

# Vorlesung "Software-Engineering"

---

Prof. Ralf Möller, TUHH, Arbeitsbereich STS

Übung: Miguel Garcia

## ■ Voraussetzungen:

### ■ Diskrete Mathematik:

- | Mengenlehre, Relationenbegriff, Funktionsbegriff

- | Elementare Logik

### ■ Programmiermethodik

### ■ Informatik für Ingenieure I+II

### ■ Datenbanken und Informationssysteme

# Organisatorisches

---

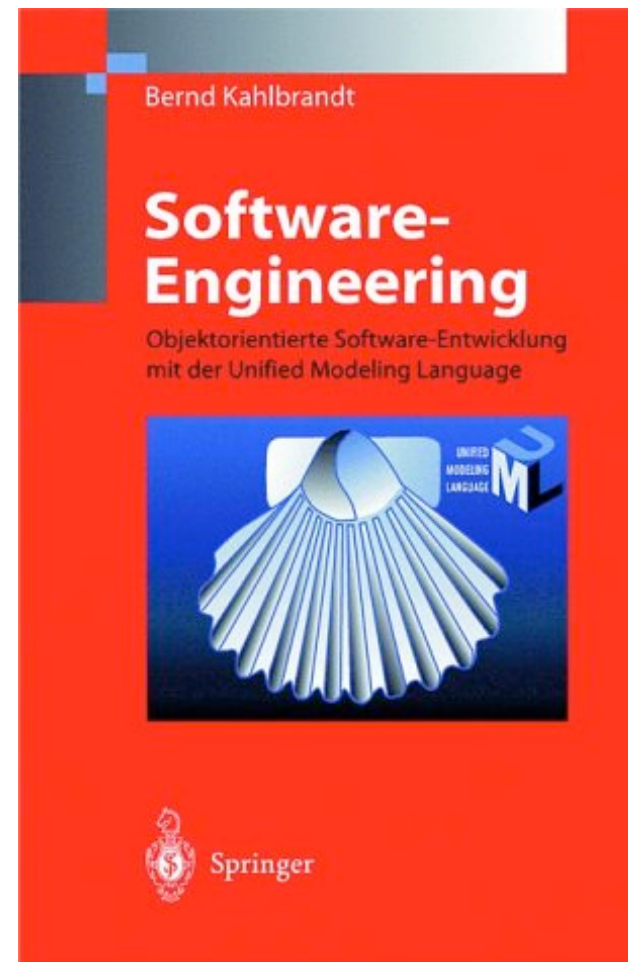
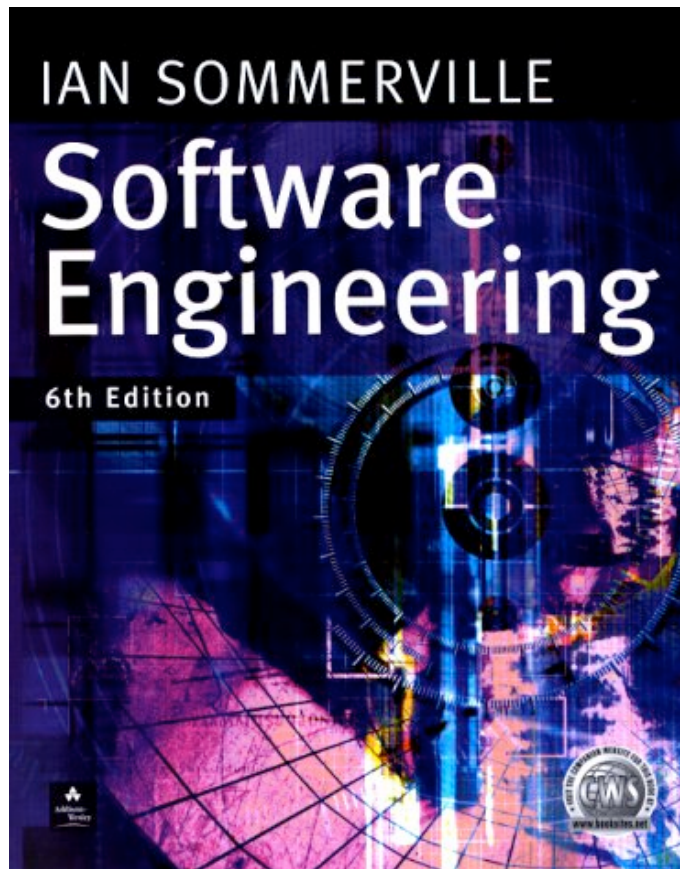
- Sprechstunde: n.V.
- Klausur
  - Wann? Am Ende des Semesters
  - Wie lernt man für dieses Fach?
    - Wiedergeben
    - Anwenden
    - Übertragen
- Web-Seite:
  - <http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/lectures/se-ss-04.html>

# Literatur, Details und Zusatzinformationen



# Literatur (2)

---



# Vorlesung "Software-Engineering"

---

- Lernziele der Vorlesung allgemein:
  - Fundamente: Überblicke, Grundprinzipien über die systematische, ingenieurmäßige Softwareentwicklung
  - Grundlagen der Informatik: Techniken und Methoden der SW-Entwicklung
- Lernziele heute:
  - Einführung in das Gebiet "Software-Engineering"
  - Grundlagen und Probleme
  - Software-Qualität

