

# *Algorithmen und Datenstrukturen*

Algorithmen und Datenstrukturen

2. Foliensatz, 20.10.2005

Wintersemester 2005/2006

Konzepte zur Modellierung

# *Konzepte zur Modellierung*

- Übersicht
  - Begriffe
    - Modell
    - Information
  - Art realer Systeme
    - Beispiele
  - Information
    - wie exakt fassbar
    - Zusammenhang zu Nachricht / Datum
    - Einblick in klassische Informationstheorie

# ***Konzepte zur Modellierung***

- System und Modell
  - Übersicht
    - Grundbegriffe
    - Güte eines Modells
    - Grenzen der Modellierbarkeit
    - Verhältnis zwischen Informatik und Mathematik

# ***Konzepte zur Modellierung***

- Grundbegriffe zur Modellierung
  - Ein System (*system*) ist eine räumlich abgeschlossene, logisch zusammengehörende und zeitlich begrenzte Einheit, die voneinander abhängende Komponenten umfasst.

# ***Konzepte zur Modellierung***

- Grundbegriffe zur Modellierung
  - Beispiele für Systeme
    - Sonnensystem
    - Gemeinwesen
    - Geodäsie (geodesy) – Vermessungskunde
    - Unternehmen
    - Maschine
    - Atom

# *Konzepte zur Modellierung*

- Grundbegriffe zur Modellierung
  - Wissenschaft kann System nicht exakt beschreiben
    - weder geistige Kraft des Menschen
    - noch von Menschen geschaffenen Methoden oder Maschinen
  - das Wesentliche heraussondern
    - allgemeine Begriffe und Gesetzmäßigkeiten eines Systems
    - Abstraktion
      - Merkmale beschreiben Zustand eines Systems
      - Beziehungen zwischen Merkmalen
        - Abhängigkeiten

# ***Konzepte zur Modellierung***

- Definition
  - Abstraktion
    - Vereinfachung eines realen Systems
    - Reduzierung auf relevante Teile
  - Modell (model)
    - Zusammenfassung von Merkmalen eines realen (oder empirischen) künstlichen Systems
    - Beziehungen zwischen diesen Merkmalen
  - Merkmal
    - Komponente eines Systems,
    - verschiedene Ausprägungen
  - Merkmalsausprägung
    - eine von mehreren möglichen Ausprägungen eines Merkmals, häufig ein Zahlenwert oder ein anderer Wert (value)
  - Merkmalsveränderung
    - Methode (method)

# ***Konzepte zur Modellierung***

- Definition

<b>Realität</b>	<b>Abstraktion</b>
System	Modell
Merkmal	Attribut
Merkmalsausprägung	Wert
Funktionalität	Methode



