

Modellierung

Prof. Dr. Uwe Kastens

WS 2011 / 2012

Begründung der Vorlesung

- Das **Modellieren** ist eine für das Fach **Informatik typische Arbeitsmethode**.
- Mit der Modellierung einer **Aufgabe** zeigt man, ob und wie sie **verstanden** wurde.
- Ein zutreffendes Modell ist **Voraussetzung** und Maßstab **für eine systematische Lösung**.
- Als **Ausdrucksmittel** muss man **passende Kalküle und Notationen** anwenden können.

Ziele

Die Teilnehmer sollen

- einen Überblick über **grundlegende Modellierungsmethoden und -kalküle** bekommen,
- den **konzeptionellen Kern der Kalküle** beherrschen,
- die für die Methoden **typischen Techniken** erlernen und
- Kalküle an **typischen Beispielen** anwenden.

Insgesamt sollen sie lernen,

- Aufgaben **präzise** zu analysieren und zu beschreiben,
- **formale Kalküle als Arbeitsmittel** einzusetzen und
- den **praktischen Wert von präzisen Beschreibungen** erkennen.

siehe **Beschreibung des Moduls I.2.1 im Modulhandbuch:**

<http://www.cs.uni-paderborn.de/studium/studiengaenge/pruefungswesen/modulhandbuch.html>

Durchführung

Zu jedem **Modellierungskalkül** soll(en)

- mit einigen typischen kleinen **Beispielen motivierend** hingeführt werden,
- der **konzeptionelle Kern** des Kalküls vorgestellt werden,
- **Anwendungstechniken und Einsatzgebiete** an Beispielen gezeigt und in den Übungen erfahren werden,
- an einem **durchgehenden Beispiel** größere Zusammenhänge gelernt werden,
- auf **weiterführende Aspekte** des Kalküls, seine Rolle in Informatikgebieten und -vorlesungen sowie auf algorithmische Lösungsverfahren **nur verwiesen** werden,

Inhalt

Thema	Semesterwoche	Kap. im Buch „Modellierung“
1. Einführung	1	1
2. Grundlegende Strukturen		
Wertebereiche	2	2
Beweistechniken	3	4.3
3. Terme, Algebren	4, 5	3
4. Logik		
Aussagenlogik	6	4.1
Verifikation von Algorithmen	7	-
Prädikatenlogik	8	4.2
5. Graphen	9, 10	5
Verbindung, Zuordnung, Anordnung		
6. Modellierung von Strukturen		
Kontextfreie Grammatiken,	11	6.1
XML		6.2
Entity-Relationship Modell	12	6.3
UML Klassendiagramme		6.4
7. Modellierung von Abläufen		
Endliche Automaten,	13	7.1
Petri-Netze	14	7.2
8. Projekte, Zusammenfassung	15	8

Literaturhinweise

Elektronisches Vorlesungsmaterial:

- **U. Kastens: Vorlesung Modellierung WS 2011 / 2012**
<http://ag-kastens.uni-paderborn.de/lehre/material/model>

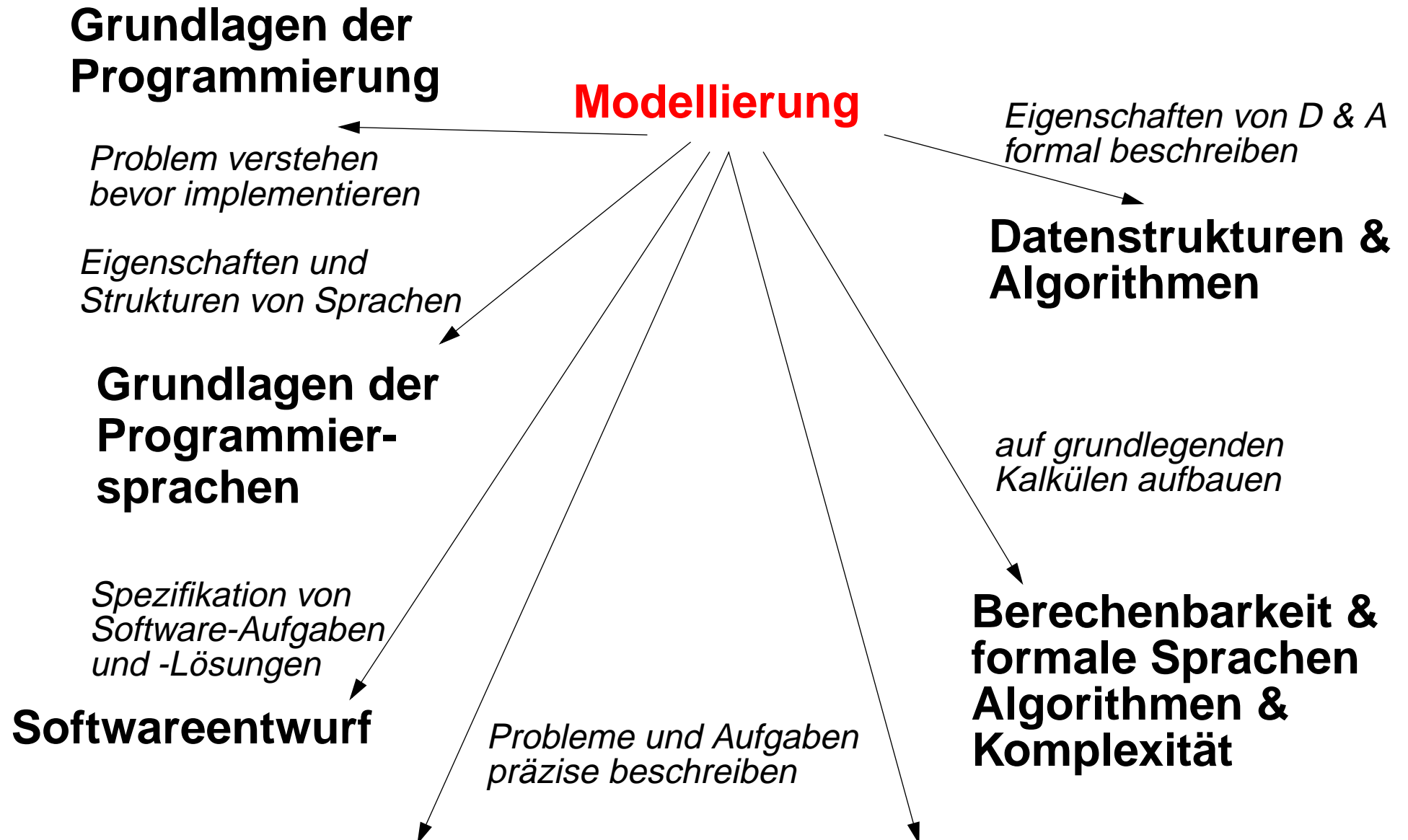
Das Buch zur Vorlesung:

- **Uwe Kastens, Hans Kleine Büning: Modellierung - Grundlagen und formale Methoden, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2008**

Weitere Bücher zum Nachlernen und Nachschlagen:

- **Gerhard Goos: Vorlesungen über Informatik, Band 1, 3. Auflage, Springer-Lehrbuch, 2000**
- **Thierry Scheurer: Foundations of Computing, System Development with Set Theory and Logic, Addison-Wesley, 1994**
- **Daniel J. Velleman: How To Prove It - A Structured Approach, 2nd ed., Cambridge University Press, 2006**

Bezüge zu anderen Vorlesungen



Elektronisches Skript: Startseite

Vorlesung Modellierung WS 2011/12 - Mozilla Firefox

Vorlesung Modellierung WS 2011/12

http://ag-kastens.uni-paderborn.de/lehre/material/model/

Lehre Universität Paderborn: ... Suchen Dictionaries WissOrg Reisen Dienste

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Fachgruppe Kastens > Lehre > Modellierung WS 2011/12

Vorlesung Modellierung WS 2011/12

Folien
Aufgaben
Organisation
Hinweise
Mein koaLA

SUCHEN:

Vorlesungsfolien	Übungsaufgaben
<ul style="list-style-type: none"> • Kapitelübersicht • Folienverzeichnis • Drucken 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabenblätter • Drucken
Organisation	Wissenswertes
<ul style="list-style-type: none"> • Personen, Termine, Regeln • Aktuelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Ziele • Literatur • Links

Veranstaltungs-Nummer: L.079.05101

Generiert mit Camelot | Probleme mit Camelot? | Geändert am: 07.09.2011

Elektronisches Skript: Termine

Termine

Vorlesung

- Mo, 11:15 - 12:45, Hörsaal L 2
- Fr, 11:15 - 12:45, Hörsaal L 1

Beginn: 10. Okt 2011
Ende: 3. Feb 2012

Zentralübung

- Mo, 13:00 - 13:45, Hörsaal L 2

Beginn: 24. Okt 2011
Ende: 30. Jan. 2012

Übungen

vorläufige Liste, übernommen aus dem Vorlesungsverzeichnis:

- Übung 01 Mo 14:00 N 3 206

...

- Übung 18 Fr 14:00 N 3 206

Beginn: Mo 17. Okt. 2011
Ende: Fr 3. Feb. 2012

Klausurtermine

Es wird zwei Klausurtermine nach Ende der Vorlesungszeit geben. Ort, Beginn und die Anmeldezeit wird das ZPS festlegen

In der Klausur sind nur die folgenden Hilfsmittel erlaubt:

- Ein **beidseitig von Hand beschriebenes DIN A4 Blatt**. Das Blatt muss **persönlich von Hand** beschrieben sein. Es sind also insbesondere **keine Ausdrucke oder Kopien** erlaubt. Auf dem Blatt muss die **Matrikelnummer und der Name** stehen. Wer ein solches Blatt in der Klausur nutzt, muss es **mit der Klausur abgeben**. Bei der Klausureinsicht kann das Blatt wieder abgeholt werden.
- Studierende, deren Muttersprache nicht deutsch ist, dürfen außerdem in der Klausur ein **fremdsprachiges Wörterbuch ohne handschriftliche Eintragungen** benutzen.

Weitere Wiederholungen der Klausur findet erst nach dem nächsten Wintersemester statt und werden mit möglicher Weise anderen Modalitäten von einem anderen Dozenten durchgeführt. **Bonuspunkte werden dorthin NICHT übertragen.**

Regeln

Übungen:

Es werden 4-stündige Übungen angeboten. Darin werden Aufgaben zum Vorlesungsstoff **unter Anleitung gelöst**.

Hausübungen:

Es wird in jeder Woche ein **Hausübungszettel** ausgegeben (freitags). Abgabe der Lösungen am übernächsten Montag. Bearbeitung in **Gruppen** (2-4). Lösungen werden korrigiert, bewertet und zurückgegeben.

Kurztests:

Es werden voraussichtlich 4 Kurztests (ca. 20 min) während der Zentralübung geschrieben korrigiert, bewertet und zurückgegeben.