# Anfänge der Software-Entwicklung

---

- Geringe Rechnerleistung
- Überschaubare Problemstellungen
- Bekannte Algorithmen (meist mathematisch/naturwissenschaftlich)
- Software-Entwicklung = Programmierung
- Wenige Benutzerinteraktion ("Batch-Verarbeitung")
- Wenige Programmierfehler
- Forderung nach Effizienz
- Programmierer = Benutzer = Spezialisten
- Seltener, isolierter Einsatz



Software-Engineering  
nicht notwendig

# Veränderung der Software-Entwicklung

---

- Stark wachsende Leistungsfähigkeit der Hardware
- Immer komplexere Aufgabenstellungen
- Erarbeitung neuer, nicht-numerischer Algorithmen
- Dialogbetrieb, Interaktivität der Programme
- Statt einzelner Programme große, verflochtene Programmsyst.
- Verteilte Anwendungen, Client-Server-Architekturen
- Multi-Tier-Architekturen
- Zunehmende bewährte Altsysteme
- Zunehmende Abhängigkeit von DV-Systemen, sicherheitskritische Anwendungen



Veränderung der  
Software-Entwicklung

# Veränderung der Software-Entwicklung

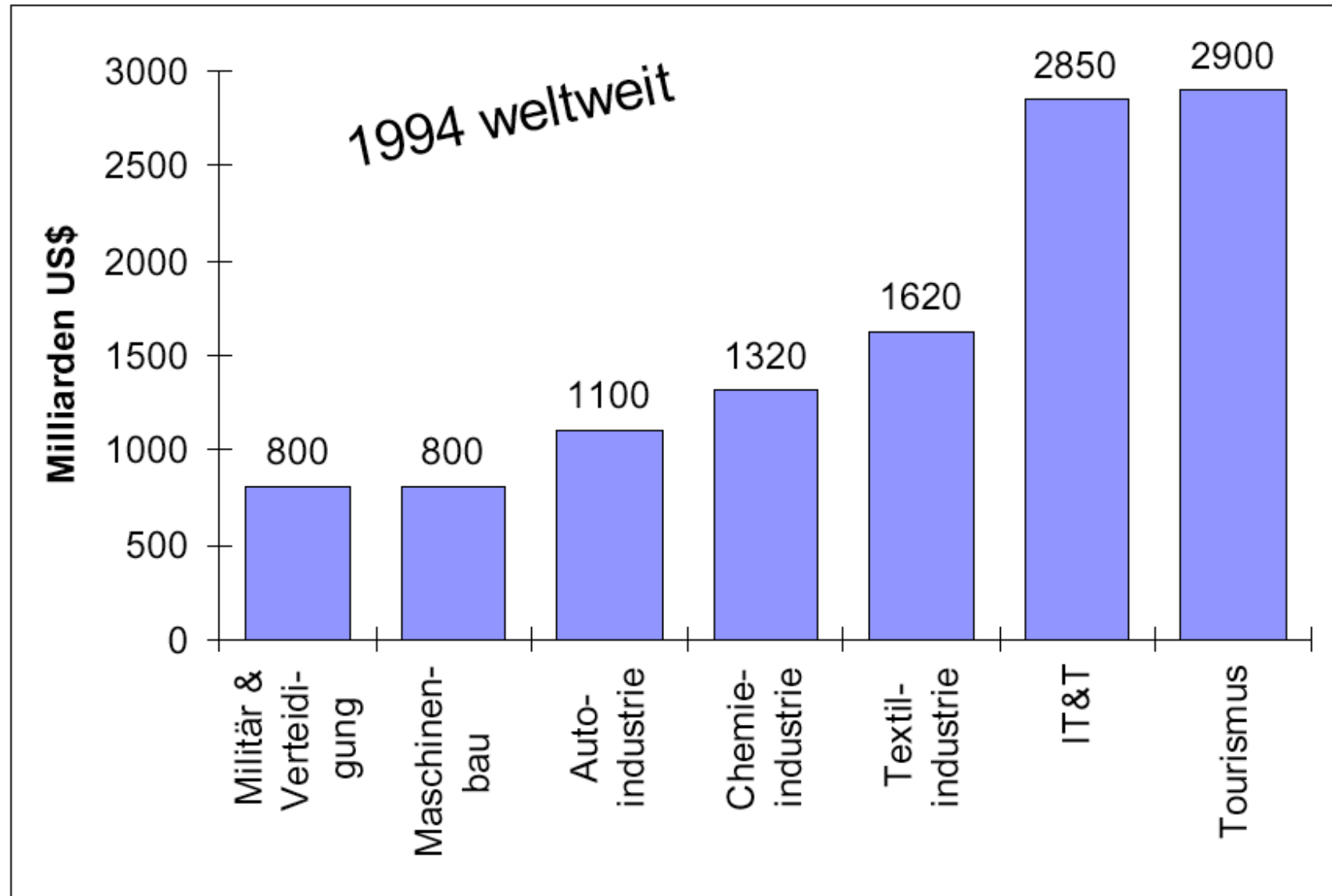
---

- Nachträgliche Veränderung der Anforderungen und des Einsatzumfeldes
- Arbeitsteilige Systementwicklung
- Engpass Software-Entwickler
- Entwickler und Anwender (evtl. auch Auftraggeber) getrennte Personengruppen
- "DV-Laien" als Anwender
- Systementwicklung als kommerzielle Auftragsarbeit, Produktentwicklung
- Zunehmende wirtschaftliche Bedeutung



SW-Entwicklung wird zum wichtigen Problem!