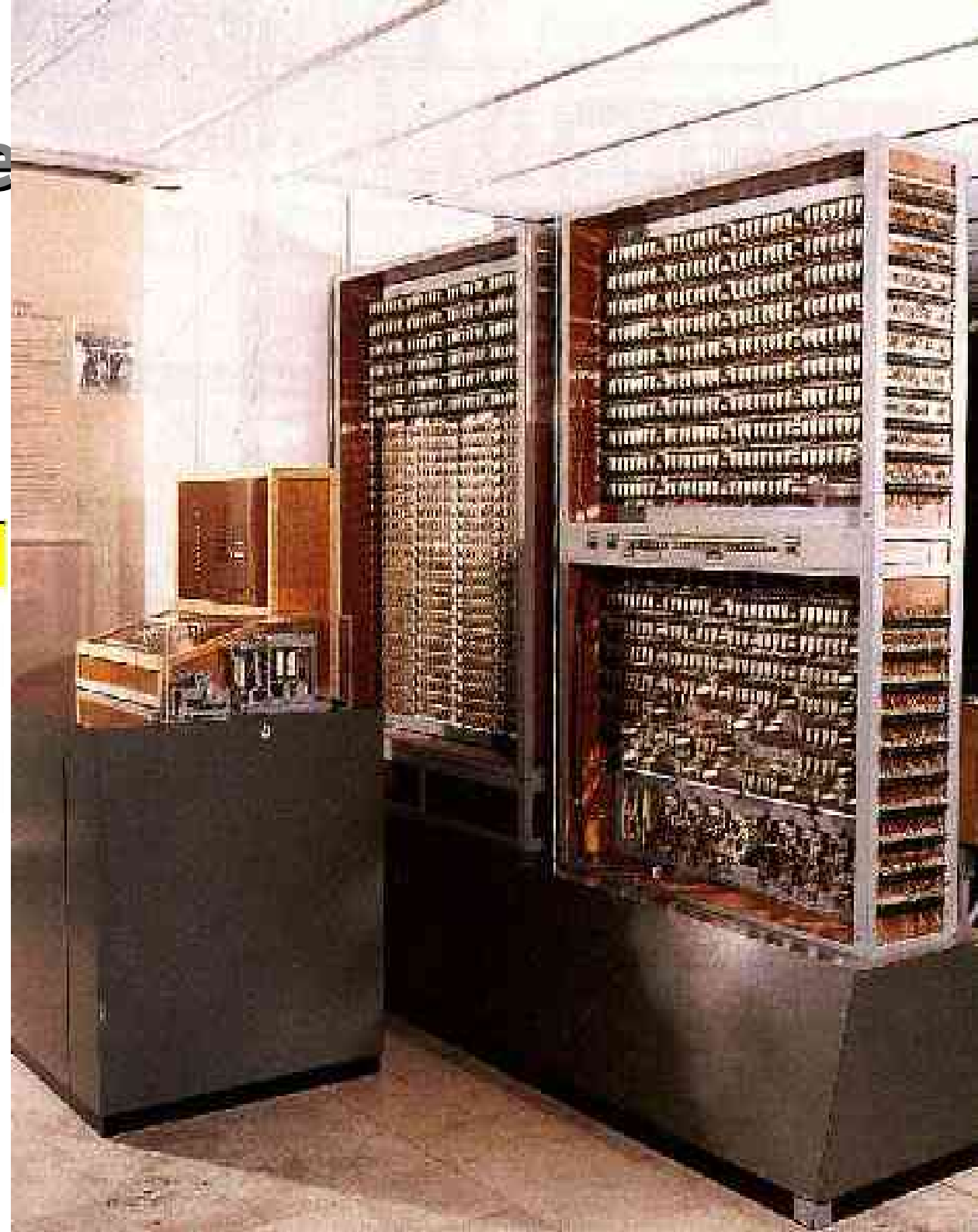
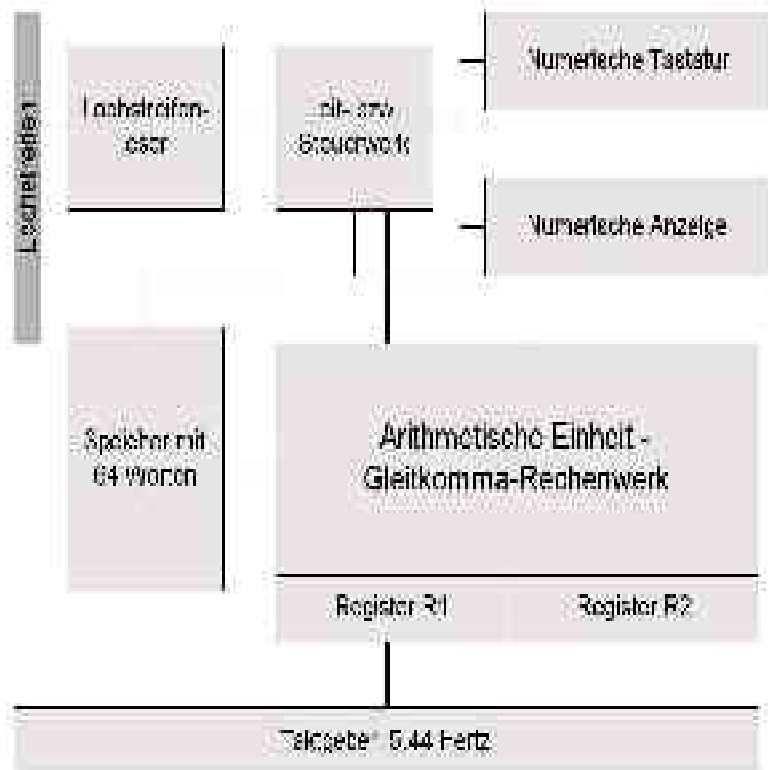
# *Konzepte zur Modellierung*