Bonus:

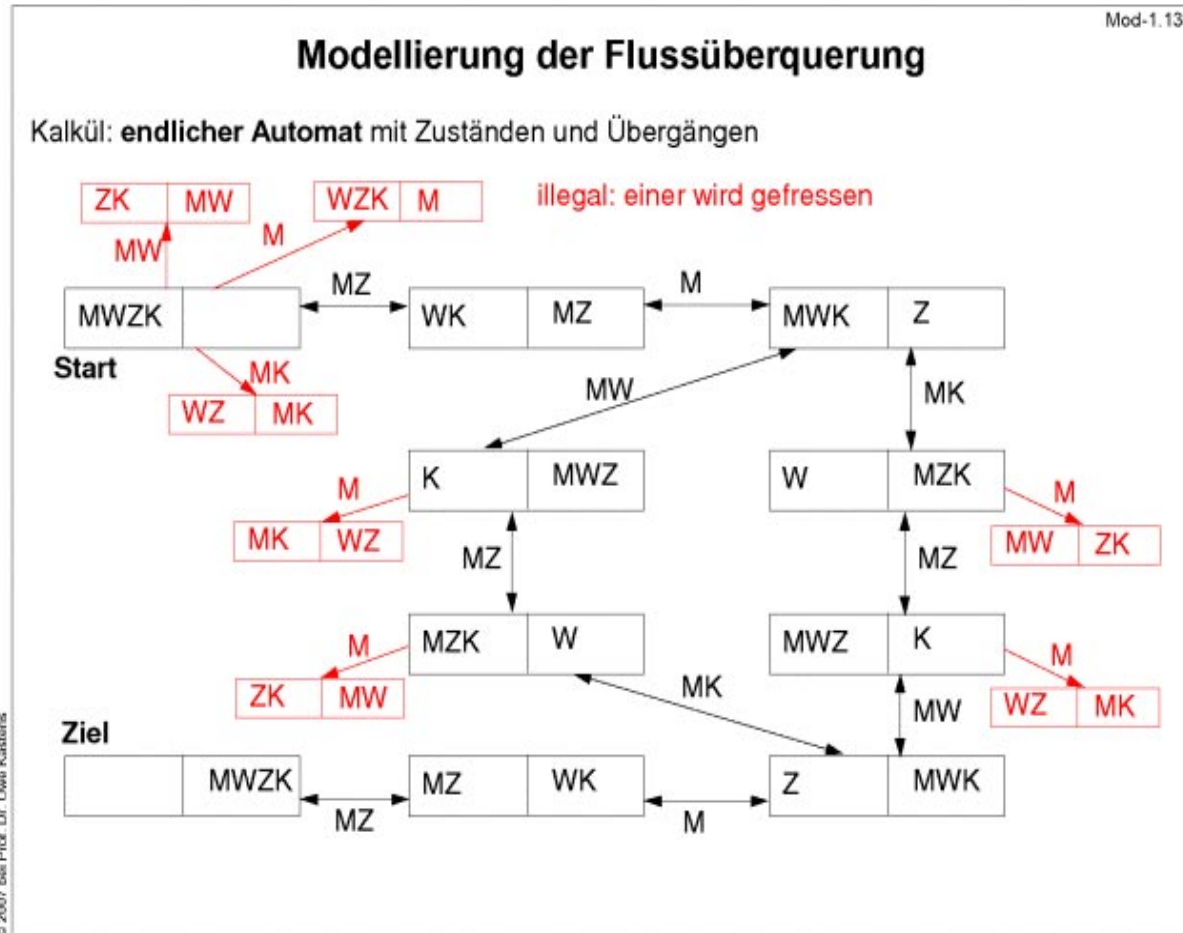
Durch **Vorrechnen** in den Übungen, Punkte aus den **Hausübungen** und den **Kurztests** kann ein Bonus erworben werden.

Damit kann die Note einer bestandenen Klausur um 1 oder 2 Notenschritte verbessert werden, z.B. von 2,3 auf 2,0 oder von 3,0 auf 2,3.

Details der Regeln findet man auf der **Organisationsseite**.

Elektronisches Skript: kommentierte Folien

Modellierung WS 2007/2008 - Folie 113



Ziele:

Prozess der Modellierung am Beispiel erkennen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu (siehe auch nächste Folie):

- Bedeutung der Graphik und der Symbole,
- Zustände und Übergänge eines endlichen Automaten (siehe Kap. 8),
- Darstellung als Graph mit Knoten und Kanten (siehe Kap. 6)
- Wertebereiche der Information zu Zuständen (siehe Kap. 2)

Verständnisfragen:

- Prüfen Sie, ob das Modell die Aufgabe korrekt und vollständig beschreibt.

Autor: Prof. Dr. Uwe Kastens

Generiert mit Camelot | Probleme mit Camelot? | Geändert am: 01.10.2007

Beispiel: Die Flussüberquerung

Aufgabe:

Ein Mann steht mit einem Wolf, einer Ziege und einem Kohlkopf am linken Ufer eines Flusses, den er überqueren will. Er hat ein Boot, das groß genug ist, ihn und ein weiteres Objekt zu transportieren, so dass er immer nur eins der drei mit sich hinübernehmen kann.

Falls der Mann allerdings den Wolf und die Ziege oder die Ziege und den Kohlkopf unbewacht an einem Ufer zurücklässt, so wird einer gefressen werden.

Ist es möglich, den Fluss zu überqueren, ohne dass die Ziege oder der Kohlkopf gefressen werden?

Quelle: Hopcroft, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie, S. 14, 15

Beispiel: Die Flussüberquerung

Aufgabe:

Ein **Mann** steht mit einem **Wolf**, einer **Ziege** und einem **Kohlkopf** am **linken Ufer** eines **Flusses**, den er **überqueren** will. Er hat ein **Boot**, das groß genug ist, **ihn und ein weiteres Objekt** zu **transportieren**, so dass er immer nur eins der drei mit sich hinübernehmen kann.

Falls der Mann allerdings den **Wolf und die Ziege** oder die **Ziege und den Kohlkopf unbewacht an einem Ufer** zurücklässt, so wird einer **gefressen** werden.

