Software-Technologie: Stand der Kunst und Herausforderungen

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Pree

Fachbereich Informatik
Universität Salzburg
cs.uni-salzburg.at

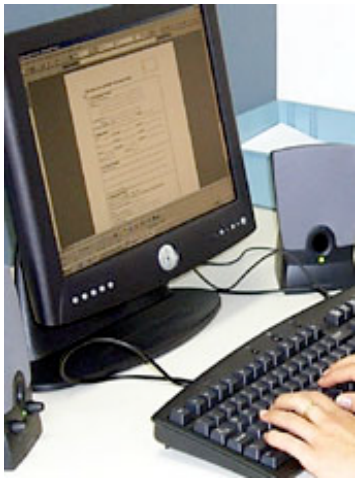
UNIVERSITÄT SALZBURG

Kontext

- Das Phänomen Software
- Wie kann Software ingenieurmäßig entwickelt werden?
- Softwaretechnik – Quo vadis?

Das Phänomen Software

Die Universalmaschine Computer macht Software allgegenwärtig



Flugzeug-/Raketensteuerungen

ca. 70 Prozessoren im Auto

Qualität ist wesentlich schlechter als bei anderen Produkten

- **Softwarefehler/-mängel** mit drastischen Auswirkungen:
  - Y2K, €-Umstellung
  - fehlerhafte Finanztransaktionen
  - Abstürze (zB Ariane: $ 800 Mio.)
  - . . .

Was ist besonders an Software?

Die Probleme bei der Herstellung von Software resultieren aus der Komplexität der zu realisierenden Produkte

- **Spezifikation der Anforderungen** ← Prototyping
- **Beherrschung der Komplexität** ← Programmiermodelle
- **Wiederverwendung/Halbfabrikate, Änderbarkeit und Erweiterbarkeit** ← Entwurfsmuster, Frameworks
- **Automatisierung im Herstellungsprozeß**
- **Portabilität**
- Dokumentation
- **Produktergonomie (Mensch-Computer-Schnittstelle)** ← Psychologie (zB Piaget)
- Projektorganisation u. -kontrolle
- Qualitätssicherung und -bewertung
- Personenunabhängigkeit
- Kostenabschätzung

Beispiel: Problem der exakten Spezifikation

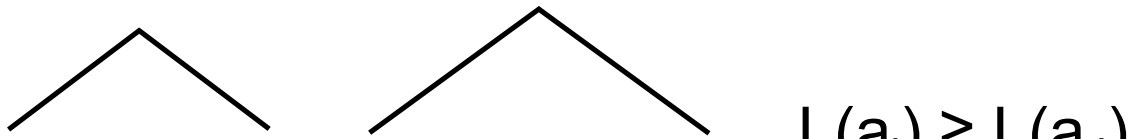
Eine exakte Spezifikation ist oft unpraktikabel

geg.: $n \geq 3$,

$L: N_n \rightarrow N$

ges.: Ein Programm P, sodass

$a: N_3 \xrightarrow{inj} N_n$, sodass



$1 \leq i \leq 3$ $\quad$ $j \in N_n \setminus \cup \{ a_k \}$ $\quad$ $L(a_i) \geq L(a_J)$

$1 \leq k \leq j$

... im Vergleich zur nicht exakten verbalen Spezifikation

Gegeben ist eine Liste mit mindestens drei positiven Zahlen.

Gesucht ist ein Programm P, das die Indizes der drei größten Elemente der Liste liefert.

Meisterung der Komplexität

Bei klassischen Ingenieurdisziplinen gilt:

- Schlechte Qualität läßt sich kaum verbergen
  - Tür zu einem Raum geht nicht gut auf
  - unnötige Schnörksel fallen auf
    → „5. Rad am Wagen“
- Die Ressourcen sind beschränkt
  - ingenieurmäßiges Herangehen bedeutet, unter den gegebenen Rahmenbedingungen zu optimieren

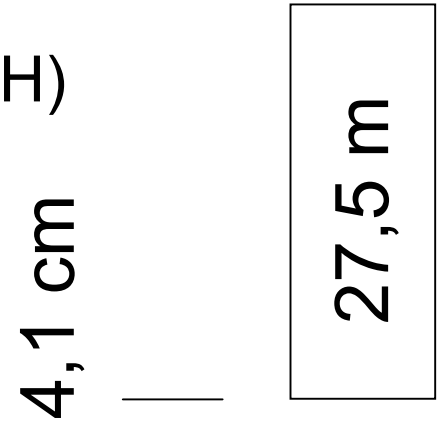
Bei Software hingegen ist schlechte Qualität nicht unmittelbar sichtbar

- schlechte Strukturierung
  - „Spaghetti“-Programmcode: Radwechsel => Motor funktioniert nicht mehr
  - replizierter Programmcode
- kaum Wiederverwendung
  - das Rad wird immer neu erfunden

Ingenieurmäßiges Vorgehen scheint sich nicht auszuzahlen

- Hardware-Ressourcen werden nach *Moore's Law* potenter; der gedankenlose Umgang damit führt zu
  - unnötiger Komplexität
  - nicht mehr verstehbaren Artefakten

OberonOS (ETH ZH)
30.000 Zeilen
Programmcode



Windows XP:
20,000.000 (!!) Zeilen
Programmcode

Wie kann Software ingenieurmäßig entwickelt werden?

Exkurs: Was macht Software?