- Beispiel
  - Planetensystem
    - Stoßen zwei Körper zusammen, schlägt Planetoid auf Jupiter ein?
    - Wann gibt es eine Sonnenfinsternis?
    - Welche Bahn zieht ein Meteor?
  - Zustand einer Volkswirtschaft
    - Kann eine Volkswirtschaft unbeschränkt wachsen, gibt es Grenzen des Wachstums?
      - Bericht des *Club of Rome* zur Lage der Menschheit 1973.
    - Auswirkungen des Bevölkerungswachstums auf Ernährung
    - volkswirtschaftliche Kennzahlen
      - Inflationsrate
      - Bruttosozialprodukt
    - Auswirkungen von Steuer- oder Gesetzesänderungen

# Konzepte

- Z3, Nachbau

## Blockschaltbild der Z3



# ***Konzepte zur Modellierung***

- Komplexität eines Modells bedingt Methoden, mit denen es behandelt werden kann.
  - Planeten
    - zwei Planeten seit Newton mathematisch exakt beschreibbar
    - bei drei Planeten grundsätzlich nicht mehr möglich
    - Simulation mit Computer
  - Volkswirtschaftliche Zusammenhänge
    - komplexe Differenzengleichungen
    - nur im einfachsten Fall mathematisch exakt lösbar
    - Simulationen mit Computern
  - Technische Systeme wie Brücken oder Gebäude
    - aufwändige statische Berechnungen
      - Verstärkung eines Bauteils verändert Gewicht der Konstruktion
      - Konrad Zuse hat zur Berechnung solcher Vorgänge die erste elektromechanische Rechenmaschine konstruiert und gebaut, welche ihm die aufwendige und fehleranfällige baustatische Rechnerei abnehmen sollte.

# *Konzepte zur Modellierung*

- Dr. Konrad Zuse (1910-1995)



- Z1 in der elterlichen Wohnung in Berlin 1936



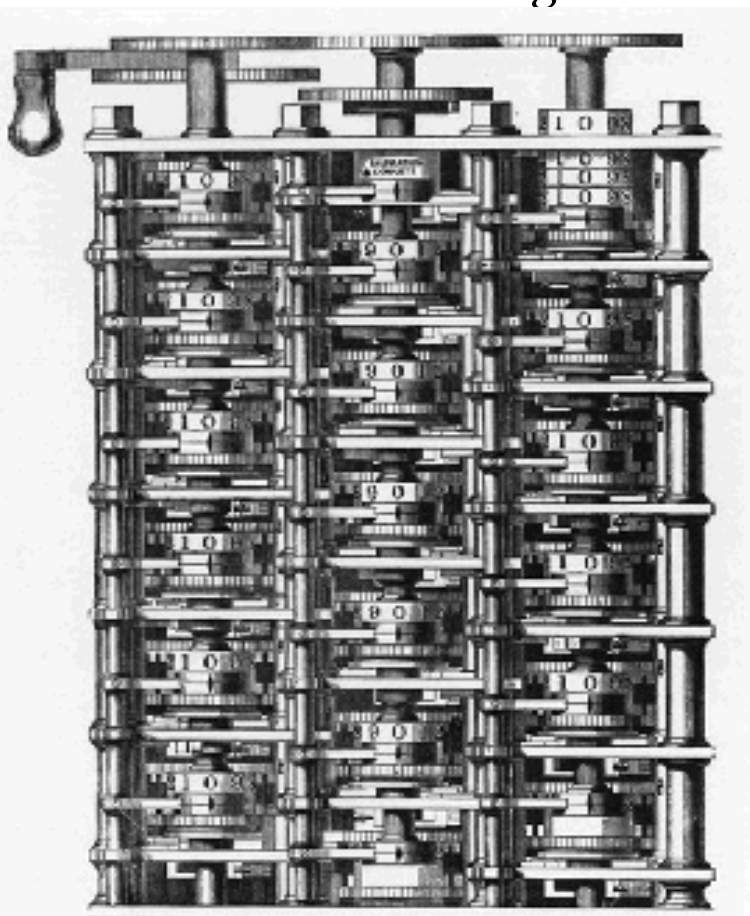
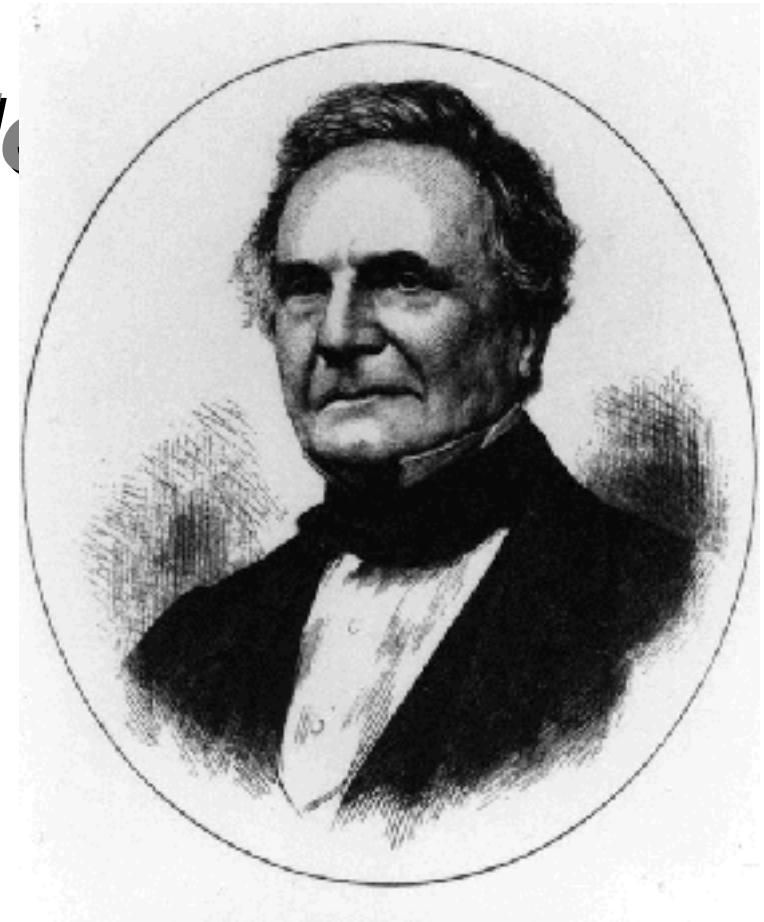
Originalbauteil