Ist es möglich, den Fluss zu überqueren, ohne dass die Ziege oder der Kohlkopf gefressen werden?

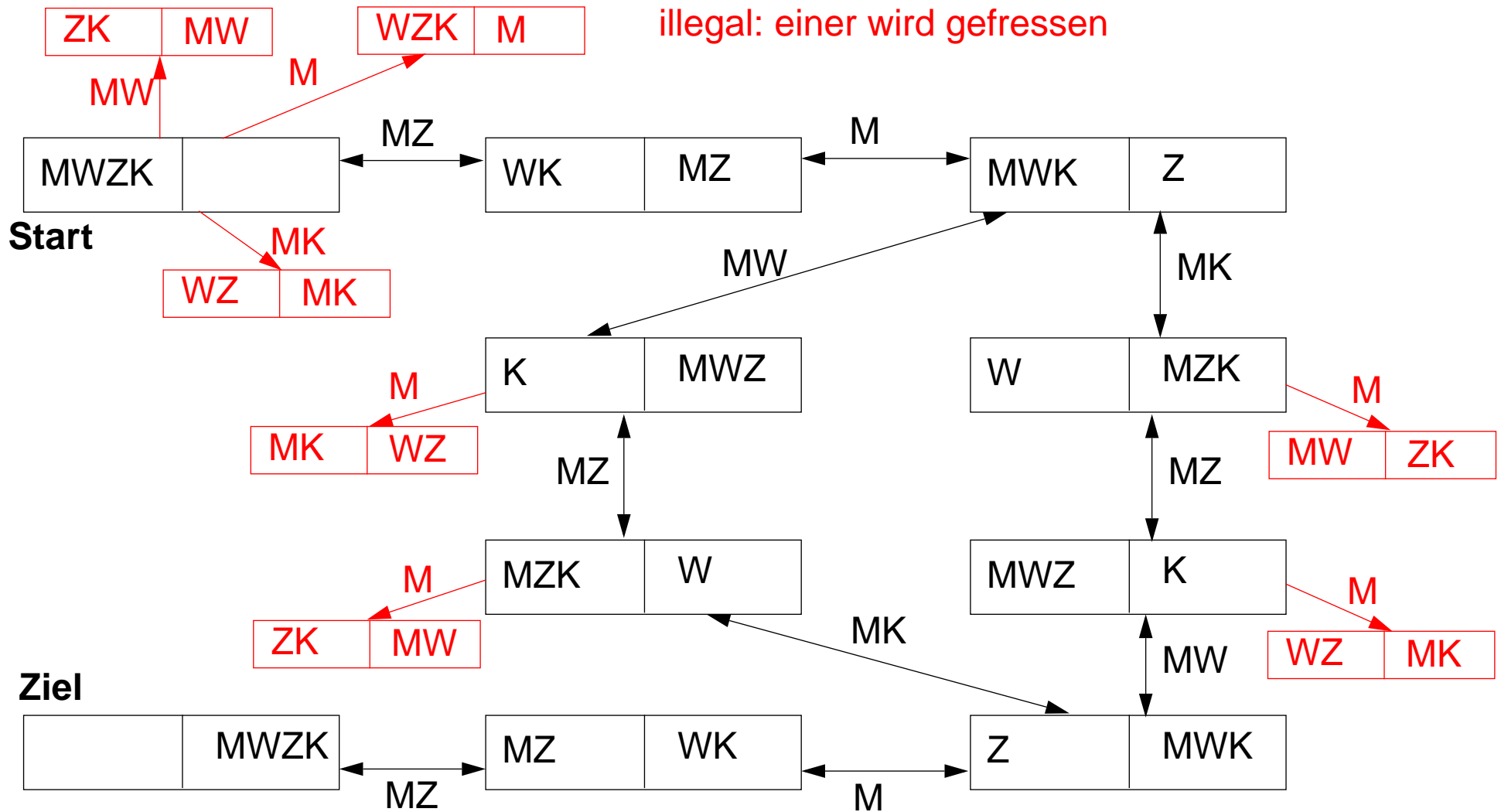
Quelle: Hopcroft, Ullman: Einführung in die Automatentheorie, formale Sprachen und Komplexitätstheorie, S. 14, 15

Erste Analyse: evtl. wichtige

- **Objekte:** **Mann, Wolf, Ziege, Kohlkopf, Ufer (links u. rechts), Fluss, Boot**
- **Eigenschaften, Beziehungen:** **unbewacht an einem Ufer, Wolf frisst Ziege, Ziege frisst Kohl, Boot trägt Mann + 1 Objekt**
- **Tätigkeiten:** **Fluss überqueren, Objekt transportieren**

Modellierung der Flussüberquerung

Kalkül: **endlicher Automat** mit Zuständen und Übergängen



Diskussion des Modellierungsbeispiels

- Modellierung von **Abläufen**, Folgen von Schritten: Kalkül endlicher Automat
- **Abstraktion**: nur die Zustände und Übergänge interessieren
- **relevante Objekte benannt**: M, W, Z, K
- jeder **Zustand** wird charakterisiert durch ein **Paar von Mengen** der Objekte, (linkes Ufer, rechtes Ufer); jedes Objekt kommt genau einmal vor
- zulässige und **unzulässige Zustände**
- **Übergänge** werden mit den transportierten Objekten beschriftet

Besonders wichtig ist, was **nicht modelliert** wurde, da es **für die Aufgabe irrelevant** ist!
z. B. die Länge des Bootes, die Breite und Tiefe des Flusses, usw.

Kreative Leistung:

- Kalkül „endlicher Automat“ wählen, Bedeutung der Zustände und Übergänge festlegen

systematische Tätigkeit:

- speziellen Automat aufstellen, Lösungsweg finden

Meist kann man Lösungen am Modell entwickeln.

