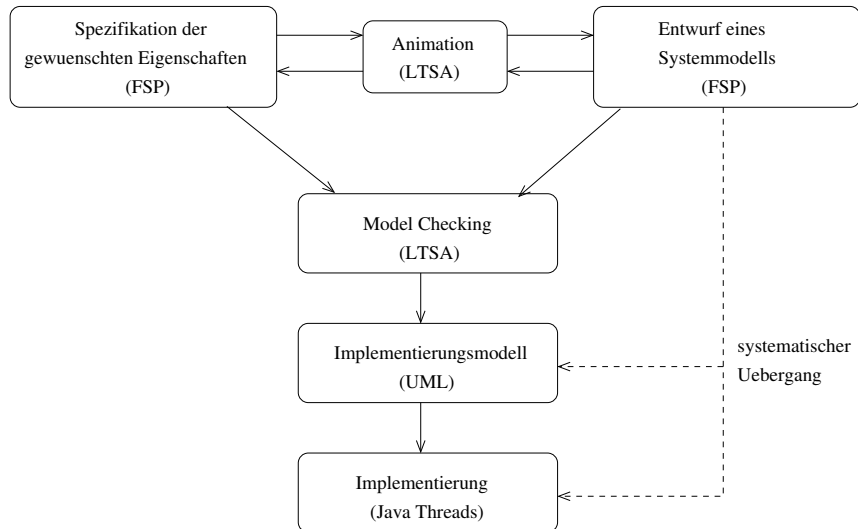


# Kapitel 1

## Einführung

Prof. Dr. Rolf Hennicker

27.04.2017



## 1.1 Begriffsbildung

### **Sequentielles Programm:**

Anweisungen werden Schritt für Schritt hintereinander ausgeführt ("single thread of control").

a1; a2; a3; . . . → Zeit

### **Paralleles Programm (nebenläufig, concurrent):**

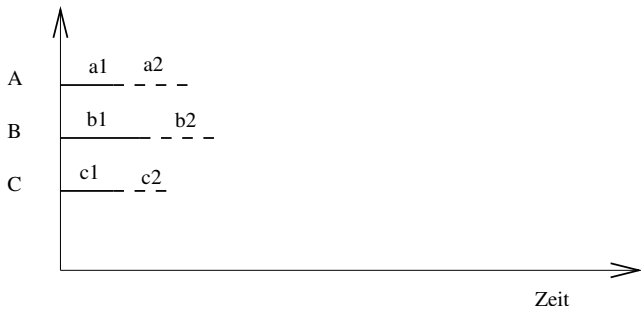
Anweisungen (von Teilen des Programms) werden nebeneinander ausgeführt ("multi threads of control").

Die Abarbeitung der Anweisungen kann entweder

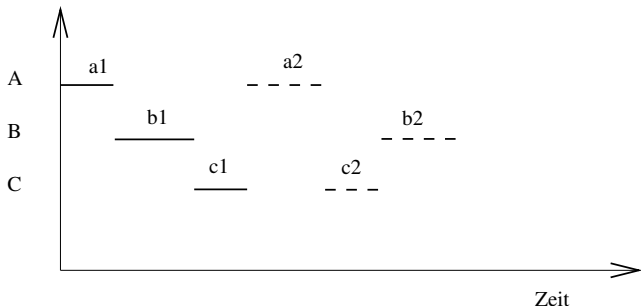
1. echt gleichzeitig (echt parallel) oder
2. zeitlich verzahnt (quasi-parallel)

geschehen.

## Echt gleichzeitige Abarbeitung



## Verzahnte Abarbeitung



Die Reihenfolge wird hier vom Betriebssystem (Scheduler) zur Laufzeit festgelegt und ist vom Programmierer nicht vorhersehbar (Bsp. Mehrbenutzersystem mit 1 Prozessor).

## **Verteiltes System (“Distributed System“):**

Verschiedene Teile des Software-Systems werden auf verschiedenen Rechnern ausgeführt, die miteinander vernetzt sind.

### **Bemerkung:**

Phänomene, die nicht von Netzwerkeigenschaften und Netzwerkprotokollen abhängen, sind auch bei verteilten Systemen wie bei parallelen Programmen (die auf einem Rechner laufen) modellierbar.

## 1.2 Parallele Programme

### **Grundidee:**

Komplexes System wird in Teile zerlegt, die nebeneinander (parallel) agieren.

### **Typische Phänomene:**

- ▶ Prozess-Synchronisation
  - ▶ wechselseitiger Ausschluss  
(z.B. Zugriff auf gemeinsame Betriebsmittel oder gemeinsame Variable)
  - ▶ Kooperation von Prozessen  
(z.B. Erzeuger/Verbraucher)
  - ▶ synchrone/asynchrone Nachrichtenübertragung  
(z.B. Client/Server)
- ▶ Nichtdeterministisches Verhalten
- ▶ Deadlock bzw. Deadlockfreiheit
- ▶ Sicherheit und Lebendigkeit ("Safety & Liveness")  
(Lebendigkeit: z.B. Fortschritt, Fairness)

## Vorteile:

- ▶ Adäquate Kontrollstruktur von Programmen bei Anwendungen mit inhärenter Parallelität (z.B. bei eingebetteten Echtzeitsystemen oder Steuerung von Fertigungsprozessen)
- ▶ Besserer Durchsatz (z.B. bei Benutzerinteraktionen)
- ▶ Gewinn von Performanz
- ▶ Multitasking

## Probleme:

- ▶ Komplexität paralleler Systeme
- ▶ Abläufe paralleler Aktivitäten häufig schwer zu durchschauen

## Konsequenz:

Fehlerhafte Programme

## Benötigt:

Wohlfundierte Methoden und Techniken zum *Entwurf* und zur *Implementierung* paralleler Programme und zur Verifikation von Eigenschaften.



Wir verwenden dazu:

- ▶ im Entwurf:
  - ▶ *Modelle*, d.h. vereinfachte und abstrakte Darstellungen der parallelen Prozesse
  - ▶ *Beschreibungstechniken*:  
graphisch: endliche Zustandsmaschinen  
textuell: Sprache FSP ("finite state processes")
  - ▶ *Techniken* zur Analyse und zum Nachweis von Sicherheits- und Lebendigkeitseigenschaften (Model Checking)
- ▶ in der Implementierung:
  - ▶ UML: Modellierung der Implementierung
  - ▶ Java: Codierung durch Java Threads, synchronized methods, wait, notify.

Der Übergang

Entwurfsmodell  $\rightsquigarrow$  Java-Programm

wird systematisch durchgeführt.