachwissenschaft enthalten, was die Untersuchung stark verfälschen würde. Andererseits können sich Themen aus der Angewandten Informatik für den Informatikunterricht als sehr geeignet erweisen.

Teilbereiche der Kerninformatik dieser Untersuchung zugrunde liegen (s. hierzu [Tho02], S. 46ff).

Auch wenn die Zuordnung der Veranstaltungen zu den einzelnen Teilbereichen der Kerninformatik schwierig und nicht immer eindeutig ist, wurden zu den erzeugten pdf-Dokumenten Indizes getrennt nach den drei Teilbereichen der Kerninformatik erstellt, um mögliche tendenziell unterschiedliche Begriffsverständnisse zu entdecken. Unter Verwendung dieser Indizes wurde für jeden Teilbereich eine Volltextsuche mit dem Programm Acrobat-Reader/Catalog und dem Suchschlüssel “*modell*” durchgeführt, der alle Wortstämme und Bedeutungen zum deutschen Modellbegriff berücksichtigt. Das englischsprachige oder altdeutsche Wort “model” wurde nicht berücksichtigt. Stichproben ergaben jedoch, dass die englischen Begriffe im Allgemeinen durch deutsche Modellbegriffe ersetzt wurden.

In einem weiteren Schritt haben wir erneut eine Suche von Begriffen mit identischem Begriffsverständnis, aber unterschiedlicher Schreibweise durchgeführt, um das Auftreten der Begriffe über alle Skripte halb²-quantitativ zu erfassen. Durch die Halb-Quantifizierung lassen sich häufig auftretende Begriffe hervorheben. Ein Begriff wurde als "häufig auftretend" eingestuft, wenn er in mindestens 10 Skripten verwendet wird oder auf mindestens 9 Seiten in mindestens 3 Skripten vorkommt³. Diese selektierten Begriffe dürften aus didaktischer Sicht von besonderem Interesse sein.

3 Auswertung

In 83% der untersuchten Skripte wird das Wort „modell“ in irgendeiner Flexionsform verwendet. Durchschnittlich enthält jede zweite Seite das Wort „modell“. Schließt man von der Auftrittshäufigkeit des Wortes "modell" auf das Verwenden von Modellen in der Informatik, so ist dem Modell offensichtlich ein zentraler Stellenwert innerhalb der Fachwissenschaft zuzuordnen. Es existieren jedoch sowohl Skripte, in denen das Wort "modell" nicht verwendet wird, als auch Skripte, in denen das Verhältnis von Fundstellen und Seitenanzahl bei mindestens 1:1 liegt. Selbst bei gleichen Themenbereichen

² Die Bezeichnung 'Halb-quantitativ' soll hier deutlich machen, dass zum einen die Basis der Untersuchung noch nicht ausreichend repräsentativ ist und zum anderen die Anzahl der elektronisch verfügbaren Skripte zu den Teilgebieten der Informatik unterschiedlich ist, so dass es zu statistischen Verzerrungen kommen kann.

³ Diese Festlegung erfolgte pragmatisch anhand der Betrachtung der resultierenden selektierten und nicht-selektierten Begriffe, wobei 10 Skripte bzw. 9 Seiten ca. der Hälfte der maximalen jeweiligen Auftrittshäufigkeit entspricht. Um auszuschließen, dass ein Begriff nur dadurch selektiert wird, dass er in einem Skript auf mehreren Seiten verwendet wird, wurde die Nebenbedingung aufgestellt, dass der Begriff zusätzlich in mindestens 3 Skripten angegeben worden sein musste. Wird das erste Selektionskriterium von 10 auf 7 Skripte reduziert, ergeben sich keine neuen Erkenntnisse, so dass diese Bedingung als trennscharf gewertet werden kann. Das zweite Kriterium ist nicht so trennscharf, da bei Reduktion der Seitenanzahl pro Schritt ca. 3 Modelle neu erfasst werden. Abgesehen vom Automatenmodell, das mit den Maschinenmodellen berücksichtigt wird, werden diese von uns jedoch als wenig bedeutsam eingestuft.

kann der eine Autor ohne den Modellbegriff auskommen, während der andere ihn auf jeder fünften Seite verwendet. Es scheint also Themenbereiche oder Autoren in der Informatik zu geben, die auch ohne das Wort "Modell" auskommen. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Informatik weitaus mehr Modelltypen im Sinne eines allgemeinen Modellbegriffs (vgl. [Sta73]) aufweist, als explizit als Modell bezeichnet werden. Allerdings scheinen sich diese Modelle in der Fachsprache meist nicht als "modell" wiederzufinden, sondern "einfach" als Graph, Automat, usw.

In 92 Dokumenten (61%) wurde der Vorgang des Modellierens mit dem Wort "modelliert" oder "modellieren" angezeigt, meist im Sinne von „ein Modell modelliert ein anderes Modell“. Dies weist zum einen auf die Bedeutung semantischer „Modellketten“ und zum anderen auf einen konstruktiven Umgang der Informatik mit Modellen hin, d.h. Modelle werden neu konstruiert oder modifiziert, und nicht nur verwendet.

Es konnten fünf Hauptmodelltypen als Metamodelle aufgestellt werden. Für die Hauptmodelltypen und die halb-quantifizierten Untermodelle der ersten Ebene wird das jeweils vorgefundene Begriffsverständnis im Folgenden kurz erläutert, so dass eine dokumentierte Systematik zur Absicherung von Inhalten hinsichtlich einer „Informatischen Modellbildung“ für den Informatikunterricht entsteht. Wir beschränken uns an dieser Stelle auf die Darstellung von Modellen in der Praktischen Informatik, da die anderen Teilbereiche der Kerninformatik keinen signifikant abweichenden Sprachgebrauch erkennen ließen. Die für einige Metamodelle neu eingeführten, d.h. in den Skripten nicht verwendeten Bezeichnungen sind mit einem Stern * gekennzeichnet.

Berücksichtigt man auch den englischsprachigen Ausdruck „model“ beziehungsweise „modeling“ sind zwei weitere Begriffe hervorzuheben: „Model Checking“ und „Unified modeling language“. Diese wurden den Übersichten hinzugefügt.