Modellierungsbeispiel: Getränkeautomat

Die **Bedienung eines Getränkeautomaten** soll modelliert werden. Das Gerät soll Getränke wie Kaffee, Tee, Kakao gegen **Bezahlung mit Münzen** abgeben. Man soll **Varianten der Getränke** wählen können, z. B. mit oder ohne Milch oder Zucker. Die Modellierung soll berücksichtigen, dass im Gerät nur **begrenzte Vorräte** untergebracht werden können.

Im Rahmen der **Übungen** werden **präzisere Beschreibungen** der Bedienung und der Funktionen des Getränkeautomaten entwickelt.

Im Laufe des Semesters werden wir die jeweils gelernten **Kalküle zur Modellierung des Getränkeautomaten anwenden**. Daran werden wir erkennen, welche Kalküle sich für welche Aspekte gut eignen.



Allgemeiner Modellbegriff

- **Abbild** eines vorhandenen Originals (z. B. Schiffsmodell)
- **Vorbild** für ein herzustellendes Original (Gebäude in kleinem Maßstab; Vorbild in der Kunst)
- **konkretes** oder **abstraktes Modell** (Schiffsmodell, Rentenmodell)
- konkretes oder abstraktes **Original** (Schiff, Bevölkerungsentwicklung)

davon abweichende Bedeutungen:

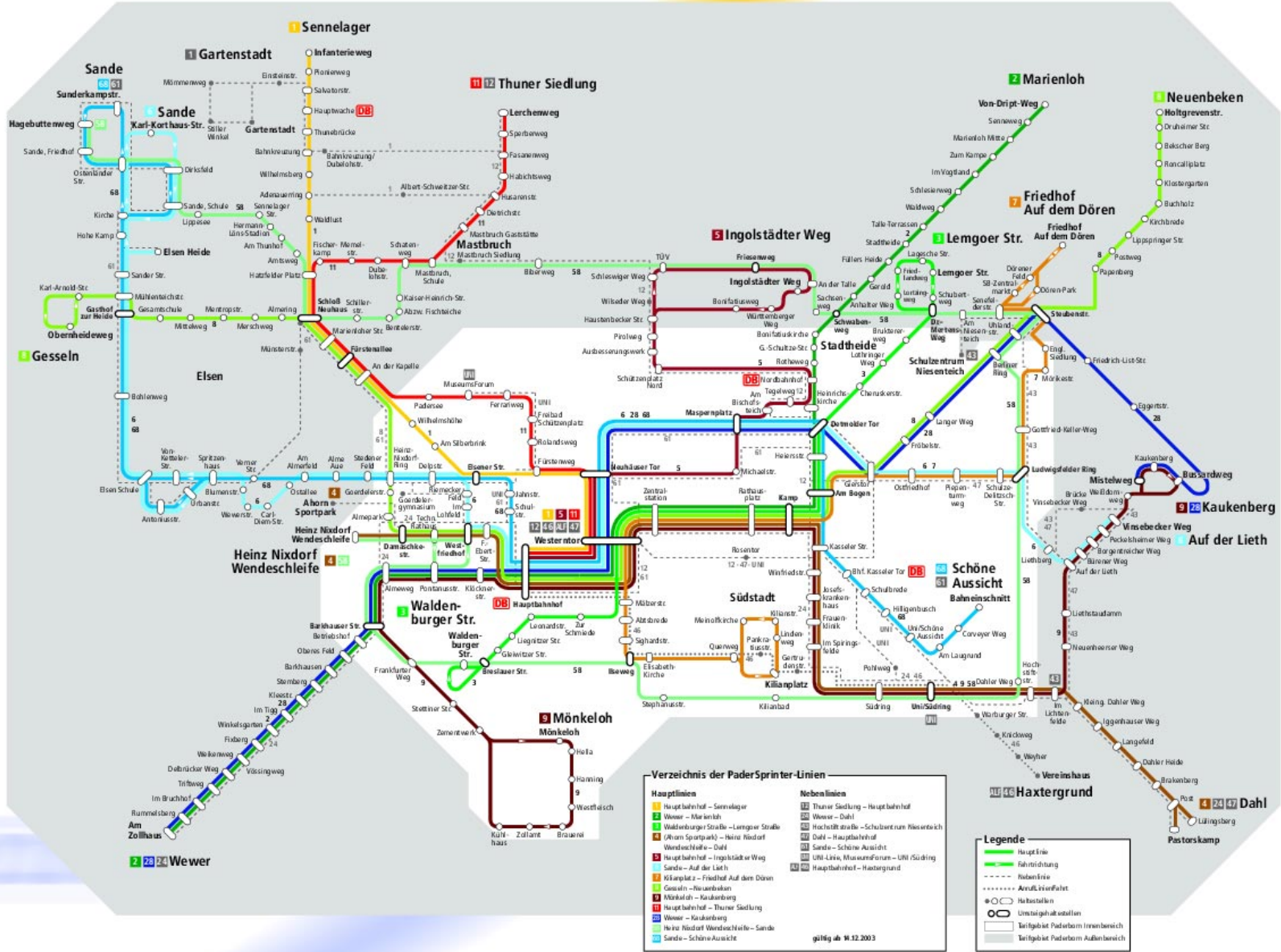
- Fotomodell: führt Mode (oder sich) vor
- Automodell: Typreihe
- in der Logik: Eine Struktur S ist ein Modell der Formeln F , wenn alle F für S gelten.

hier in der Informatik:

- **abstraktes Abbild oder Vorbild zu abstrakten oder konkreten Originalen**

Modell: Buslinienplan

PaderSprinter-Liniennetzplan



Verzeichnis der PaderSprinter-Linien

Hauptlinien	Nebenlinien
1 Hauptbahnhof – Sennelager	12 Thuner Siedlung – Hauptbahnhof
2 Wewer – Marienloh	14 Wewer – Dahl
3 Waldenburger Straße – Lemgoer Straße	16 Hochheidestraße – Schulzentrum Niesenteich
4 Ahorn Sportpark – Heinz Nixdorf Wendeschleife	17 Dahl – Hauptbahnhof
5 Hauptbahnhof – Ingolstädter Weg	18 Sande – Schöne Aussicht
6 Sande – Friedhof Auf dem Dören	19 Uni-Link, MuseumsForum – Uni Südlich
7 Gesselin – Neuenbeken	20 Hauptbahnhof – Haxtergrund
8 Mönkeloh – Kaukenberg	
9 Hauptbahnhof – Thuner Siedlung	
10 Wewer – Kaukenberg	
11 Heinz Nixdorf Wendeschleife – Sande	
12 Sande – Schöne Aussicht	

gültig ab: 14.12.2003

Legende

- Hauptlinie
- Nebenlinie
- Busrichtung
- Buslinie
- Abzweig
- Haltestellen
- Umsteigehaltestellen
- Teilgebiet Paderborn Innenbereich
- Teilgebiet Paderborn Außenbereich

Modell: Busfahrplan

4 Dahl → Im Lichtenfelde → Universität/Südring → Husener Straße → Hauptbahnhof → Westfriedhof → HN Wendeschleife

MONTAG BIS FREITAG

	5... Uhr		6... Uhr		7... Uhr		8...-14... Uhr			15... Uhr		16... Uhr		17... Uhr		18... Uhr		19... Uhr		20... Uhr		21... Uhr		22... Uhr		23... Uhr		0... Uhr		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Pastorkamp																														
Lüdingsberg																														
Dahl Post																														
Brakenberg																														
Dahmer Heide																														
Langefeld																														
Iggelhauser Weg																														
Kriegelien Dahmer Weg																														
Im Lichtenfelde	19 01	19 25	45 58	24 1	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	15 28	45 58	25 42	16 42	16 42	16 43	16 45				
Hochstraße	20 02	20 26	46 59	25 1	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	16 29	46 59	26 43	17 43	17 43	17 44	17 46				
Unr/Südring	21 03	21 27	47 00	26 1	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	17 31	47 01	27 44	18 44	18 44	18 45	18 47				
Südring	22 04	22 28	48 01	27 1	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	18 32	48 02	28 45	19 45	19 45	19 46	19 48				
Im Springsleide	23 05	23 29	49 02	28 1	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	19 33	49 03	29 46	20 46	20 46	20 47	20 49				
Frauenklinik	24 06	24 30	50 03	29 1	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	20 34	50 04	30 47	21 47	21 47	21 48	21 50				
Josefskrankenhaus	25 07	25 31	51 04	30 1	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	31 48	22 48	22 48	22 49	22 51				
Winfriedstraße	26 08	26 32	52 05	31 1	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	22 37	52 07	32 49	23 49	23 49	23 50	23 52				
Kasseler Straße	27 09	28 33	53 07	33 1	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	24 39	54 09	34 50	25 50	25 50	25 51	25 53				
Kamp	28 28	10 12	29 34	34	54 54	08 34	1 36	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25	40 40	55 10	10 25
Rathausplatz	29 29	11 13	30 35	35	55 55	09 35	1 37	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26	41 41	56 11	11 26
Zentralstation	30 30	12 14	31 36	36	56 56	10 36	1 38	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28	43 43	58 13	13 28
Westerntor	32 32	14 16	32 38	38	58 58	11 38	39 41	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30	45 45	00 15	15 30
Hauptbahnhof Paderborn	34 34	16 18	34 40	40	00 00	13 40	41 43	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32	47 47	02 17	17 32
Friedrich-Ebert-Straße	36 36	20 35	42 02	14	44 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	18 33	48 03	03 18	43 57	57 33	57					
Westfriedhof	37 37	21 36	43 03	15	45 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	19 34	49 04	04 19	44 58	58 34	58					
Technisches Rathaus	38 38	22 37	44 04	16	46 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	20 35	50 05	05 20	45 59	59 35	59					
Damaschkestraße	39 39	23 38	45 05	17	47 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	21 36	51 06	06 21	46 00	00 36	00					
HN Wendeschleife	40 40	24 39	46 06	18	48 07	1 37	1 07	1 37	52 07	1 37	52 07	1 37	52 07	1 37	52 07	1 37	52 07	1 37	52 07	1 37	52 07	07 22	47 01	01 01	01					
Aimepark																														
Ahorn Sport park																														

- A** weiter bis HN-Wendeschleife
- B** weiter als Linie 7 Kiliansplatz
- 6** Linie 8 (Gessein)
- 9** Linie 9 (Mönkeloh)

Fahrplanelklärung

12 Stundenwechsel
Der Bus wechselt hier in die nächste Stunde

S Parallelverkehr
Linien, die streckenweise auf derselben Route fahren, sind farbig gekennzeichnet.

8...-19... Uhr Stundengruppen
In diesen Stunden fährt der Bus immer zu denselben Abfahrtsminuten.

Umsteigemöglichkeiten Mo-Fr **1** → **6** Sande, **6** Auf der Lieth, **28** Wewer, **28** Kaulenberg
(Anschlusszeit < 10 Min.)

Modellbegriff im allgemeinen Lexikon

Modell [italien., zu lat. *modulus* „Maß, Maßstab“], allg. Muster, Vorbild, Entwurf.

▷ Mensch (auch Tier), der (das) als Vorbild für künstler. Studien oder Kunstwerke dient („sitzt“).

▷ in der *Bildhauerei* meist in verkleinerter Form ausgeführter Entwurf einer Plastik oder Tonarbeit, die in Bronze gegossen werden soll. – † Architekturmodell.