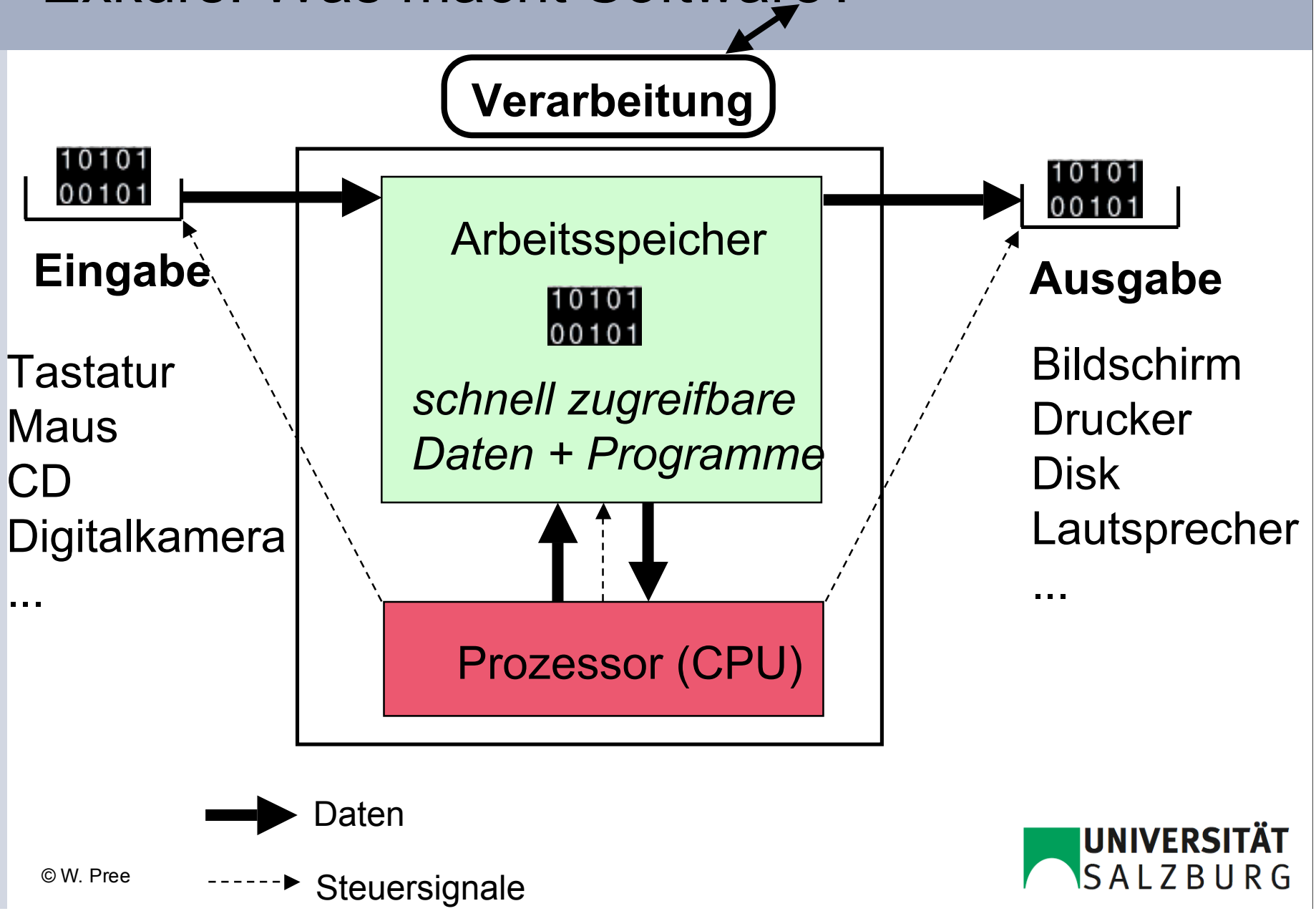


Foto von digitaler Kamera bearbeiten

90 °

Farben weg

UNIVERSITÄT SALZBURG

weitere Beispiele

ABS im Auto

- **Eingabe:** Umdrehungsgeschwindigkeiten (U) der Räder
- **Verarbeitung:** Prüfung, ob bei betätigter Bremse U=0
- **Ausgabe:** entsprechende Steuerung der Bremskraft

Banküberweisung

- **Eingabe:** Überweisungsdaten (Einzahler, Empfänger, Betrag)
- **Verarbeitung:** Gültigkeitsprüfungen
- **Ausgabe:** Buchungszeilen auf Konten