In den der praktischen Informatik zugeordneten 74 Skripten fanden sich mehr als 250 unterschiedliche Modellbegriffe, die durch die Selektionskriterien auf fast 50 Begriffe reduziert werden konnten (Abb. 1). Dabei ist uns bewusst, dass eventuell ebenso bedeutende Modellbegriffe durch das Raster fallen, die bei einer größeren Literaturbasis vielleicht erfasst würden.

Architekturmodelle sind fachsprachliche Beschreibungen von "allgemeinen-fachspezifischen" Konzepten, die den zu erstellenden technischen Systemen und deren Entwürfen zugrundegelegt werden. Zur Veranschaulichung werden unterstützend graphische Darstellungsmodelle verwendet.

(theoretisches) Maschinenmodell

Unter Maschinenmodellen werden einerseits hardware-orientierte Konzepte von Rechnerarchitekturen (SISD, MIMD) und andererseits abstrakte, theoretische Automaten verstanden (Turingmaschine, Automatenmodell), die elementare Bauelemente und Arbeitsweisen von Maschinen beschreiben. Während erstere vor allem grundlegende Bauprinzipien einer Datenverarbeitungsanlage darlegen, dienen letztere auch der erkenntnistheoretischen Analyse von Problemen hinsichtlich ihrer Berechenbarkeit oder theoretischen Laufzeit. Abstrakte Maschinenmodelle werden daher teilweise als Berech-

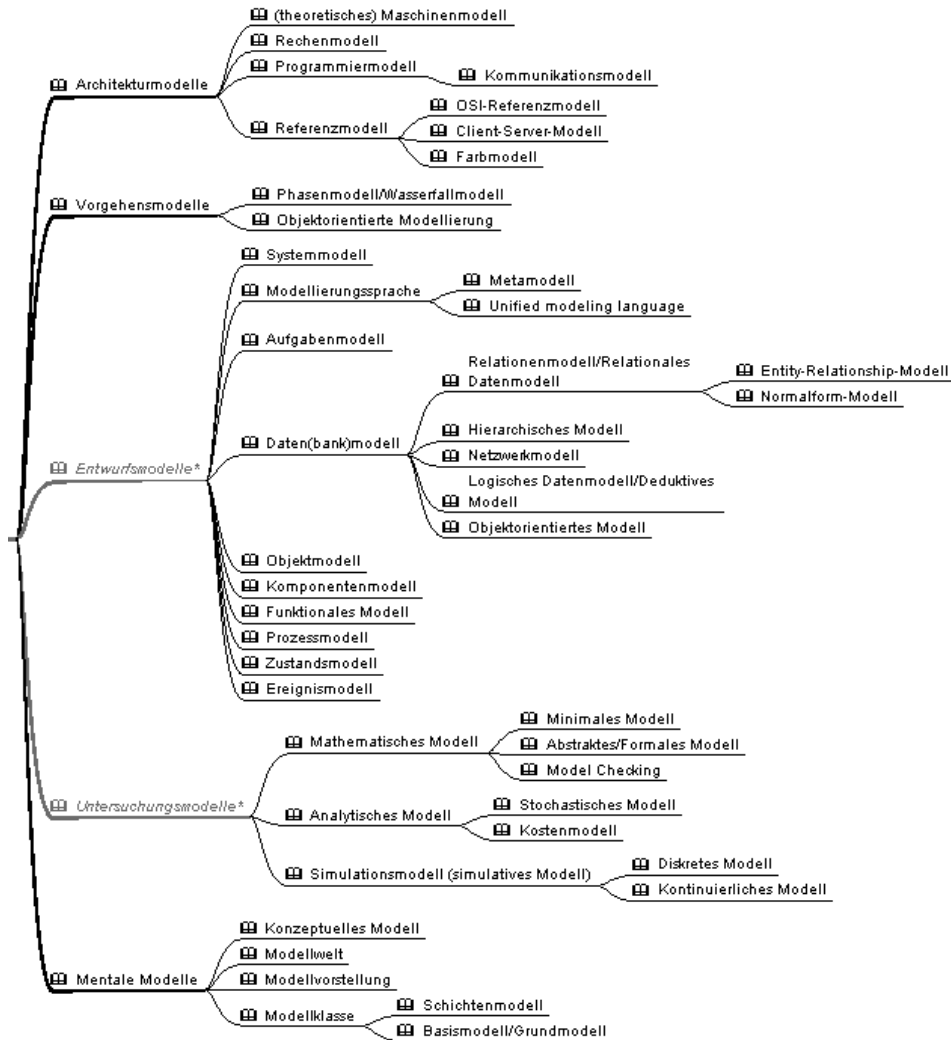


Abb. 1 Halb-quantifizierte Modelle in der Praktischen Informatik

nungs-, Rechen- oder Berechenbarkeitsmodelle bezeichnet. Der Begriff der Berechenbarkeitsmodelle umfasst jedoch auch die mit den abstrakten Maschinenmodellen in direkten Zusammenhang stehenden formalen Sprachen.

Rechenmodell

Rechenmodelle beschreiben grundlegende Konzepte, die Programmiersprachen zugrunde gelegt werden: imperativ-prozedural, funktional-applikativ, logisch-deklarativ, aber auch objektorientiert oder zustandsorientiert. Diese Konzepte werden üblicherweise auch als Programmierparadigmen bezeichnet.

Programmiermodell

Es lassen sich drei Begriffsverständnisse aufzeigen: im Sinne eines Programmierparadigmas, als abstraktes Maschinenmodell und als grundlegendes Konzept für die Interaktion von parallelen Prozessen. Letzteres scheint jedoch vorherrschend zu sein. Programmiermodelle werden dann unterschieden in Kommunikationsmodelle, die Nachrichten austauschen, und Kooperationsmodelle, die auf gemeinsame Datenbereiche zugreifen.

Referenzmodell

Referenzmodelle beschreiben Vereinbarungen zu technischen Konzepten und Prinzipien. Hierzu zählen in der Informatik vor allem das OSI-Referenzmodell sowie die Client-Server-Architekturen. Das Farbmodell ist für das Teilgebiet Computergraphik von Bedeutung.