# Wirtschaftliche Bedeutung IT&T



# Situation der Software-Entwicklung

---

- Seit Mitte der sechziger Jahre:
- (Zunehmende) Diskrepanz zwischen Hardware und Software hinsichtlich der Leistungsfähigkeit
- Im Gegensatz zum "Hardware-Wunder" seit 1965 ein Begriff:
- Software-Krise

# Problembereiche der Software-Entwicklung

---

- Beherrschung der Komplexität der Aufgabenstellung
- Vollständige Erfassung und korrekte Spezifikation der Anforderungen
- Zerlegung des Systems in Teilsysteme und Spezifikation der Schnittstellen zwischen diesen
- Korrektheit und Zuverlässigkeit
  - Fehlerhäufigkeit und Aufwand der Fehlerlokalisierung und -beseitigung

# Problembereiche der Software-Entwicklung

---

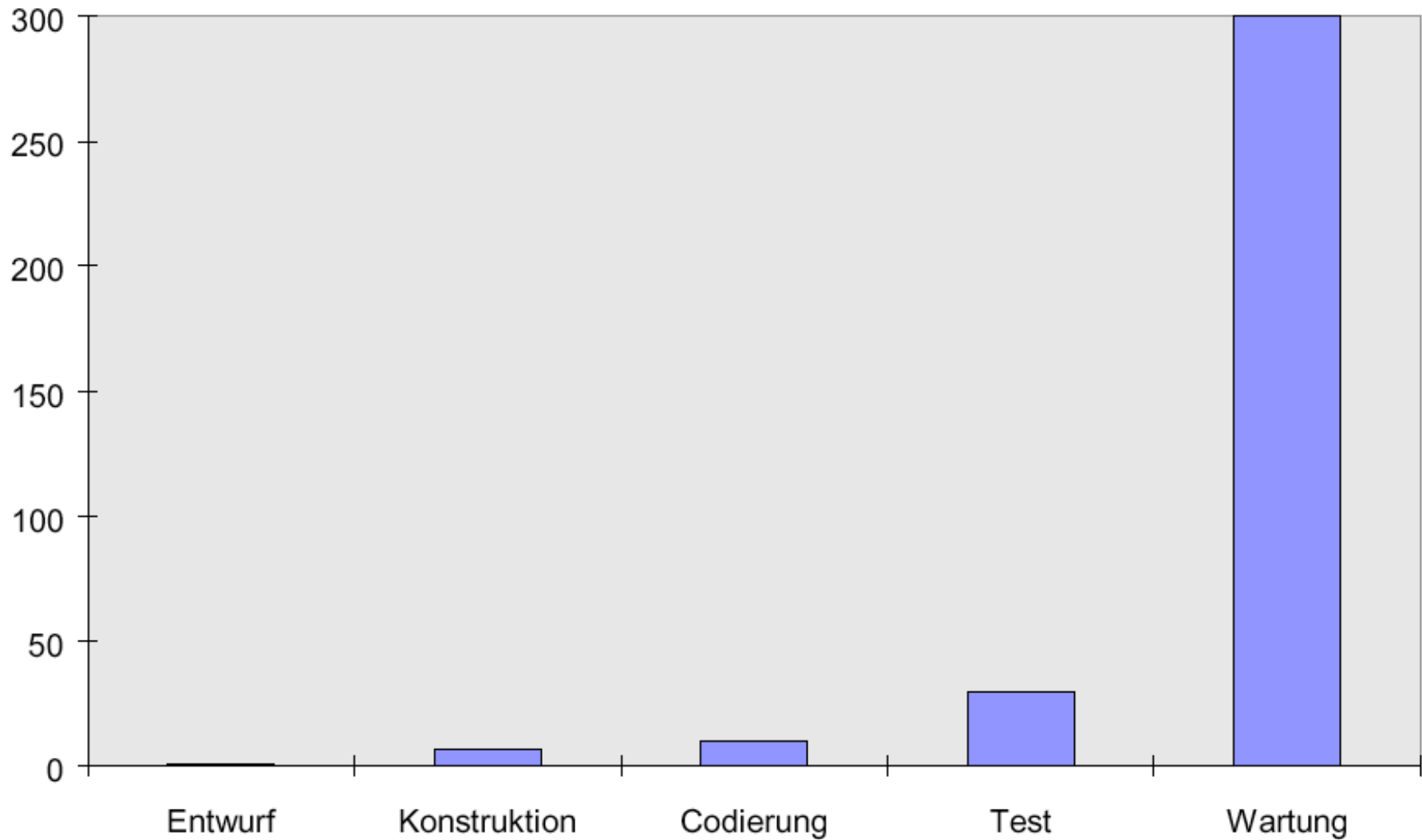
- Effizienz der Programme
- Dokumentation und Wartbarkeit der Gesamtlösung
- Änderbarkeit und Erweiterbarkeit
- Übertragbarkeit auf verschiedene HW-Plattformen
- Planung und Durchführung von Projekten
- Kosten und Zeitbedarf der Software-Entwicklung
- Kommunikation zwischen den beteiligten Personen(-gruppen)