Programmiersprachen-konstrukte als Basis von Software-Architektur

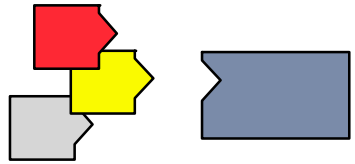
von Einzelteilen zu Komponenten

50er Jahre

- Maschinen-/Assembler-Programme: auf bestimmten Prozessor zugeschnitten

60er/70er Jahre

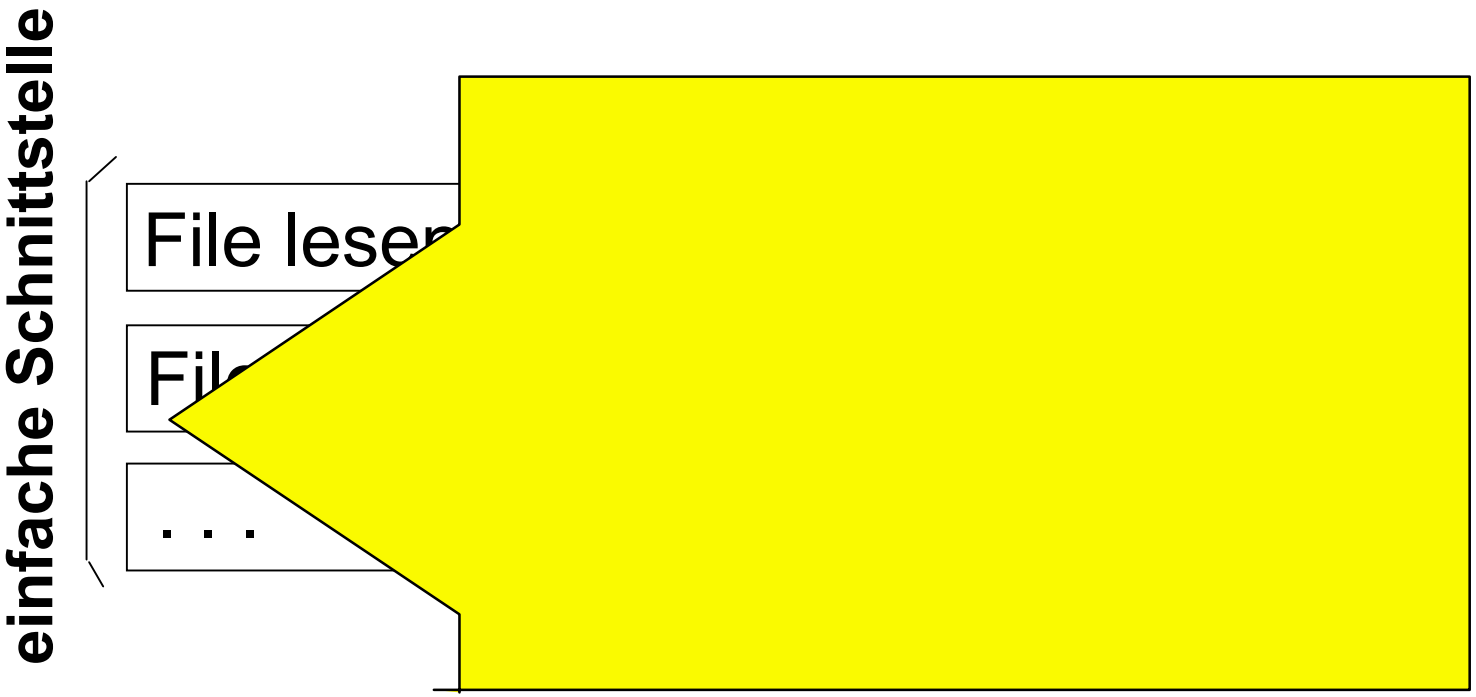
- höhere Programmiersprachen (wie Pascal, C)
- **Anweisungen können zu Funktionen/Prozeduren zusammengefasst werden**
  → Einzelteile, Schrauben, etc.



80er/90er Jahre

- **Funktionen/Prozeduren werden zu Modulen zusammengefasst** (Modula, Oberon, C++, Java, C#)
  → Software-Komponenten

Beispiel: Komponente File-Handler



versteckte Implementierungsdetails:

Zugriff auf Festplatte
Aufsplitten des Inhalts eines Files
etc.

Architektur-Patterns

Software-Patterns

The Timeless Way of Building

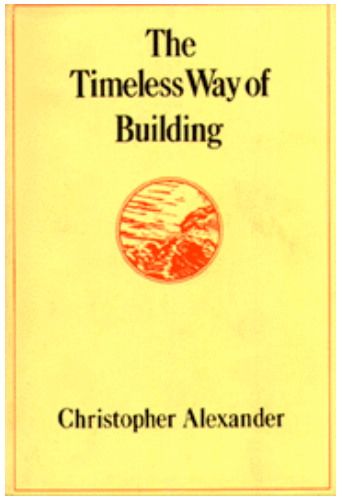
Christopher Alexander, Professor of Architecture, Univ. of California, Berkeley:

1979 erschienene Bücher:

The Timeless Way of Building

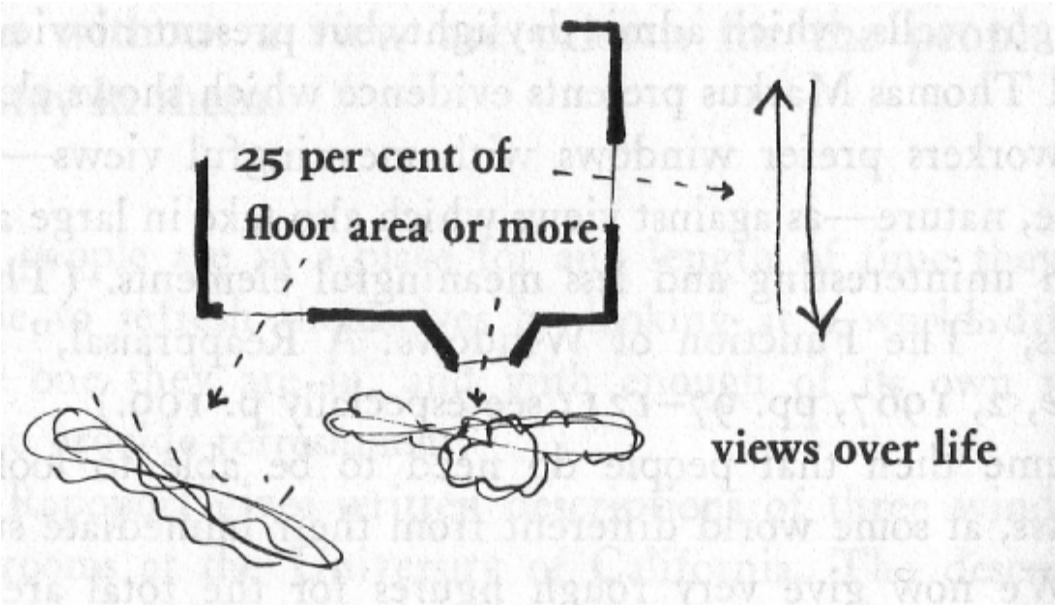
A Patttern Language (253 Patterns)

Quality without a name



1991 von der Software-Community entdeckt

Beispiel: Windows Overlooking Life

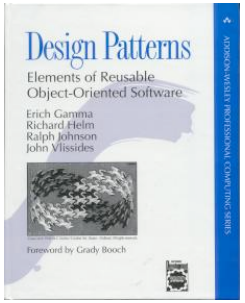


Beispiele für Software Patterns

Wie können SW-Halbfertigfabrikate geschaffen werden?