# Konzepte zur Mode

- Charles Babbage (1791-1871)

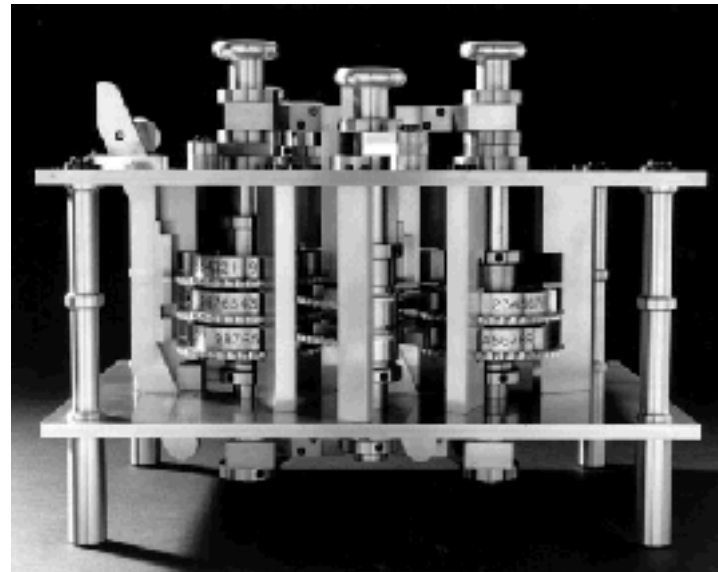
- Difference Engine No. 1



R. W. Babbage, del.

Engraving from a woodcut of a small portion of Mr. Babbage's Difference Engine No. 1, the property of Government, at present deposited in the Museum at South Kensington.

It was constructed 1833.  
This portion put together 1888.  
The construction abandoned 1842.  
This plate was printed June, 1883.  
This portion was in the Exhibition 1884.