▷ in der *Modebranche* Bez. für 1. ein nur einmal oder in eng begrenzter Anzahl hergestelltes Kleidungsstück

▷ im *Sprachgebrauch verschiedener Wiss.* (Philosophie, Naturwiss., Soziologie, Psychologie, Wirtschaftswiss., Politikwiss., Kybernetik u. a.) ein Objekt materieller oder ideeller (Gedanken-M.) Natur, das von einem Subjekt auf der Grundlage einer Struktur-, Funktions- oder Verhaltensanalogie für ein anderes Objekt (*Original*) eingesetzt und genutzt wird, um Aufgaben zu lösen, deren Durchführung unmittelbar am Original selbst nicht möglich bzw. zu aufwendig ist (z. B. Flugzeug-M. im Windkanal). Die **Modellmethode** vollzieht sich in vier Schritten: 1. Auswahl (Herstellung) eines dem [geplanten] Original entsprechenden M.; 2. Bearbeitung des M., um neue Informationen über das M. zu gewinnen (**Modellversuch**; † Ähnlichkeitsgesetze); 3. Schluß auf Informationen über das Original (meist Analogieschluß); ggf. 4. Durchführung der Aufgabe am Original. Infolge der Relationen zw. Subjekt, Original und M. (**Modellsystem**) ist ein M. einsetzbar u. a. zur Gewinnung neuer Informationen über das Original (z. B. Atom-M.), zur Demonstration und Erklärung (z. B. Planetarium), zur Optimierung des Originals (z. B. Netzplan), zur Überprüfung einer Hypothese oder einer techn. Konstruktion (z. B. Laborversuch). – Abweichend von diesem M.begriff versteht die *mathemat. Logik* unter M. eine Interpretation eines Axiomensystems, bei der alle Axiome dieses Systems wahre Aussagen darstellen. Diese **Modelltheorie** liefert grundlegende Verfahren zur Behandlung von Fragen der Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und Definierbarkeit.

Wissenschaften
einschließlich
Informatik

mathematische
Logik

aus
Meyers Neues Lexikon, in zehn Bänden,
Meyers Lexikonverlag, 1993

Modellbegriff im Lexikon der Informatik

Modell → *Gegenstandsraum*

Modell (allgemeiner Begriff)

Teilgebiet: Modellierung
model (in general)

Während wir in den Formalwissenschaften wie Mathematik oder Physik einen präzisen Gebrauch des Wortes „Modell“ (→ *Gegenstandsraum*) vorfinden, wird das Modell-Denken in den Sozialwissenschaften weitgehend durch einen vagen Gebrauch des Ausdrucks „Modell“ gekennzeichnet. Folgende Begriffe, die sich in ihrer Intention oft stark unterscheiden, dürften die gebräuchlichsten Verwendungsweisen sein:

1. *Modell in der mathematischen Logik*
2. Modell als Bezeichnung für Theorien schlechthin
3. Modell als Resultat der Abbildung der Wirklichkeit.

Weitere Klassifizierungskriterien (→ *Klassifizierung*²) lassen sich nach dem Zweck, der mit den einzelnen Modellen verfolgt wird angeben (siehe Abb. S. 512).

Modell als Theorie schlechthin (2) findet sich häufig im verbalen Sprachgebrauch der Sozialwissenschaften. Insbesondere jene Teilklassen von Theorien, die mathematisiert, quantifiziert bzw. formalisiert sind, werden allgemein als Modell bezeichnet. Beispiele sind Preismodell, Rentenmodell.

Modelle als Abbild der Realität (3) stellen eine umfangreiche, sehr heterogene Klasse dar. Hierbei bilden die Beschreibungen ohne Verwendung einer Sprache, meist auf ein handliches Maß verkleinerten Nachbildungen eines vorgestellten Originals, die bekannteste Art von Modellen. Diese werden, wie z.B. der Globus, auch als ikonische oder materiale Modelle bezeichnet. *Stübel*

Modell in der mathematischen Logik

Teilgebiet: Logik
model

Es gibt zwei unterschiedliche Definitionen für Modelle der mathematischen *Logik*:

- a) Eine Struktur Σ heißt Modell einer Formelmengens X , wenn jede Formel aus X in Σ gültig ist.
- b) Das Paar (I, ζ) , bestehend aus einer Interpretation I und einer *Belegung* ζ , heißt Modell einer Formelmengens X , wenn jede Formel aus X bei I und ζ wahr ist.

Für Mengen X von Aussagen, also Formeln ohne freie Variablen, sind beide Definitionen gleichwertig, da dann die Belegung keine Rolle spielt.

Die Modelltheorie beschäftigt sich mit gegenseitigen Beziehungen zwischen Aussagen formalisierter Theorien und mathematischen Strukturen, in denen die Aussagen gelten.

Müller; Stübel

Modell, abstrakt symbolisches

Teilgebiet: Modellierung
abstract symbolic model

Eine vor allem in der Betriebswirtschaft sehr verbreitete Klasse von Modellen bilden die abstrakt symbolischen Abbilder eines Realitätskomplexes. Dabei kann es sich sowohl um rein verbale Reproduktionen eines Systems handeln als auch um ein künstliches Sprachsystem, das durch zunächst inhaltsleere symbolische Zeichen und syntaktische (→ *Syntax von Programmiersprachen*) Regeln gekennzeichnet ist. *Stübel*

aus

H-J. Schneider: Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung, 3. Aufl., Oldenbourg Verlag, 1991

Zweck des Modells

Der **Verwendungszweck** bestimmt die Art des Modells! z. B.