Beschrieben in Architektur-Handbüchern (1995):

- E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides:
  Design Patterns: Elements of Reusable Software



- W. Pree:
  Design Patterns for Object-Oriented Software Development

Was sind Halbfertigfabrikate?

- Küchenmaschine: durch Einstecken einer Komponente wird das vorhandene **„Halbfertigfabrikat“** zum fertigen Mixer oder Fleischwolf

- neue Automodelle gleichen meist „im Kern“ (Chassis, Getriebe, Motorpalette) den Vorgängermodellen

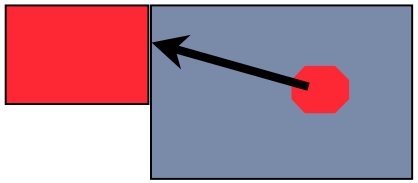
SW-Beispiele

- Einwegsoftware:
  - Hotelreservierungssystem
  - Autovermietungssystem
  - Schiverleihsystem
  - Motorradverleihsystem
  - etc.
- Halbfertigfabrikat:
  - Reservierungssystem (Mietgegenstand)

Einwegsoftware

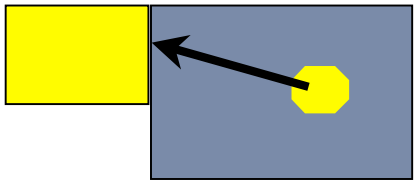
Abhängigkeit zwischen den Komponenten ist im Programmquelltext:

Hotelzimmer

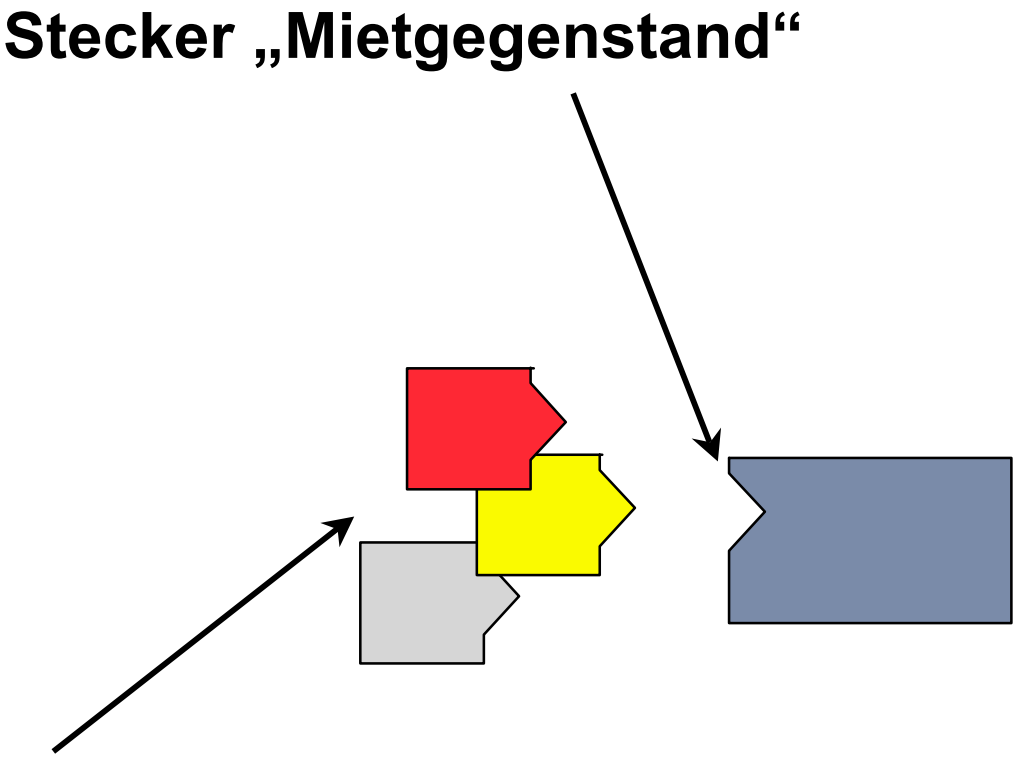


Kopplung mit einer anderen Komponente erfordert Änderungen:

Auto

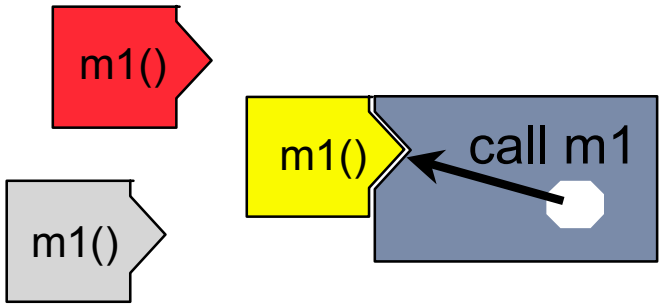


Pattern: Halbfertigfabrikate erfordern die Definition von „Steckern“



Stecker-kompatible Komponenten

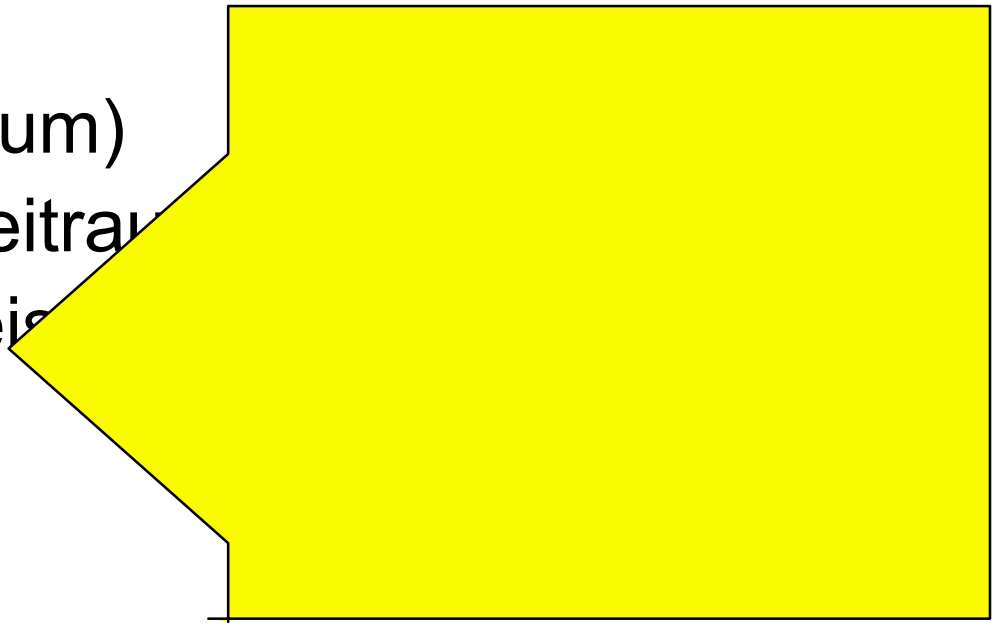
sogenannte dynamische Bindung von Aufrufen macht Änderungen im Source-Code obsolet