Vorgehensmodelle beschreiben Aktivitäten, die auszuführen sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Sie enthalten Hinweise zu benötigten oder zu erstellenden Dokumenten, den Zielen einzelner Phasen oder Arbeitsschritte, sowie zu einsetzbaren Verfahren und Hilfsmitteln. Der Anteil der Fachsprache ist im Allgemeinen geringer als bei Architekturmodellen, da insbesondere die Dokumentation des Prozesses auch fachfremden Beteiligten kommunizierbar sein muss. Vorgehensmodelle beruhen i.d.R. auf bestimmten Sicht- oder Denkweisen, die die Ergebnisse des Prozesses beeinflussen. Es existieren vor allem Vorgehensmodelle für den Gesamtprozess der Softwareentwicklung, teilweise auch für einzelne Phasen (z.B. zum Qualitätsmanagement).

Phasenmodell oder Wasserfallmodell

Das Wasserfallmodell, auch Phasenmodell oder Software Life Cycle genannt, gliedert den Softwareentwicklungsprozess in einzelne Phasen, die im Wesentlichen nacheinander durchlaufen werden. Jede Phase schließt mit einem formalisierten Dokument ab, das eine Grundlage für die nachfolgenden Phasen bildet.

Objektorientierte Modellierung

In der Praxis der Softwareentwicklung muss das sequentielle Durchlaufen einzelner Phasen des Wasserfallmodells meist durchbrochen werden. Insbesondere für komplexe Probleme wurden Vorgehensmodelle entwickelt, die einen "Rückschritt" zu einzelnen Phasen oder eine nebenläufige Bearbeitung von Phasen vorsehen, wie bei der objektorientierten Modellierung.

Entwurfsmodelle* stellen die Dokumentation von Ergebnissen der Aktivitäten bei der Erstellung eines konkreten technischen Systems dar. Sie können in natürlicher Sprache, einer formalen Sprache oder in graphisch-symbolischer Art und Weise formuliert werden.

Systemmodell

Ein Systemmodell wird in der Automatentheorie in Form einer Mengenstruktur verwendet. Häufiger ist eine eher unspezifischere Verwendung als Modell beliebigen Typs zu einem zu entwerfenden System. Als Entwicklungslinien in der Systemmodellierung lassen sich seit 1960 unterschiedliche Entwurfsmodelle aufzeigen, die in dem objektorientierten Modell zusammengefasst wurden.

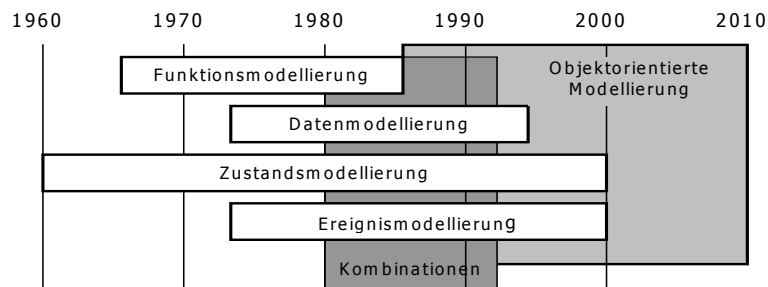


Abb. 2 Entwicklungslinien der Systemmodellierung (nach [Pre01])

Modellierungssprache

Modellierungssprachen sind allgemein Beschreibungsformen, die in den verschiedenen Phasen der Softwareentwicklung (z.B. Programmiersprachen) oder bei der theoretischen Analyse von Problemen (s. a. Untersuchungsmodelle) eingesetzt werden. Im engeren Sinne handelt es sich um Modelle für die Entwurfsphase der Softwareentwicklung (aktuell die Unified Modeling Language). Diese sind häufig graphischer Natur und erfordern zusätzliche schriftsprachliche Erläuterungen oder ein den Kommunikationspartnern geläufiges Denkmodell. Zu jeder Modellierungssprache existiert i.d.R. ein Metamodell, welches die Syntax, Semantik und Pragmatik der Sprache beschreibt.

Aufgabenmodell

Das Aufgabenmodell wird basierend auf dem Ergebnis der Analyse einer Aufgabe erstellt und beschreibt die Funktionalität des gegebenen Gesamtsystems in strukturierter, häufig modularer Weise. Es kann auch Angaben zur Reihenfolge von Arbeitsabläufen, zum Systemzweck und zu den Aufgaben des Menschen machen. Die Aufgabenmodellierung (Problemanalyse) stellt eine Phase im Softwareentwicklungsprozess vor dem Systementwurf dar. Als Methoden werden Beobachtungen, Interviews und andere empirische Verfahren eingesetzt (vgl. sozialwissenschaftliche Forschungsmethoden), die die mögliche bzw. geplante Einbettung eines Informatiksystems untersuchen. Im Phasenmodell wird das resultierende Aufgabenmodell als Anforderungsdefinition bezeichnet.

Daten(bank)modell

Recht häufig verwendeter Begriff, der allgemein zur Beschreibung von Daten und ihrer strukturellen wie funktionalen Beziehungen untereinander verwendet wird. Breit akzeptierte Datenmodelle sind: das relationale Modell, das Netzwerkmodell, logische und objektorientierte Datenmodelle. Häufig wird "Datenbankmodell" mit „Datenmodell“ gleichgesetzt.

Objektmodell

Allgemein kann mit einem Objektmodell eine ikonische, digitale "Schablone" zu dem Original gemeint sein oder eine graphisch-symbolische Repräsentation. Digitale Schablonen werden als Objektmodell beispielsweise bei der Objekterkennung eingesetzt. Beim Softwareentwurf werden im Objektmodell die identifizierten Komponenten eines betrachteten Originals in meist graphisch-symbolischer Form beschrieben.

Komponentenmodell

Eine Komponente ist ein Stück (wiederverwendbare) Software, das eine zusammenhängende Funktionalität bietet. Ein Komponentenmodell umfasst das Wissen, welches notwendig ist, um die einzelnen Komponenten eines Systems zu definieren bzw. ein System aus bereitgestellten Komponenten zu konfigurieren.

Funktionales Modell

Die Aufgabenanalyse führt zu einem Aufgabenmodell, an das sich der Entwurf anschließt. Das funktionale Modell ist der Ausgangspunkt der Entwicklung, indem Objekte ausgewählt und ihre Methoden bestimmt werden. Das funktionale Modell wird mit Szenarios evaluiert. Eine Kompatibilität mit dem Benutzermodell sollte bestehen. Eine zweite Bedeutung hat das funktionale Modell im Sinne eines Programmierparadigmas (s.o. Rechenmodell).