# Mangelnde Zuverlässigkeit, Fehlerhäufigkeit

---

- Ein großes Software-Paket besteht aus mindestens 50.000 Zeilen Programmcode
- In 1000 Zeilen Programmcode werden während der Entwicklung durchschnittlich zwischen 50 und 60 Fehler entdeckt
- Die meisten Fehler entstehen bei Problemanalyse und Entwurf der Software
- Nach Auslieferung werden noch bis zu 4 Fehler pro 1000 Zeilen entdeckt
- Relativer Aufwand der Fehlerbeseitigung je nach Phase der Fehlerentdeckung hoch

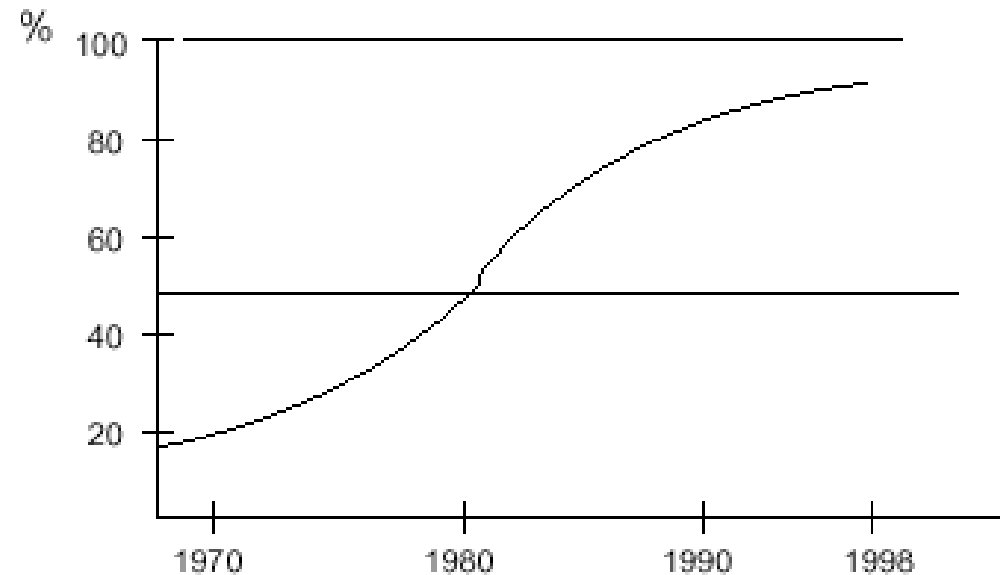
# Zeitaufwand je nach Entwicklungsphase



# Kosten

---

- Dramatisch zunehmende Kostenanteil der Software-Entwicklung an den Gesamtkosten von DV-Projekten
- Geringe Produktivität: In großen Projekten pro Person im Durchschnitt weniger als 10 Zeilen ausführbares Programm am Tag
- Derzeit hoher Anteil der Wartungskosten an den Gesamtkosten (ca. 2 Drittel)
- Ziel: Minimale Gesamtkosten



# Zeitbedarf

---



- Deutlich steigende Entwicklungsdauer für Software
- Nur 5% aller Projekte werden termingerecht fertig
- Mehr als 60% der Projekte sind  $\geq 20\%$  in Verzug
- Zykluszeiten für Anwendungssoftware sind wesentlich länger als für Systemsoftware und Hardware

# Entstehung des Fachgebietes "SW-Engineering"

---

- Der Begriff "Software-Engineering" wird Ende der sechziger Jahre geprägt, zunächst als Provokation
- Übertragen des erfolgreichen ingenieurmäßigen Vorgehens auf die Software-Entwicklung
- Weg von der "Kunst" des Programmierens hin zur Ingenieurwissenschaft des Programmierens
- Mittlerweile als Begriff und Fachgebiet etabliert
- Gehört zu den besonders nachgefragten Kompetenzen von Informatikern
- Forschung und Entwicklung nicht abgeschlossen, dynamisches und heterogenes Gebiet, keine Standards

# Was ist Software-Engineering?

---



- Definition nach Pomberger/Blaschek
- "Software-Engineering ist die praktische Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse für die wirtschaftliche Herstellung und den wirtschaftlichen Einsatz qualitativ hochwertiger Software"

# Was ist Software-Engineering?



- Definition nach Balzert
- "Software-Technik: Zielorientierte Bereitstellung und systematische Verwendung von Prinzipien, Methoden, Konzepten, Notationen und Werkzeugen für die arbeitsteilige, ingenieurmäßige Entwicklung und Anwendung von umfangreichen Software-Systemen."

# Was ist Software-Engineering?

---

- Das Fachgebiet Software-Engineering bietet dem Software-Entwickler einen "methodischen Werkzeugkasten"
- Software-Engineering bietet keine direkt anwendbaren "Kochrezepte" und "Bedienungsanleitungen" zur SW-Entwicklung
- Die Auswahl geeigneter Mittel des Software-Engineering muß weitgehend auf Wissen und Erfahrung der Systementwickler beruhen

# Grundbegriffe der Software-Entwicklung: Systeme

---

- Allgemein: Ein System ist ein Ausschnitt aus der realen oder gedanklichen Welt, bestehend aus konkreten oder abstrakten Komponenten und deren Beziehungen untereinander
- Konkreter: Ein System ist eine Menge von Elementen, die miteinander in Beziehung stehen: System  $S = (E, R)$ ,
  - E endliche nicht-leere Menge von Elementen
  - Relation R ist Teilmenge des Kreuzprodukts  $E \times E$ ,
  - d.h. potentiell kann jedes Element mit jedem in Beziehung stehen
- Ein System ist ein gerichteter Graph