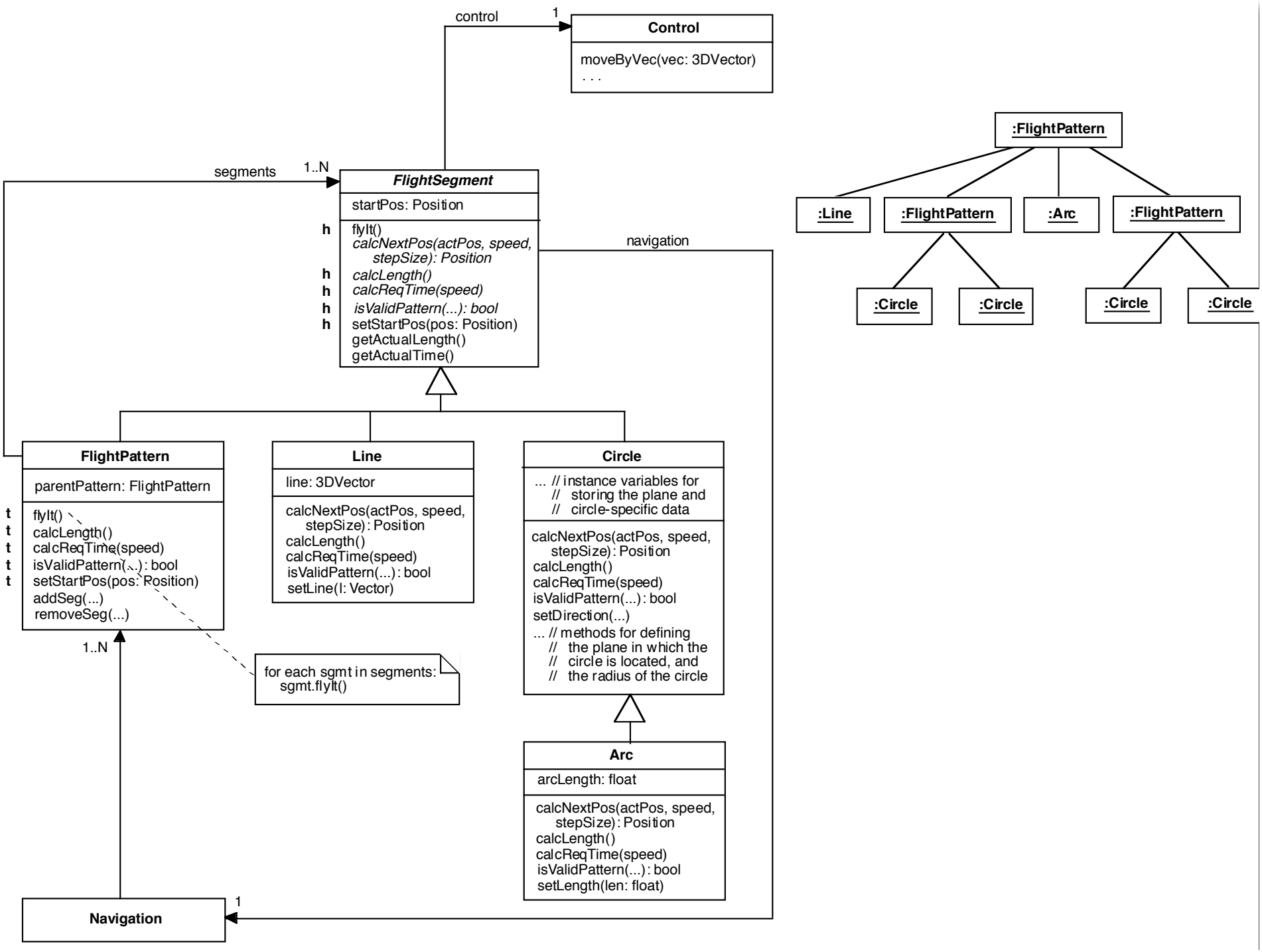


„Stecker“ Mietgegenstand

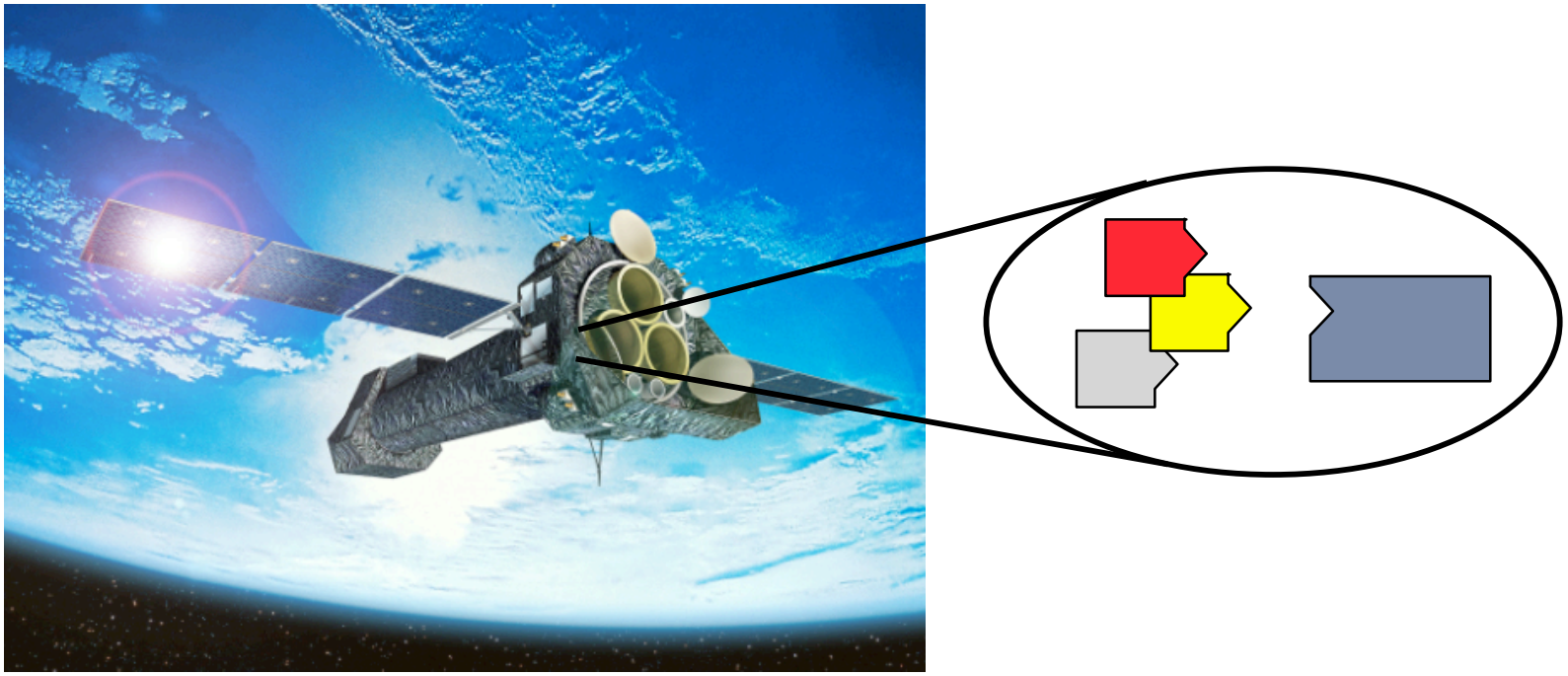
Definiert allgemeine, abstrakte Eigenschaften:

- istFrei(Zeitraum)
- reserviere(Zeitrau
- berechnePreis
- etc.




control
1
Control
moveByVec(vec: 3DVector)
. . .
segments
1..N
FlightSegment
startPos: Position
h flyIt()
calcNextPos(actPos, speed, stepSize): Position
h calcLength()
h calcReqTime(speed)
h isValidPattern(...): bool
h setStartPos(pos: Position)
getActualLength()
getActualTime()
navigation
FlightPattern
parentPattern: FlightPattern
t flyIt()
t calcLength()
t calcReqTime(speed)
t isValidPattern(...): bool
t setStartPos(pos: Position)
addSeg(...)
removeSeg(...)
Line
line: 3DVector
calcNextPos(actPos, speed, stepSize): Position
calcLength()
calcReqTime(speed)
isValidPattern(...): bool
setLine(l: Vector)
Circle
... // instance variables for // storing the plane and // circle-specific data
calcNextPos(actPos, speed, stepSize): Position
calcLength()
calcReqTime(speed)
isValidPattern(...): bool
setDirection(...)
... // methods for defining // the plane in which the // circle is located, and // the radius of the circle
1..N
for each sgmt in segments: sgmt.flyIt()
Arc
arcLength: float
calcNextPos(actPos, speed, stepSize): Position
calcLength()
calcReqTime(speed)
isValidPattern(...): bool
setLength(len: float)
Navigation
1
:FlightPattern
:Line
:FlightPattern
:Arc
:FlightPattern
:Circle
:Circle
:Circle
:Circle

Halbfertigfabrikat für Satellitensteuerungen



in Kooperation mit der European Space Agency (ESA): 1998 – 2002

Automatische Generierung von Software aus „Bauplänen“ (Modellen)

Compiler: DIE Erfolgsgeschichte der Softwaretechnik

- Programmtext (Pascal, C#, xUML)
  → ausführbares (Maschinen-)Programm

  a+b als Maschinenprogramm:

010 100	hole die Zahl vom Speicherplatz 100(a) in einen Puffer
015 101	addiere dazu den Inhalt von Speicherplatz 101(b)
011 102	speichere das Ergebnis in Zelle 102(a+b)