- Gebäudemodell: optischer Eindruck
- Grundriss: Einteilung des Grundstückes und der Räume
- Kostenplan: Finanzierung
- Gewerkeplan: Bauabwicklung

Nur was **für den Zweck relevant** ist, wird modelliert!

Vollständige Modellierung des Originals ist nicht sinnvoll.

Für den Zweck die jeweils passende Modellierungsmethode (Kalkül) verwenden!

Arbeiten mit dem Modell

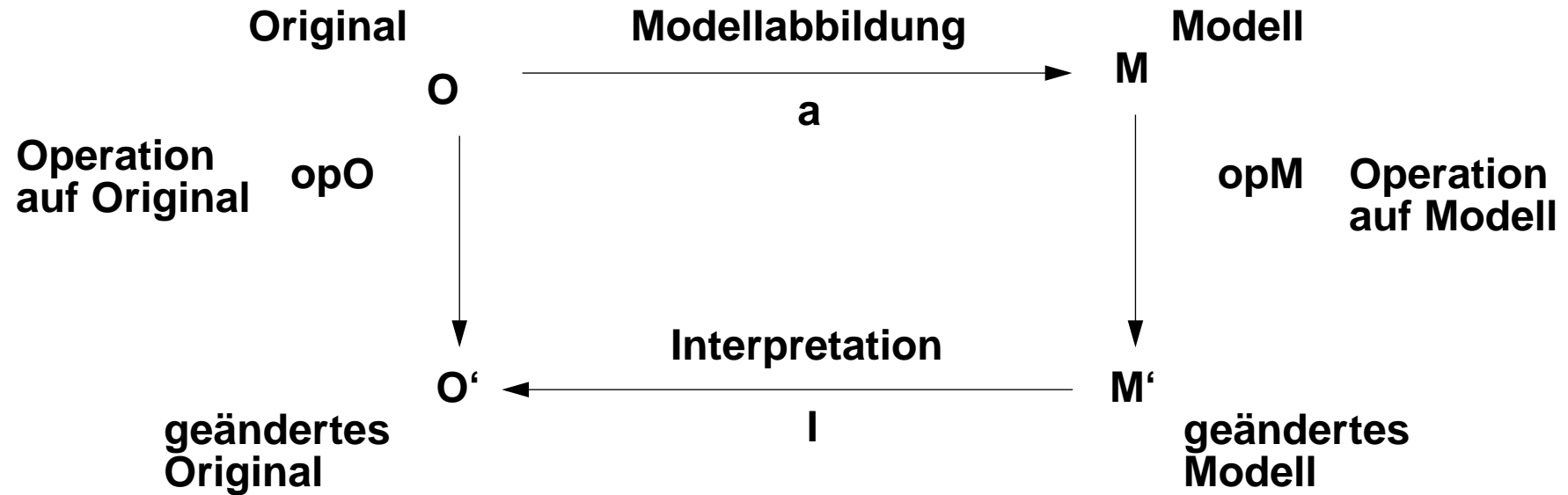
- **Operationen, die man am Original nicht durchführen kann**
z. B. neue Flügelform im Windkanal oder in der Computer-Simulation erproben
- Bestimmte Aspekte eines **komplexen Gebildes untersuchen und verstehen**,
z. B. Geschäftsabläufe in einer Firma
- **Verständigung zwischen Auftraggeber und Hersteller** des Originals,
z. B. Hausbau, Software-Konstruktion
- Fixieren von **Anforderungen für die Herstellung** des Originals,
Software: Requirements, Spezifikation

Modell validieren:

Nachweisen, dass die

relevanten Eigenschaften des Originals korrekt und vollständig im Modell erfasst sind und darüber Einvernehmen herstellen.

Bezug zwischen Original und Modell



Für alle relevanten Operationen muss das Diagramm kommutieren, d. h.

$$\text{opO} (O) = \text{I} (\text{opM} (a (O)))$$

Die Operation auf dem Original entspricht der Interpretation der Operation auf dem Modell.

Modellierte Aspekte

Ein Modell beschreibt nur bestimmte Aspekte des Originals und seiner Teile:

- **Struktur**, Zusammensetzung des Originals (z. B. Organisationsschema einer Firma)
- **Eigenschaften** von Teilen des Originals (z. B. Farbe und Wert einer Spielkarte)
- **Beziehungen** zwischen Teilen des Originals
(z. B. Abhängigkeiten der Gewerke beim Hausbau)
- **Verhalten** des Originals unter Operationen (z. B. Zugfolge bei der Flussüberquerung)

Zur Modellierung bestimmter Aspekte eignen sich bestimmte Methoden und Kalküle:

- **Struktur**: Wertebereiche, Entity-Relationship, KFG, Klassifikation, Typen
- **Eigenschaften**: Logik, Relationen
- **Beziehungen**: Graphen, Relationen, Logik, Entity-Relationship
- **Verhalten**: endliche Automaten, Petri-Netze, Algebren, Graphen

Deklarative oder operationale Beschreibung

Deklarative Beschreibung des Modells
macht Aussagen über Aspekte des Originals.

Operationale Beschreibung des Modells
gibt an, wie sich das Original unter bestimmten Operationen verhält.

Beispiel Balkenwaage:



deklarativ:

Die Waage ist im Gleichgewicht, wenn sich die Gewichte umgekehrt proportional zu den Längen der Balken verhalten: $x * a = y * b$.

operational:

Erst lege ich auf den Balken der Länge a ein Gewicht x; dann lege ich auf den Balken der Länge b ein Gewicht $y = x * a / b$; danach ist die Waage wieder im Gleichgewicht.

deklarativ:

Aussagen meist allgemein gültig,
auf die Aufgabe bezogen,
ohne redundante Abläufe

operational:

häufig nur Beispiele, unvollständig,
legt eine Lösung nahe (fest),
erzwingt Nachvollziehen von Abläufen