# Grundbegriffe der Software-Entwicklung: Systeme

---

## ■ Systemgrenze

- Festlegung, was zum System gehört und was nicht,
- Interessierender Ausschnitts der (realen) Welt

## ■ Systemstruktur

- Stellung der Systemelemente zueinander, die sich durch die Beziehungen ergibt

## ■ Systemhierarchie

- Elemente des Systems sind entweder atomar oder wiederum Systeme (Subsysteme)

# Grundbegriffe der Software-Entwicklung: Systeme

---

## ■ Systeminteraktion

- Austausch des Systems mit der Systemumgebung über die Schnittstelle durch Inputs und Outputs

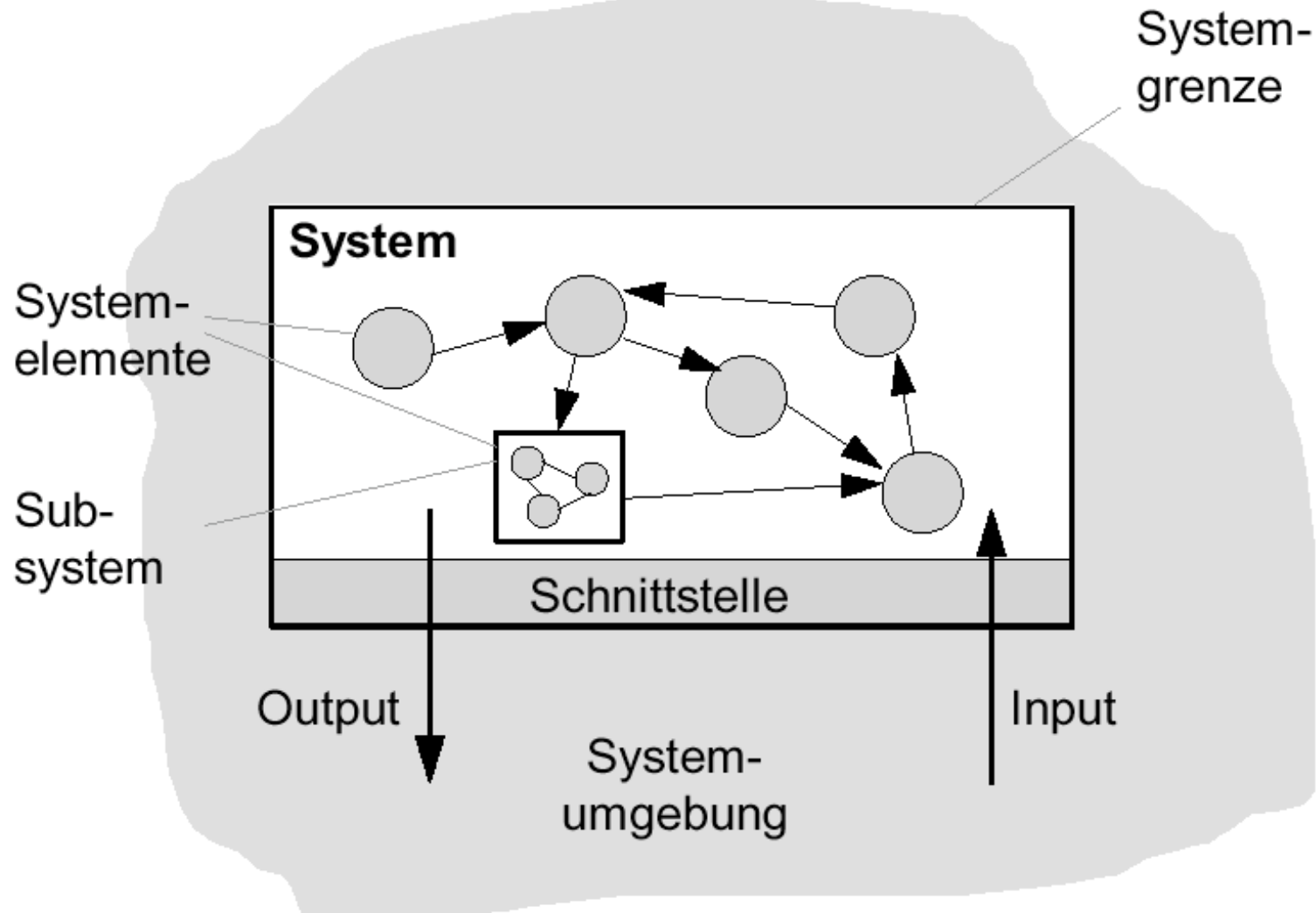
## ■ Komplexität von Systemen

- Strukturelles Merkmal, das die Anzahl der Verbindungen zwischen Systemelementen qualitativ beschreibt (teilweise quantitative Kennzahlen)

## ■ Dynamik von Systemen

- Veränderung des Systemzustands durch Einflüsse von außen und interne Reaktionen

# Grundbegriffe der Software-Entwicklung: Systeme



# Modelle...

---

- sind Abbildungen / Beschreibungen von Systemen
- können abstrakt oder konkret sein
- dienen der Reduzierung von Komplexität
- treten bei der Bearbeitung an die Stelle von Systemen
- dienen einem bestimmten Zweck
- können Systeme auf unterschiedliche Weise abbilden