Prozessmodell

Zum Prozessmodell fanden sich drei unterschiedliche Begriffsverständnisse: zur Beschreibung der Prozessverwaltung und Implementierung bei Betriebssystemen, zur Beschreibung des zeitlichen Verhaltens eines Produktionsprozesses und als kognitionspsychologisches Modell zur Beschreibung des natürlichen Sprechens im Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz.

Zustandsmodell

Zustandsmodelle beschreiben die möglichen Zustände, die Automaten oder Prozesse (s. auch Prozessmodell) einnehmen können.

Ereignismodell

Eine Beschreibung, wie z.B. bei Benutzungsschnittstellen Ereignisse bearbeitet werden.

Untersuchungsmodelle* dienen der Erstellung von Prognosen für Informatiksysteme oder der Bewertung von Systemen zu unterschiedlichsten Kriterien, insbesondere bezüglich deren Leistung, Kosten und Auslastung. Sie werden meist in formaler, mathematischer Notation beschrieben und sind von starker Abstraktion, um auch quantitative Aussagen erzielen zu können. Unterschieden werden das mathematische Modell, analytische Modelle und simulative Modelle (Simulationsmodelle).

Mathematisches Modell

Allgemein beschreiben mathematische Modelle mit abstrakten Symbolen und Notationen Objekte und Zusammenhänge zwischen ihnen. Im Sinne der mathematischen Mo-

delltheorie ist eine Interpretation I ein Modell einer Theorie T, wenn sie für jede Aussage in T wahr ist.

Analytisches Modell

Das Systemverhalten wird mittels mathematischer Symbole (Lineare Gleichungssysteme, Differential- und Differenzgleichungssysteme) und als Graph beschrieben. Analytische Modelle gehen oft von Voraussetzungen aus, die am System nicht erfüllt sind (z.B. Annahmen über Verteilungen). Der Berechnungsaufwand ist gegenüber Simulationsmodellen ("numerischen" Modellen) geringer und funktionale Zusammenhänge ergeben sich direkt aus dem Modell. Der Einsatzbereich ist jedoch aus Gründen der mathematischen Modellierbarkeit beschränkt. Für analytische Modelle lassen sich folgende Unterscheidungsmerkmale angeben: deterministisch, stochastisch, zeitabhängig u.a. Verwendet werden analytische Modelle für betriebswirtschaftlich-orientierte Analysen im weitesten Sinne. Ziel des Modellierens ist die Leistungsmessung oder -prognose von (technischen) Systemen.

Simulationsmodell (simulatives Modell)

Simulationsmodelle beschreiben in statischer Weise zumeist ein Systemverhalten, enthalten jedoch auch Größen, die sich in Abhängigkeit von der Zeit dynamisch ändern. Eingesetzt werden Simulationsmodelle unter anderem zur Nachahmung von Systemverhalten aus anderen Fachbereichen auf Rechensystemen. Im Kernbereich der Fachwissenschaft Informatik werden Simulationsmodelle vorwiegend zur Untersuchung von Informatiksystemen eingesetzt. Der Aufwand zur Erstellung und Berechnung von Simulationsmodellen ist im Allgemeinen wesentlich höher als bei Analysemodellen, allerdings ist der Einsatz von Simulationsmodellen nicht durch die mathematische Modellierbarkeit begrenzt. Es werden vor allem diskrete, ereignis-diskrete und kontinuierliche Simulationsmodelle unterschieden.

Mentale Modelle sind interne semantische Modelle, die externen semantischen Modellen, wie Vorgehens- oder Entwurfsmodellen, zugrundeliegen bzw. vorausgehen. Eine ganze Reihe von psychologischen Effekten sind für die Softwaretechnik von Bedeutung (s. z.B. [Dut94]). Bei der Gestaltung von Benutzerschnittstellen ist beispielsweise die Benutzersicht zu berücksichtigen, die sich meist von der systemorientierten des Softwareentwickler unterscheidet (Perspektivenproblem).

Knapp 40% der Modellbegriffe in den Skripten zur Technischen bzw. zur Theoretischen Informatik finden sich in der Praktischen Informatik wieder. Dazu zählen insbesondere die Begriffe, die halbquantifiziert wurden. Für die Theoretische Informatik sind hervorzuheben: Modelle im Sinne der mathematischen Modelltheorie, Modellierungssprache und sogenannte Herbrand-Modelle im Kontext der logischen Programmierung.

Fazit

Zur Beantwortung der ersten didaktischen Frage „Welche Modelle und Modelltypen sind in der Informatik von Bedeutung?“ ist es erforderlich, die im Sprachgebrauch der Informatik verwendeten Begriffe und Begriffsinhalte zu analysieren. Diese Analyse erlaubt noch keine umfassende Aussage zur Verwendung von Modellen in der Informatik, sondern nur zur Verwendung des Begriffs im Sprachgebrauch. Allerdings werden verschiedene Begriffsverständnisse erkennbar und klassifizierbar. Es konnten für alle drei Teilbereiche der Kerninformatik fünf Hauptmodelltypen für die Informatik herausgestellt werden: Architektur-, Entwurfs-, Untersuchungs-, Vorgehensmodelle und mentale Modelle.

Offensichtlich verwendet die Informatik sehr häufig das Wort „Modell“. Zumeist handelt es sich um semantische oder graphische Modelle im Sinne der Allgemeinen Modelltheorie von Stachowiak [Sta73]. Technische Modelle werden eher als "Systeme" bezeichnet. Die erläuterten Modelle und Untermodelle sollten in einem Informatikunterricht berücksichtigt werden, um ein vollständigeres Bild der Informatik zu vermitteln.

Zudem gilt es, zumindest für den Schulunterricht, einen Konsens zu den Begriffen in der Fachsprache anzustreben, der sich an dem Sprachgebrauch der Fachwissenschaft orientiert und eine erfolgreiche Unterrichtsführung unterstützt.