Difference Engine No. 2

# *Güte eines Modells*

- Güte eines Modells
  - grundlegende Fragestellung der Wissenschaftstheorie
    - seit Aristoteles
  - Verschiedene Schulen
    - analytische Wissenschaftstheorie
      - neopositivistische Ausprägung
      - kritisch-rationalistische Ausprägung
    - anarchistische Erkenntnistheorie (Feyerabend)
      - lehnt rationale Methodologie ab
      - Statt dessen Kreativität und Spontaneität
    - neomarxistischen Wissenschaftstheorie (Adorno, Habermas)
      - lehnt jede wertfreie Wissenschaft als Objektivismus ab
      - weil sie nicht "realen gesellschaftlichen Aufgaben" angemessen berücksichtigt
    - kritischer Rationalismus nach Karl Popper [Popper89].

# *Güte eines Modells*

- Informatik als Modellierungstechnik für reale Systeme
  - Informatik  
Modell verhält sich wie das modellierte empirische System.
  - Mathematik  
Korrektheit (richtige) Ableitung aus Axiomen
    - Korrektheitsproblematik durch Axiomatik nur transferiert
  - Geistes- oder Sozialwissenschaften!
    - was wird jeweils unter Korrektheit verstanden?
  - "korrekte Aussage" in vielen Wissenschaften
    - nur in einer sehr beschränkten Idealumgebung,
    - kann sich von praktischer Alltagswelt stark unterscheiden
- Modell eines realen Systems soll Verhalten des Systems erklären
  - Zeigt Modell ähnliches Verhalten wie System, so wird man intuitiv annehmen, dass das Modell das System gut beschreibt

# *Güte eines Modells*

- Modell eines realen Systems soll Verhalten des Systems erklären
  - Zeigt Modell ähnliches Verhalten wie System, so wird man intuitiv annehmen, dass das Modell das System gut beschreibt
- Induktion (*induction*)
  - Kernfrage der kritischen Wissenschaftsphilosophie seit David Hume, 1711-1776
- Allgemeines Induktionsprinzip
  - Wie lässt sich aus singulären Aussagen (d.h. Einzelbeobachtungen) auf allgemeine Gesetze schließen?
  - Kritischer Rationalismus verneint die Existenz eines solchen allgemeinen Induktionsprinzip





# Güte eines Modells

- Kritischer Rationalismus verneint Existenz eines solchen allgemeinen Induktionsprinzips
  - keine Möglichkeit Korrektheit eines Modells zu verifizieren.
  - jede Übereinstimmung zwischen Modell und realem System könnte nur zufällig sein
  - muss sich nicht in der Zukunft wiederholen
  - Es kann keine korrekten Modelle realer Systeme geben
- Vorgehen nach Karl Raimund Popper (1902-1994)
  - Positive Aussage über ein Modell
    - "Das Modell verhält sicher immer so und so!"
  - Gegenaussage (Basissatz)
    - "Das Modell verhält sich einmal nicht so und so!"
  - Gegenaussage soll verifiziert werden.
    - Ist Gegenaussage stets falsch, so gilt die ursprüngliche Aussage als **nicht widerlegt**.



# *Güte eines Modells*

- Beispiel
  - Aussage: "Wasser kocht bei 100 °C"
  - Negative Aussage: "Wasser kocht (einmal) bei einer anderen Temperatur als 100 °C"
    - durch Experiment beweisen.
    - schlagen alle Experimente fehl, so kann Negation der Aussage als richtig angenommen werden.
- Logik der Argumentation ...
  - (All-) Aussage: "Wasser kocht immer bei 100° C"
  - Negative Aussage (Basisatz): "Es gibt eine Situation, bei der Wasser nicht bei 100° C kocht".
    - Basisatz ist durch Experimente zu verifizieren
    - Ist das nicht möglich, wird "All-Aussage" als nicht widerlegt, als akzeptabel angenommen.
- liefert mögliche Aussage über Korrektheit eines Modells

# *Güte eines Modells*

- Beispiel
  - Newtonsche Mechanik
  - Einsteinschen Relativitätstheorie
  - Die Evolutionstheorie nach Darwin
    - "erbliche Variabilität" der Individuen einer Art
    - Evolution: Selektion der bestangepassten Individuen einer überbevölkerten Population.
    - Mendelsche Gesetze
    - Huxleys genetische Evolutionstheorie
- Siehe auch Vorlesungen zur allgemeinen Wissenschaftstheorie.
  - „Essay über Formale Semantik“