# Modelle

---

- Modelle sind die Voraussetzung für die Entwicklung von Software
- Die Fähigkeit zur Bildung und kompetenten Handhabung von Modellen ist die Anforderung an Informatiker

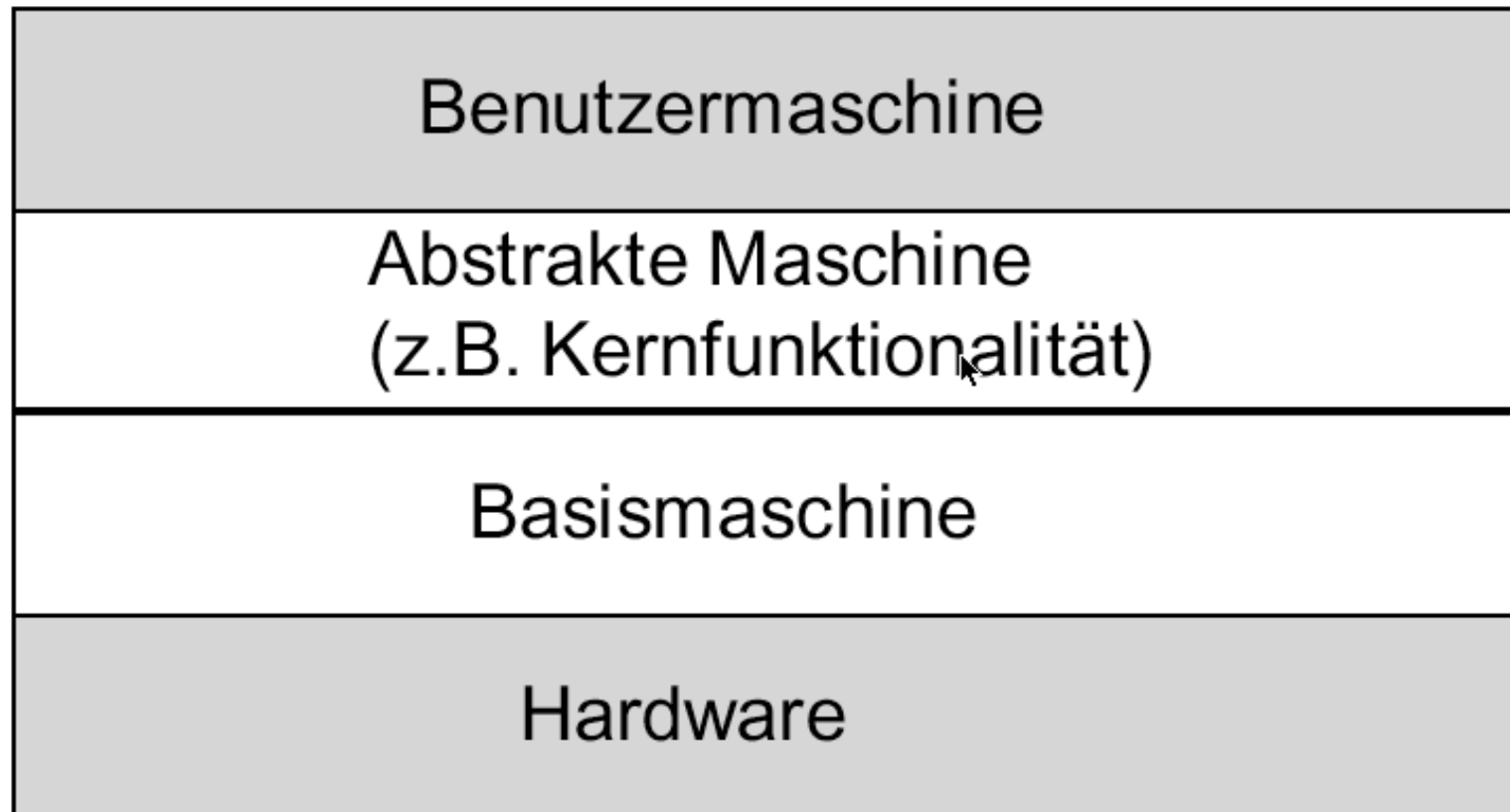
# Software...

---

- ist eine Sammelbezeichnung für Programme, die für den Betrieb von Rechensystemen zur Verfügung stehen (einschließlich der zugehörigen Dokumentation)
- ist im Zusammenspiel mit bestimmter Hardware ausführbar und ermöglicht deren Nutzung
- spezialisiert die zugrundeliegende universell programmierbare Hardware
- macht aus der konkreten Maschine eine neue Maschine (virtuelle Maschine)
- wird in Schichten unterteilt (Konzept der abstrakten Maschine)

# Softwareschichten als abstrakte Maschinen

---



## Ziel der Vorlesung ist ...

---

- ... Techniken zu erarbeiten, die es erlauben zu spezifizieren, was eine virtuelle Maschine tun soll.
- ... Schätzmethode für den Entwicklungsaufwand anwenden zu können
- ... Qualitätsmerkmale aufzeigen zu können
- ... Organisationsformen für die Entwicklung von SW zu verstehen

# Besonderheiten von Software

---

- Software ist immateriell
- Software unterliegt keinem Verschleiß
- Software altert
- Software ist "weich", daher schnell änderbar
- Die Herstellung von Software beruht weniger auf allgemein akzeptierten Prinzipien
- Software ist (häufig) komplex
- Software ist schwer zu vermessen

# Abgrenzung: Software - Programm

---

## ■ Programm

- Ausführbare Formulierung eines bestimmten Algorithmus (kleine Lösung)

## ■ Software(-System)

- Gesamtheit aller Software-Bausteine (Moduln), die in einem Zusammenhang stehen (gemeinsamer Zweck)
- Weist eine "Software-Architektur" auf

# SW-Kategorien

- Weitere SW-Kategorien:
  - Theorembeweiser
  - Mathematik-Systeme
  - ...