Literaturverzeichnis

- [Arl81] ARLT, Wolfgang (Hrsg.): *Informatik als Schulfach. Didaktische Handreichungen für das Schulfach Informatik*. München, Wien (R. Oldenbourg Verlag) 1981. (= Datenverarbeitung, Informatik im Bildungsbereich. 4)
- [Dud01] CLAUS, Volker; SCHWILL, Andreas: *Duden Informatik. Ein Fachlexikon für Studium und Praxis* Mannheim (Dudenverlag) 2001.
- [Dut94] DUTKE, Stephan: *Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens. Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie*. Göttingen (Verlag für Angewandte Psychologie) 1994.
- [Pre01] PREHOFER, C.: *Objektorientierung. Folien zur Vorlesung im SS01. TU München* 2001.
- [Sta73] STACHOWIAK, Herbert: *Allgemeine Modelltheorie*. Wien (Springer) 1973.
- [Tho01] THOMAS, Marco: *Die Vielfalt der Modelle in der Informatik*. Aus: Keil-Slawik, Reinhard; Magenheimer, Johannes (Hrsg.): *Informatikunterricht und Medienbildung. INFOS 2001 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule*. Bonn (Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn) 2001. (=GI-Edition - Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings) S. 173-186.
- [Tho02] THOMAS, Marco: *Informatische Modellbildung – Modellieren von Modellen als ein zentrales Element der Informatik für den allgemeinbildenden Schulunterricht*. Disertationsmanuskript. Universität Potsdam 2002.

Modelle in der Fachsprache der Informatik

- Eine Analyse von Vorlesungsskripten -

Marco Thomas
Universität Potsdam
Didaktik der Informatik

Witten/Bommerholz - 10.10.2002

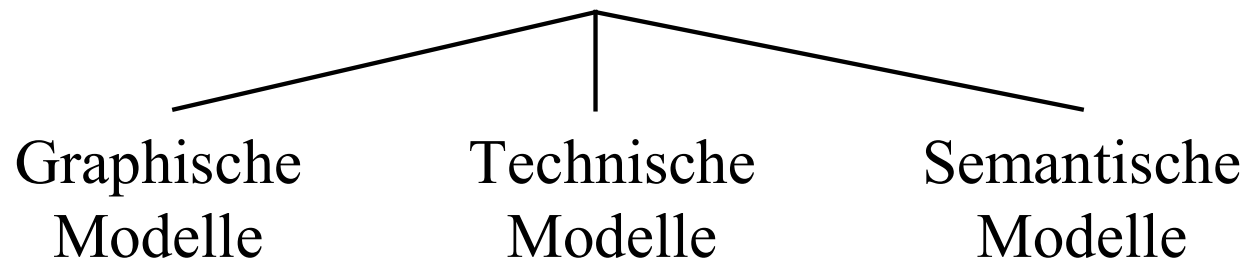
Drei fachdidaktische Fragen

- 1) Welche Modelle und Modelltypen sind in der Informatik von Bedeutung?
- 2) Warum soll sich ein Schüler mit (bestimmten) Modellen in der Informatik auseinandersetzen?
- 3) Was bietet der Informatikunterricht gegenüber anderen Schulfächern bezüglich der Modellbildung Neues?

Vielfalt der Modelle in der Informatik

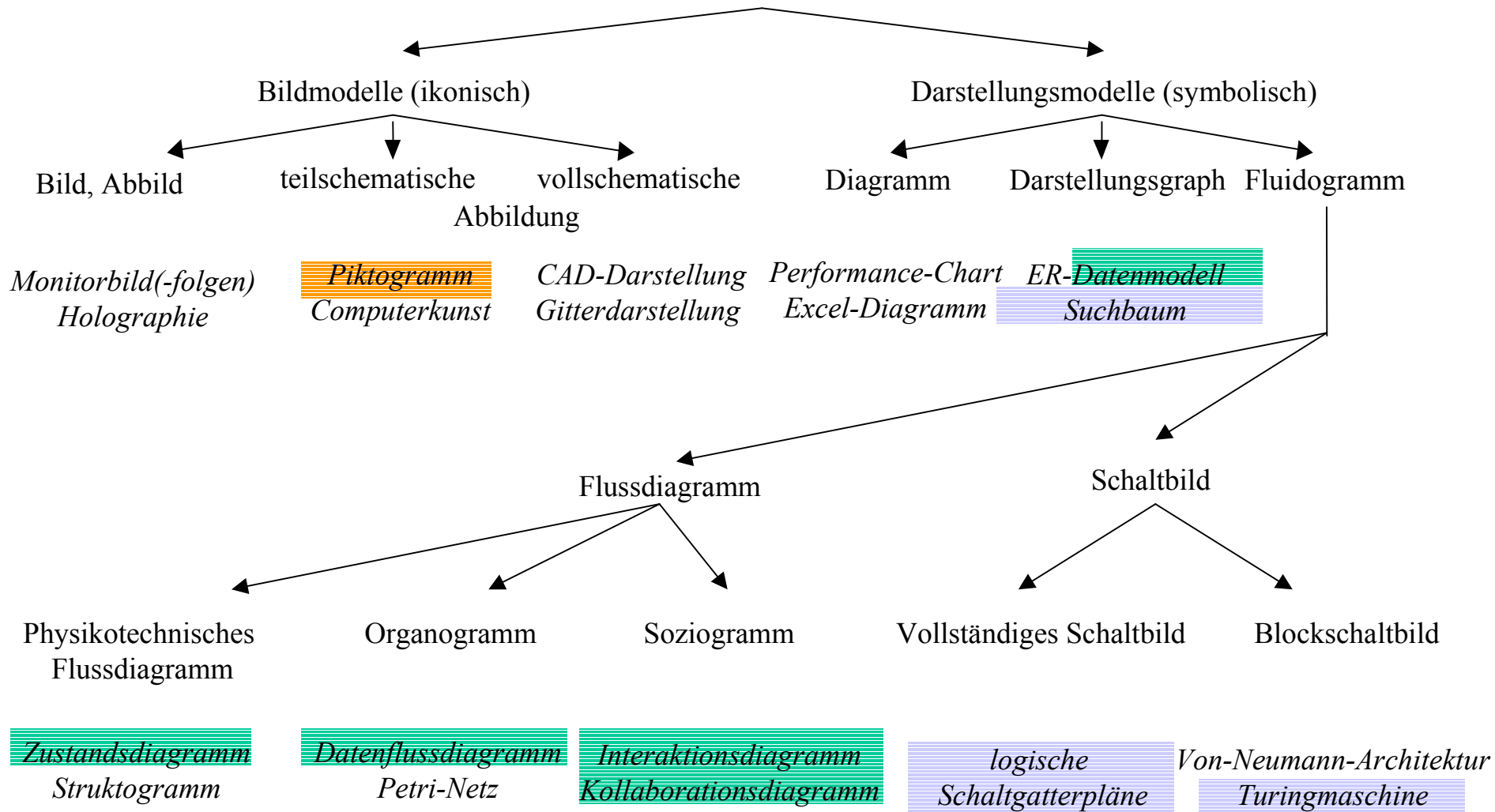
Allgemeine Modelltheorie von Stachowiak (1973)