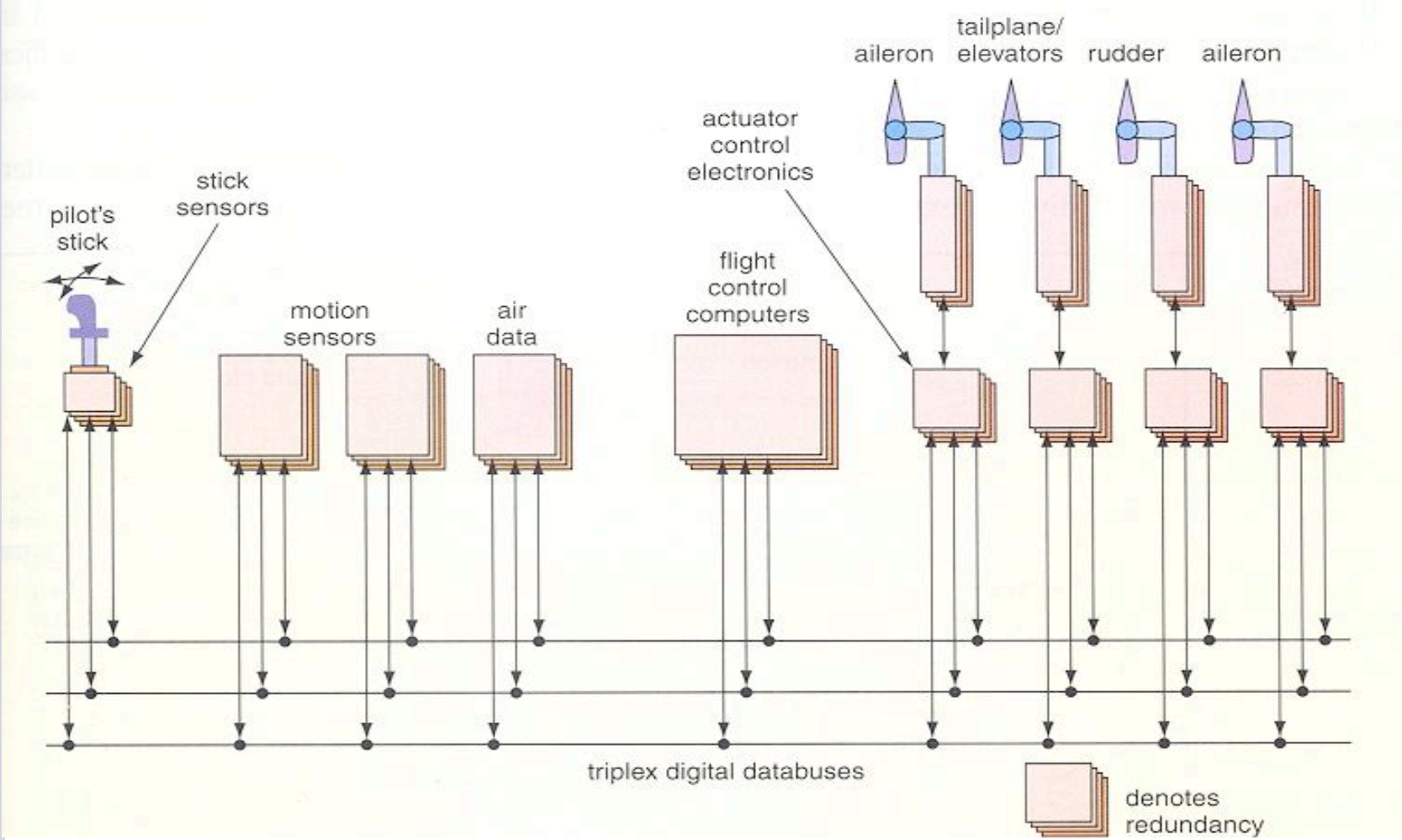
- für das Zeitverhalten von Embedded Systems noch ausständig
- für andere Anwendungsbereiche denkbar?

Beispiel: Helicopter Control System (I)

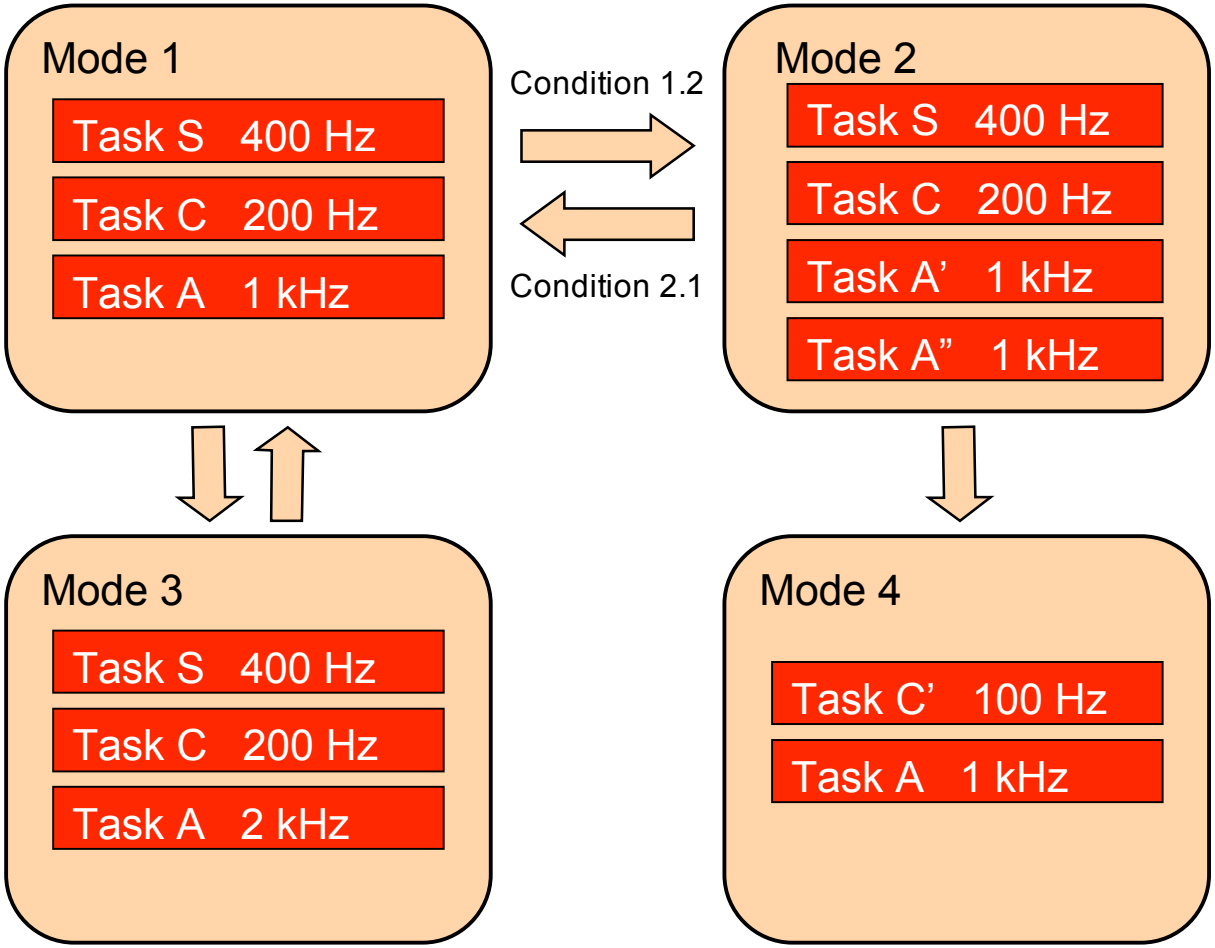
Henzinger, Kirsch, Pree, Sanvido (UC Berkeley)