	Allgemein	Administrativ	Technisch/ Wissenschaftl.
Anwendungssoftware	Text- verarbeitung	Betriebswirtsch. Anwendungen z.B. Buch- haltung	Maschinen- steuerung
	Grafik- programme	Workflow- Systeme	Prozeß- steuerungen
	Software- Entwicklungs- umgebungen	Produktionssteuerungssysteme	Simulations- programme
	Tabellen- kalkulation	(Betriebliche) Informations- systeme	Muster- erkennung
Systemsoftware	Compiler/Linker Datenbanksysteme Dateisysteme Betriebssysteme Kommunikations- software Treiber		

# Neue Trends

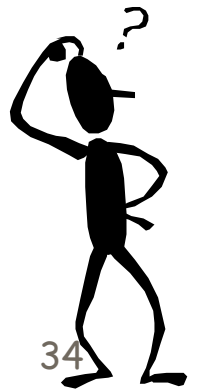
---

- Insbesondere für SW für Betriebswirtschaftliche Anwendungen:
- Seit Mitte 1990 neue Sicht: SW-Entwicklung durch Anpassung/Konfigurierung von sog. "Referenzmodellen" (Beispiel SAP/R3)

# Software-Qualität



- "Qualität ist die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produkts oder einer Tätigkeit, die sich auf die Eignung zur Erfüllung gegebener Erfordernisse beziehen" (nach DIN 55 350)
- Software-Qualität...
  - ist mehr als Korrektheit
  - ist kein exakt definierter Begriff
  - ist nicht exakt meßbar
  - wird anhand von Qualitätsmerkmalen charakterisiert
  - hängt von der Perspektive ab



# Software-Qualität: Merkmale

---

Benutzungsfreundlichkeit  
Adäquatheit  
Erlernbarkeit  
Effizienz  
Koppelbarkeit  
Benutzerdokumentation  
Wieder-  
verwendbarkeit  
Zuverlässigkeit  
Korrektheit  
Portabilität  
Verfügbarkeit  
Robustheit  
Wartbarkeit  
Lesbarkeit  
Systemdokumentation