- pragmatische Einteilung von Modellen

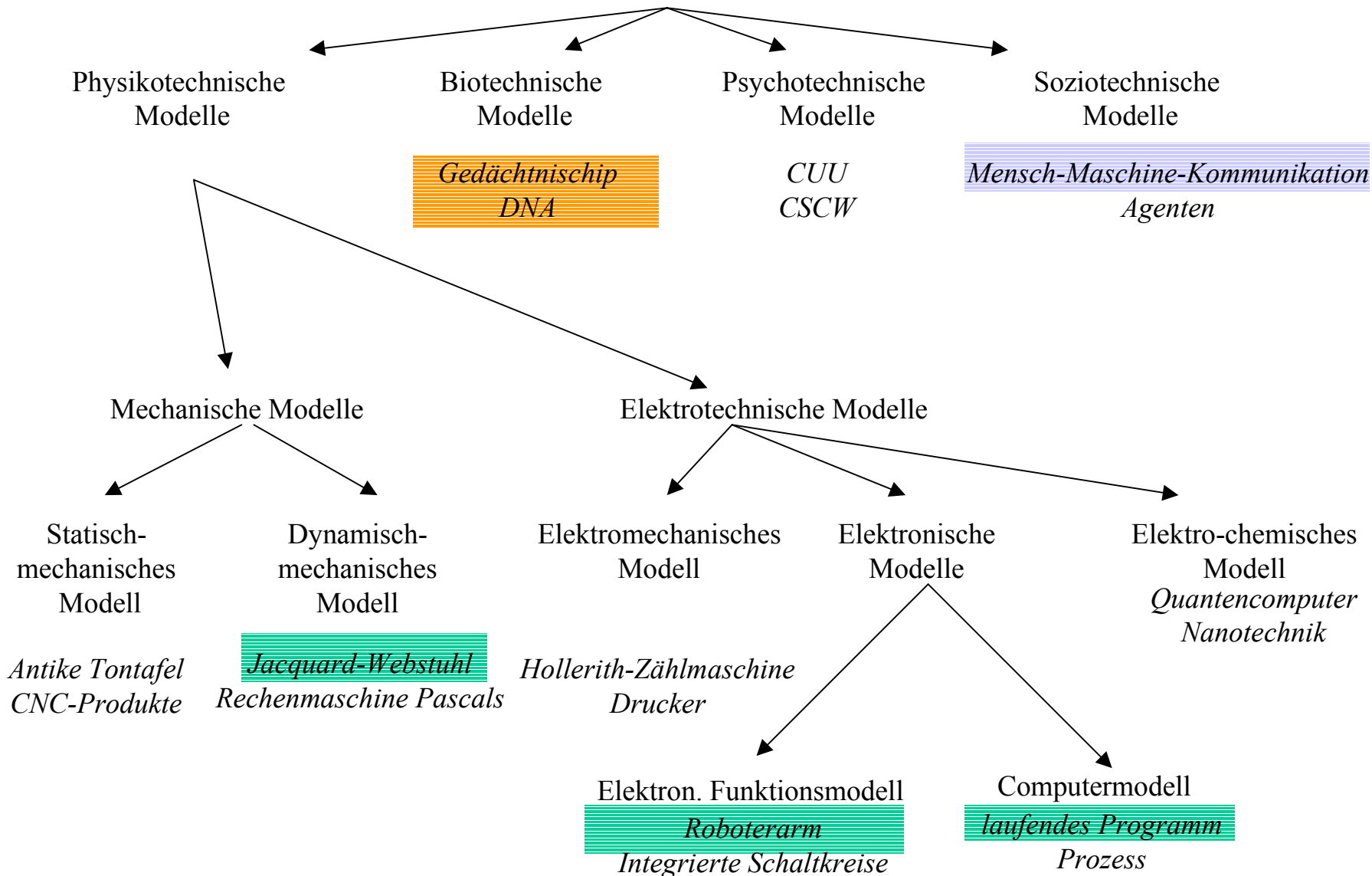


! KEINE KLASSIFIKATION !

