

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>

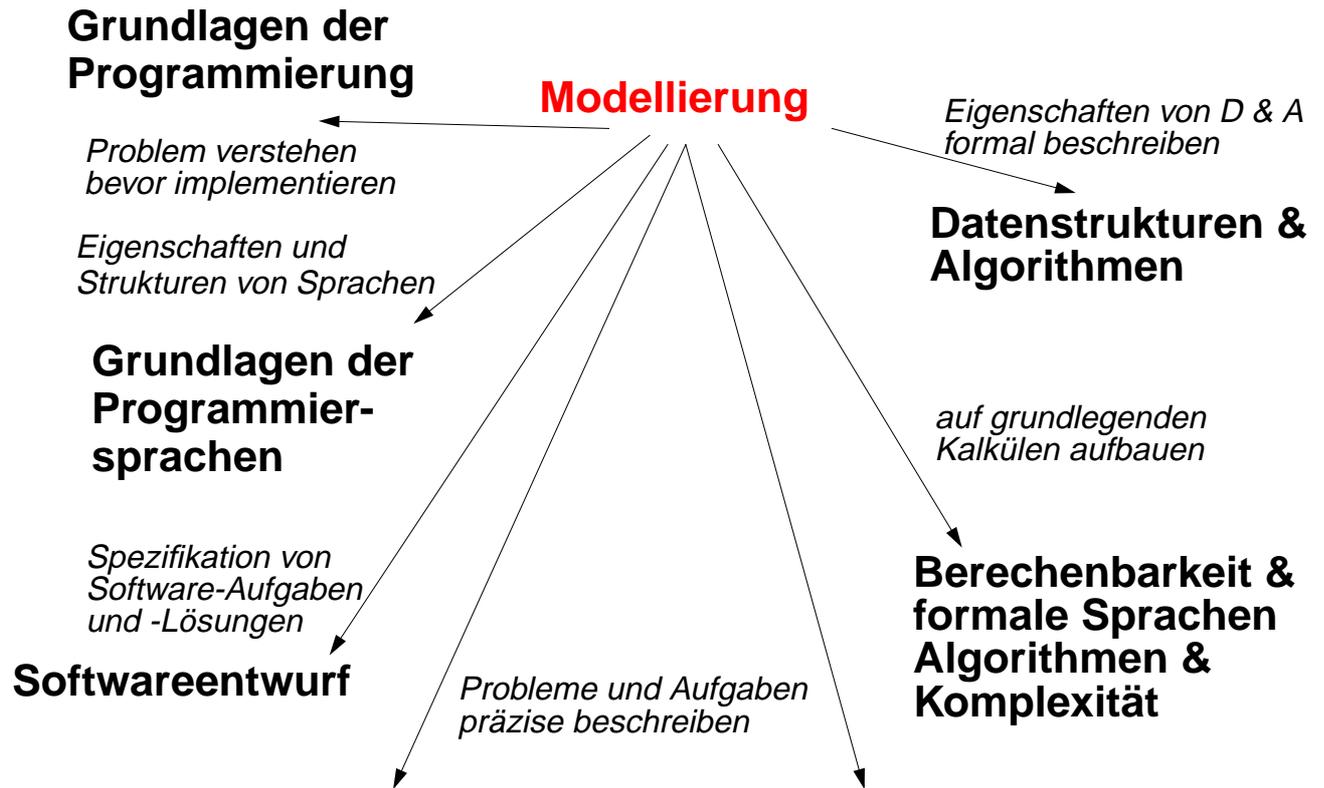
Das Buch zur Vorlesung:

- **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

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

UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

Fachgruppe Kastens > Lehre > Modellierung WS 2011/12

Folien Aufgaben Organisation Hinweise Mein koaLA SUCHEN: <input type="text"/>	Vorlesung Modellierung WS 2011/12 <table border="1"> <tr> <th>Vorlesungsfolien</th> <th>Übungsaufgaben</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Kapitelübersicht Folienverzeichnis Drucken </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Aufgabenblätter Drucken </td> </tr> <tr> <th>Organisation</th> <th>Wissenswertes</th> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Personen, Termine, Regeln Aktuelles </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Ziele Literatur Links </td> </tr> </table>	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
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:

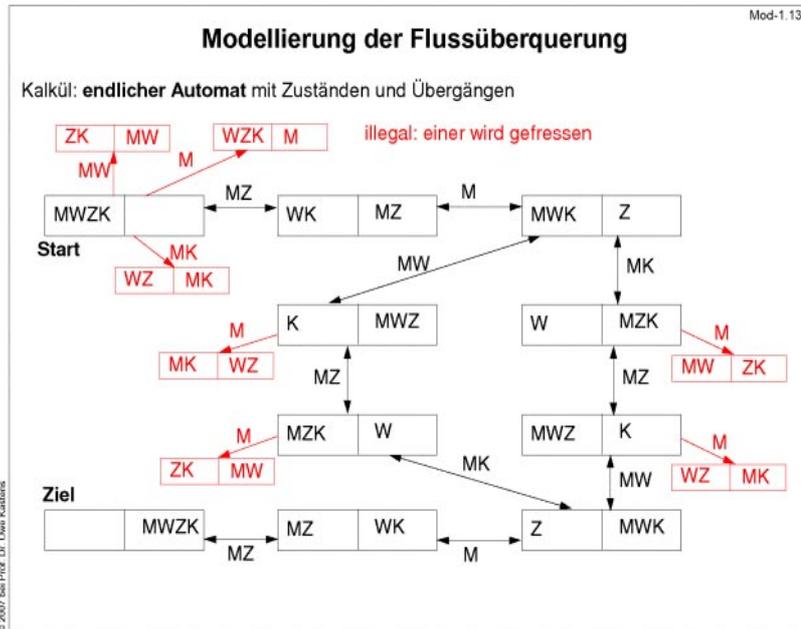
Durch **Vorrechnen** in den Übungen, Punkte aus den **Hausübungen** und den **Kurztests** kann ein Bonus erworben werden.

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



Autor: Prof. Dr. Uwe Kastens

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

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.

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

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.



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 Formelmengemenge 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 Formelmengemenge 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!

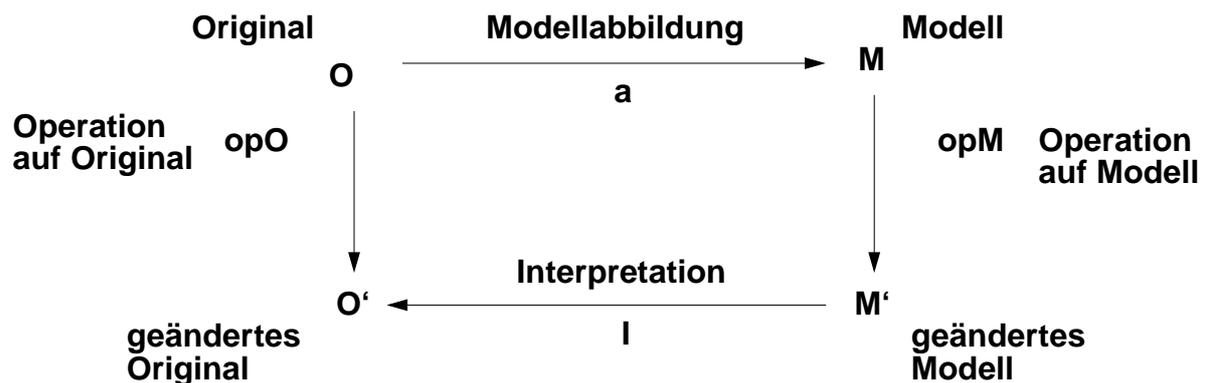
Arbeiten mit dem Modell

- **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.

$$opO(O) = I(opM(a(O)))$$

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: $x \cdot a = y \cdot b$.

operational:

Erst lege ich auf den Balken der Länge a ein Gewicht x ; dann lege ich auf den Balken der Länge b ein Gewicht $y = x \cdot a / b$; 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