Schaufelberger, Wirth (ETH Zürich)

Beispiel: Helicopter Control System (II)

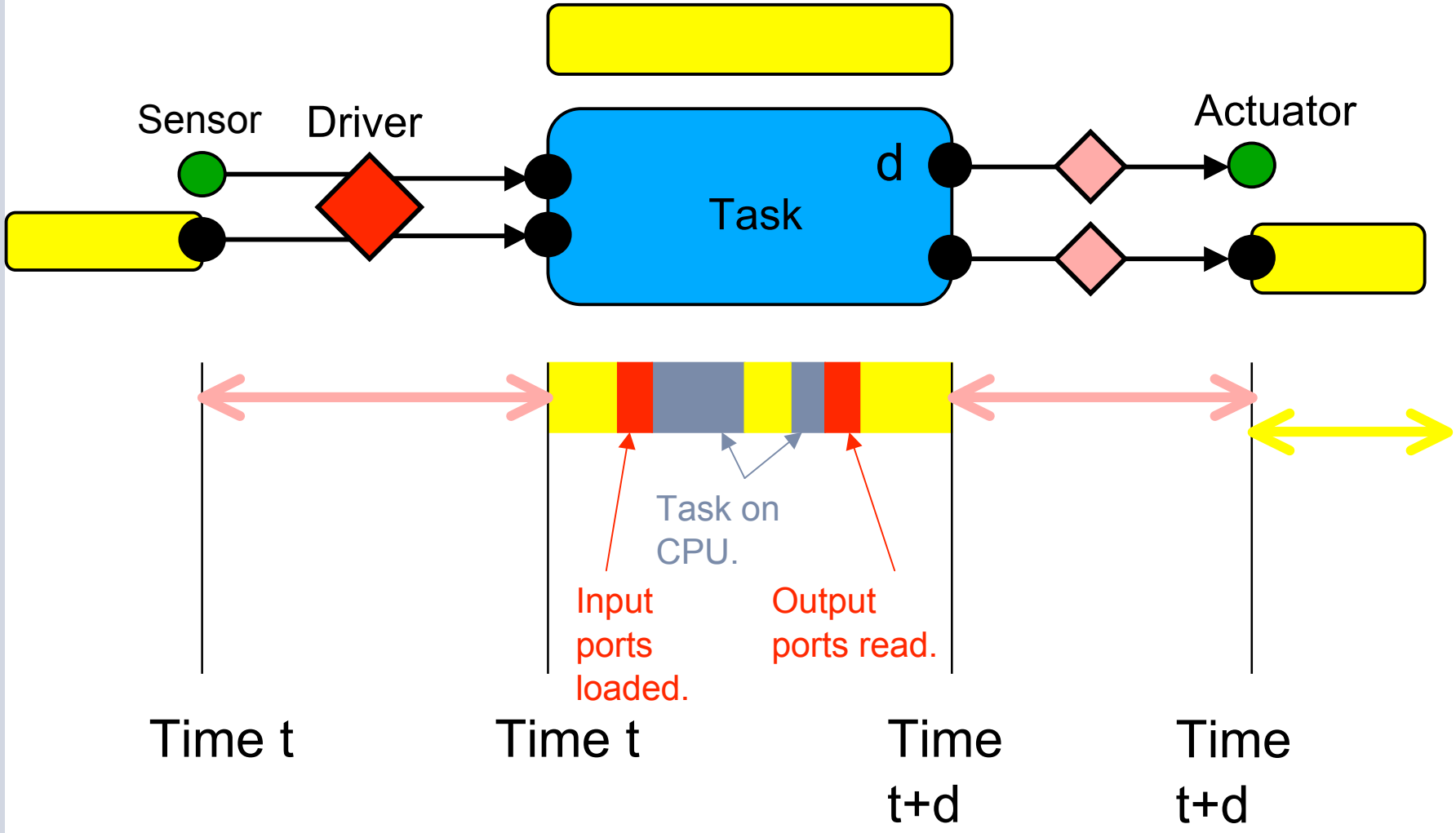


Giotto als „höhere Programmiersprache“ = Bauplan = Modell für Zeitaspekte



=> spezif. HW-Plattform wird irrelevant

Generierung der Software + deren Verteilung auf Prozessoren erfolgt automatisch



Softwaretechnik – Quo vadis?

- kostenintensive Wartung von Software, die 20-30 Jahre alt ist
- ingenieurmäßige Herangehensweise wird sich zumindest in Teilbereichen etablieren, zB bei sicherheitskritischen Systemen

- simple, mechanische Weltsicht schwer skalierbar

- Vorbild biologische Systeme
  → Internet wuchs um den Faktor 100 Mio.

Softwaretechnik – Quo vadis?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!