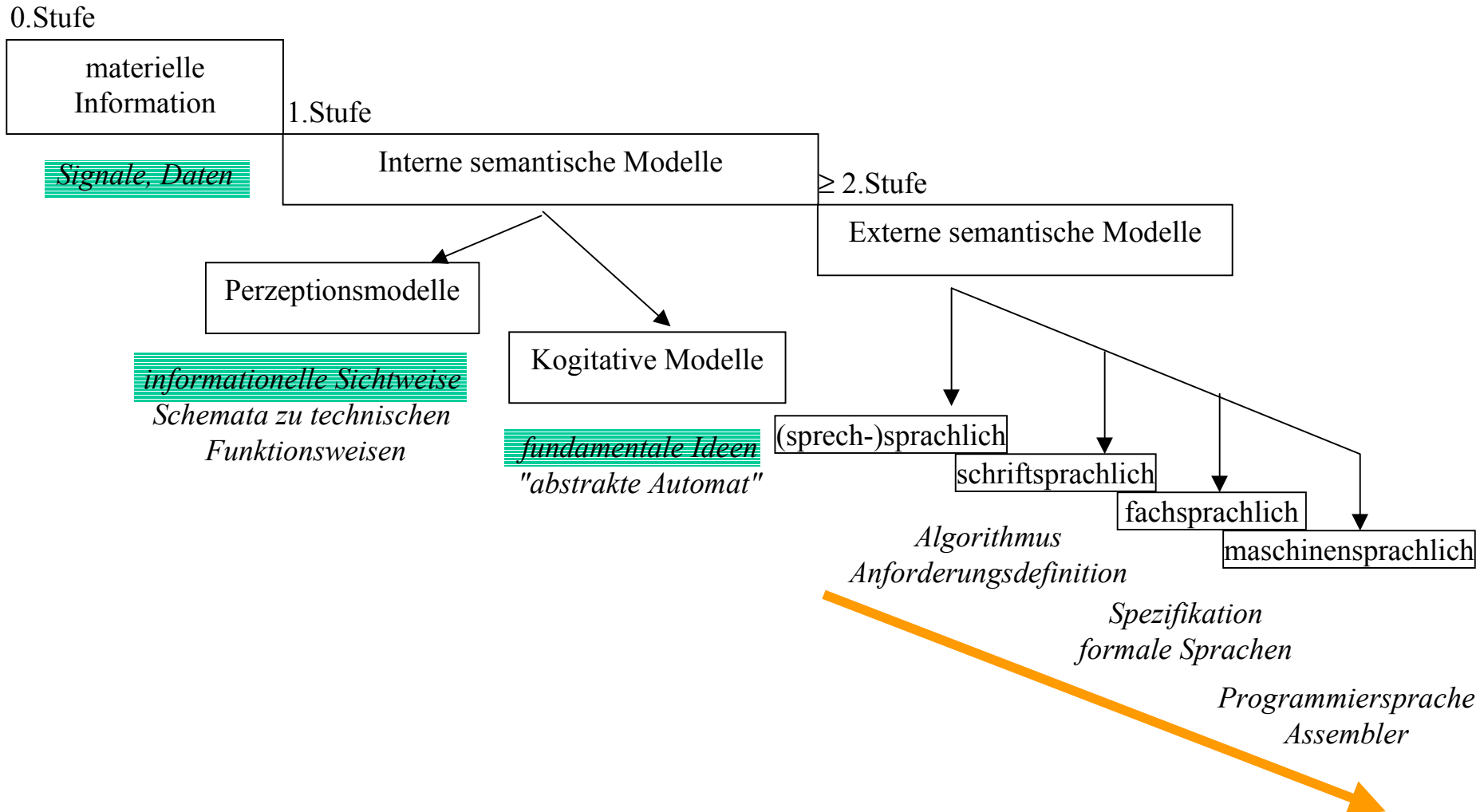
Graphische Modelle



Technische Modelle



Semantische Modelle



Modellbegriff in der Fachsprache

- Methodik -

- 150 Vorlesungsskripte von 9 Instituten 1995 - 2001
- nur Kerninformatik-Vorlesungen!
- Alle Teilgebiete abgedeckt
- Indizierung getrennt nach den drei Teilbereichen
- Volltextsuche nach “*modell*”
- Berücksichtigung aller Wortstämme und Bedeutungen
- Halb-Quantifizierung
 - mind. 10 Skripte oder
 - 9 Seiten in mind. 3 Skripten

Auswertung

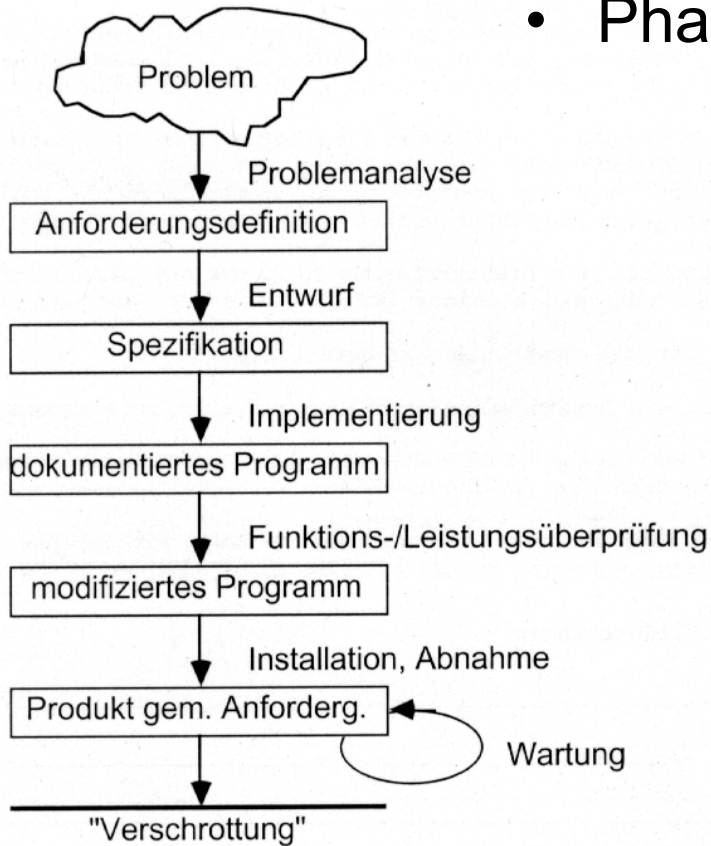
- in 83% der Skripte nachweisbar
- durchschnittlich auf jeder zweiten Seite
- nicht alle Modelle werden als Modelle bezeichnet
- Klassifizierungsversuch => 5 Hauptmodelltypen
- Begriffsverständnis in den Teilbereichen “identisch”
- Halb-quantifizierung => Reduktion um 50 - 80%
- !! stets Begriff + Verständnis zusammen betrachten

Architekturmodelle

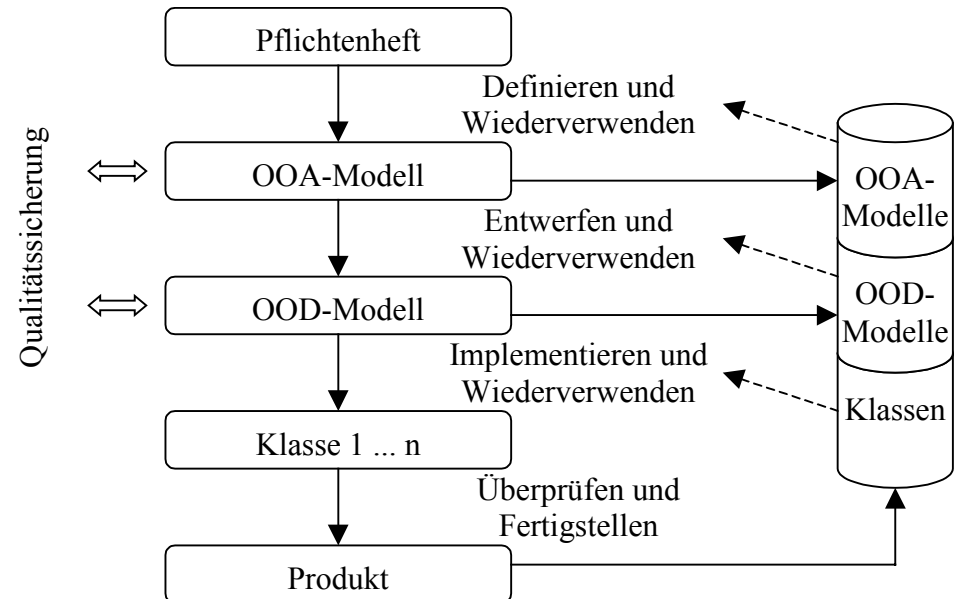
- Maschinenmodell
 - ▶ Hardwareorientiert: SISD, MIMD
 - ▶ “Theoretisch”: Automat, Turing
- Rechenmodell
 - ▶ imperativ
 - ▶ funktional
 - ▶ logisch-deklarativ
- Programmiermodell
 - ▶ Kommunikation
 - ▶ Kooperation
- Referenzmodell
 - ▶ OSI-Schichtenmodell(e)
 - ▶ Client-Server
 - ▶ Farbmodell