Bedeutung der Begriffe unklar, nicht eindeutig abgrenzbar

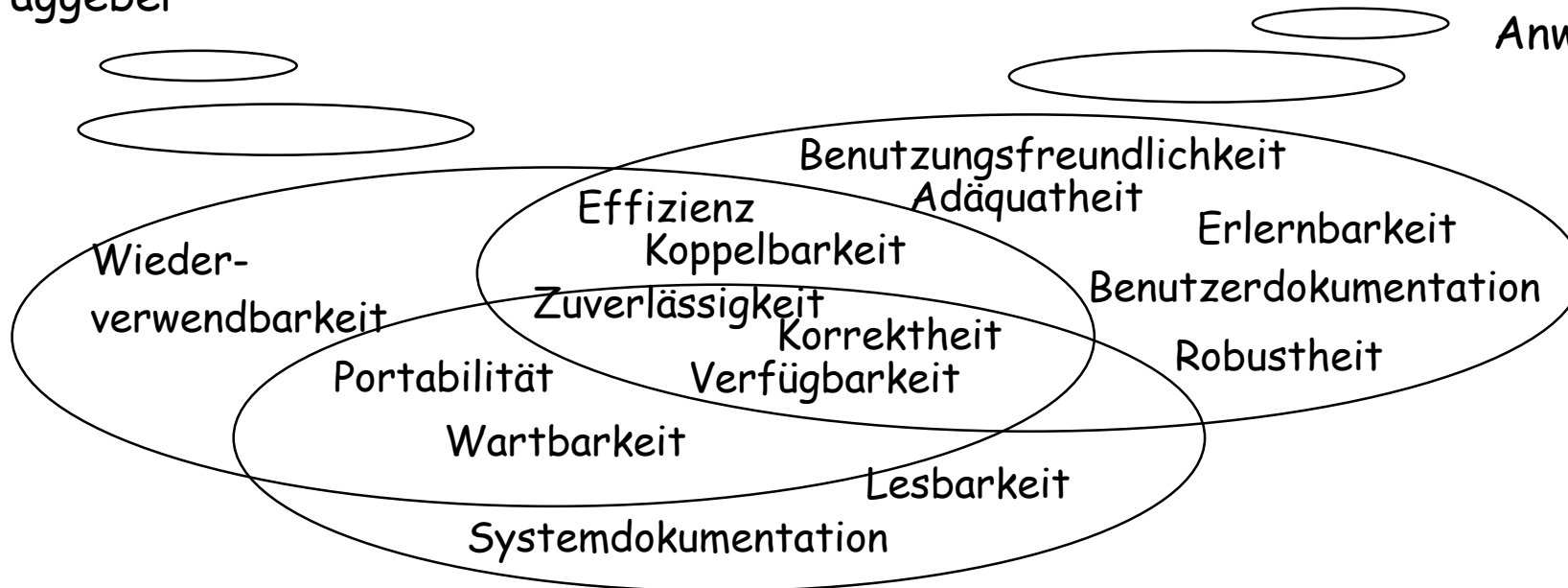
# Software-Qualität: Perspektiven



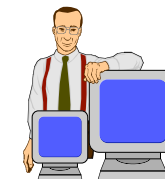
Auftraggeber



Anwender



Software-  
Betreuer



# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Korrektheit

- Übereinstimmung zwischen funktioneller Spezifikation und Programmfunktionalität
- Korrektheit in der Praxis schwer nachweisbar
- Korrektheitsbeweise mit Programmverifikation nur für kleine Teilalgorithmen möglich
- Vollständige Tests aller Programmzustände zu aufwendig
- Korrektheit ist ein wichtiger aber vielfach theoretischer Anspruch
- Korrektheit in umfangreichen Programmsystemen besonders problematisch

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Effizienz

- Bestimmt den Bedarf an Betriebsmitteln
- Effizientes Programm: kein unnötiger Verbrauch an Betriebsmitteln
- Unterscheidung von Speichereffizienz und Laufzeiteffizienz
- Konflikte zu Änderbarkeit, Testbarkeit, Portierbarkeit

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Robustheit

- Definierte und sinnvolle Reaktion des Programms bei beliebiger externer Kommunikation
- Verhindern von undefinierten Systemzuständen und "Systemabstürzen"
- Besonders wichtig: Abfangen fehlerhafter Benutzereingaben
- Beseitigung der Fehlersymptome, nicht der Ursachen
- Spektrum von sinnvollen Reaktionsmöglichkeiten, abhängig von der Situation

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Verfügbarkeit

- Wahrscheinlichkeit, daß ein System zu einem gegebenen Zeitpunkt funktionsfähig ist
- Kennwert in der Praxis:

$$V = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

MTBF: Mean Time Between Failures  
MTTR: Mean Time To Repair

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Zuverlässigkeit

- Zusammenspiel von Korrektheit, Robustheit und Verfügbarkeit
- Auftreten von Fehlern im Zeitablauf
- Berücksichtigung von Reparaturzeiten und Fehlerqualitäten
- Wahrscheinlichkeit, daß ein System seine Funktion während eines Zeitintervalls korrekt erfüllt
- Festlegung in den Spezifikationen

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

- Benutzungsfreundlichkeit
- Spezielles Forschungsgebiet: Software-Ergonomie
- Speziellere Merkmale der Benutzungsfreundlichkeit (nach DIN 66234 Teil 8 und DIN EN ISO 9241):
  - Aufgabenangemessenheit
  - Selbstbeschreibungsfähigkeit
  - Steuerbarkeit
  - Erwartungskonformität
  - Fehlerrobustheit

# Qualitätsmerkmale für die Anwendung

---

## ■ Datensicherheit / Datenschutz

- Schutz gegen unerwünschte bzw. unerlaubte Verfälschung/Zerstörung bzw. Preisgabe von Daten
- Problem durch Dezentralisierung/Vernetzung der DV verschärft
- Behandlung von Ausnahmesituationen (z.B. Stromausfall, Systemabsturz)
- Restartfähigkeit (Möglichkeit zum Wiederaufsetzen)
- Kombination von software-technischen und organisatorischen Maßnahmen

# Qualitätsmerkmale für Entwicklung u. Wartung

---

## ■ Verständlichkeit/Lesbarkeit

- Maß für den Aufwand, ein (fremdes) Software-Produkt zu verstehen
- Vielfältige Maßnahmen zur Erhöhung der Verständlichkeit möglich
- Voraussetzung für Änderbarkeit und Reparierbarkeit

# Qualitätsmerkmale für Entwicklung u. Wartung

---

## ■ Änderbarkeit

- Möglichkeiten zur Anpassung von (korrekter) Software an veränderte Einsatzbedingungen und Anforderungen
- Begrenzung des Aufwandes bei Änderungen
- Berücksichtigung bereits bei Software-Entwicklung
- Weitgehend abhängig von einer geeigneten Modularisierung der Software

# Qualitätsmerkmale für Entwicklung u. Wartung

---

## ■ Prüfbarkeit/Testbarkeit

- Möglichkeiten zum Testen eines Programms hinsichtlich Korrektheit, Robustheit und Zuverlässigkeit
- Wesentlich abhängig von Modularität und Strukturierung
- Parallelentwicklung von Testumgebungen

# Qualitätsmerkmale für Entwicklung u. Wartung

---

- Wiederverwendbarkeit/Portabilität
  - Aspekt der Allgemeinheit der Software
  - Verlängerung der Lebensdauer von Software
  - Aufbau von Software-Bibliotheken und Nutzung objektorientierter Ansätze
  - Notwendigkeit zu ausführlicher Dokumentation
  - Ziel: Senkung von Entwicklungskosten



# Was kommt beim nächsten Mal?



- Phasen der Software-Entwicklung
- Vorgehensmodelle