Vorgehensmodelle

- Phasenmodell (Wasserfallmodell)

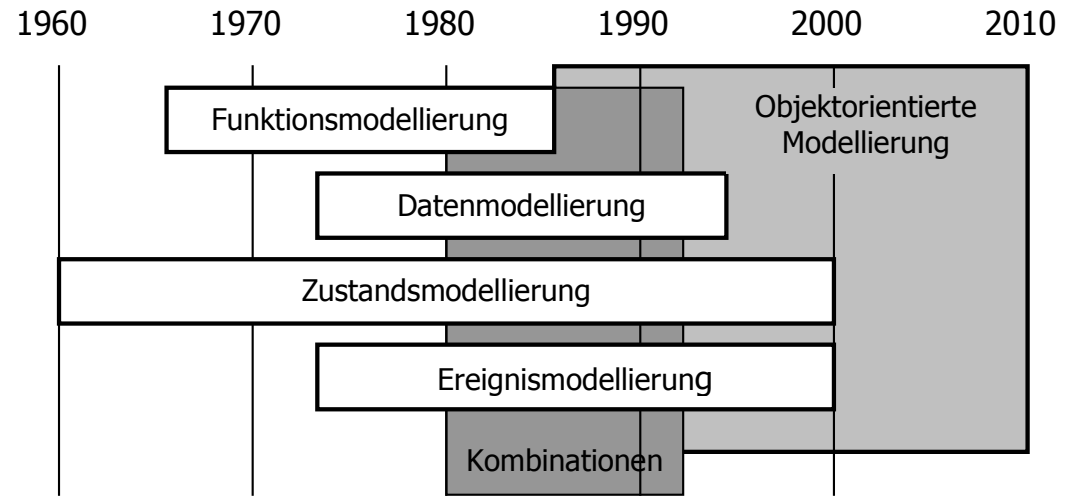


- Objektorientierte Modellierung



Entwurfsmodelle

- Systemmodell
- Modellierungssprache
- Aufgabenmodell
- Funktionales Modell
- Komponentenmodell
- Daten(bank)modell
- Ereignismodell
- Zustandsmodell
- Prozessmodell
- Objektmodell



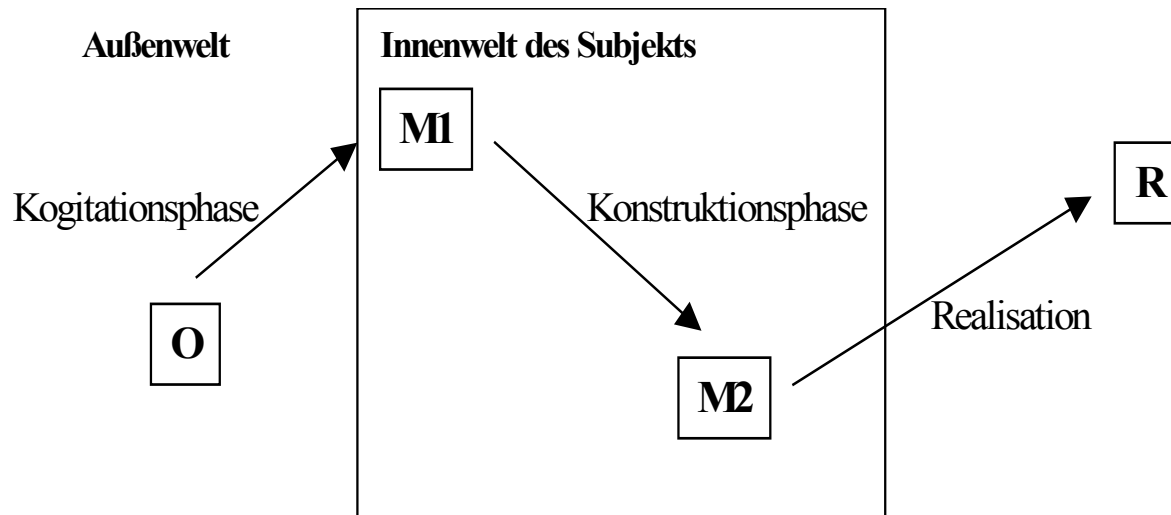
!Entwicklungslinien der Systemmodellierung (nach [Pre01])

Untersuchungsmodelle

- Mathematisches Modell
 - abstrakt-formale Struktur
 - (.. der Mathematische Modelltheorie)
 - Beweise in logisch-deklarativen Sprachen
- Analytisches Modell
 - deterministisch, stochastisch, zeitabhängig, ...
- Simulationsmodell
 - diskret
 - ereignisdiskret
 - kontinuierlich

Mentale Modelle

- Konzeptuelles Modell
 - Metaphern
- => Mentales Modell



Modellbildung in der Informatik nach Goorhuis ([Goo94], S. 2)

Folgerungen, Forderungen, Fazit

- Modellbegriff hat zentrale Bedeutung
- Modellieren von Modellen - Modellketten
- semantische und graphische Modelle überwiegen

- weitere Überlegungen und Untersuchungen
- Gleichberechtigung der 5 Hauptmodelltypen
- Konsens zur Fachsprache im IU anstreben
- Informatikunterricht auf Modelltypen überprüfen

Informatische Modellbildung

