Komponenten / Module

Echtzeitsysteme 2 – Vorlesung/Übung

Fabian Scheler
Peter Ulbrich
Wolfgang Schröder-Preikschat

Lehrstuhl für Informatik 4
Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

http://www4.cs.fau.de/~{scheler,ulbrich,wosch}
{scheler,ulbrich,wosch}@cs.fau.de

Übersicht

- Identifikation
- Spezifikation
- Modellierung
- Implementierung
- Ergebnis
- Literatur

Teil 1: Identifikation von Modulen

- **Was** ist ein Modul?
- Wie **teilt** man ein System in Module auf?
- **Welche** Module gibt es in meinem System?
- Wie sind diese Module **gekoppelt**?
- Wie **interagieren** diese Module?
- Welche Module kann man **zusammenfassen**?

Was ist eine Komponente / ein Modul?

- Softwarekomponente
  - Klasse
  - Prozedur
  - Package
  - Übersetzungseinheit
- hat eine **wohldefinierte Funktion**
- hat eine **wohldefinierte Schnittstelle**

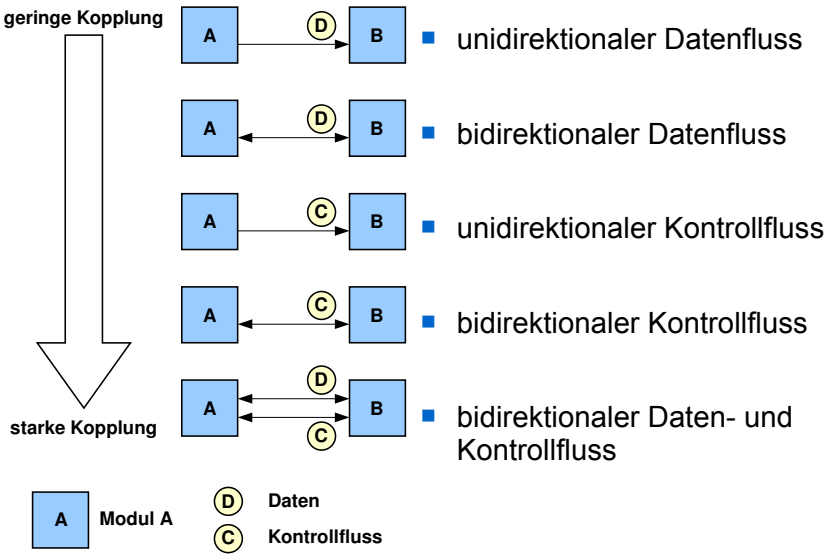
Wie gliedert man ein System in Module?

- **Algorithmus existiert nicht!**
- ist **anwendungsbezogen** – hängt vom System ab
- ist **subjektiv** – hängt vom Designer ab
- mögliche Kriterien
  - **Partitionierung** des Systems
  - **Größe** der Module
  - **Komplexität** der Module
  - **externe Schnittstelle** der Module
  - **Beziehung** und **Kommunikation** der Module untereinander
    - sowie die daraus resultierende **Programmhierarchie**
  - Bereich der **Kontrolle** und des **Einflusses** eines Moduls
- erfordert **Erfahrung**

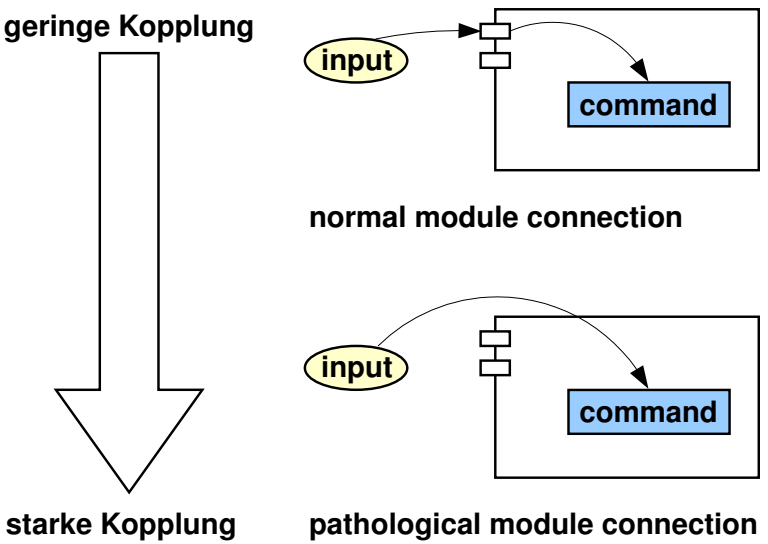
Kopplung von Modulen

- Maß für die **Unabhängigkeit** von Modulen
- niedrige Kopplung
  - einfach zu verstehen
  - wartbar
  - verlässlich
  - stabil
- hohe Kopplung
  - hohes Maß an *„Collateral Evolution“*
- Hauptfaktoren
  - Komplexität von Information
  - Informationstyp
  - Kommunikationsmethode
  - Art der Kopplung

Kopplung – Informationstyp

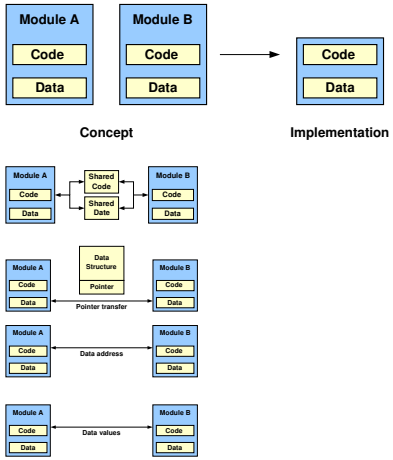


Kopplung – Kommunikationsmethode



Kopplung – Art

starker Kopplung

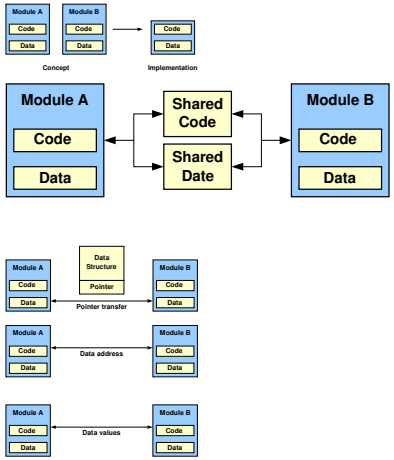


- **Content Coupling**
  - Module existieren im Konzept
  - keine Trennung in der Implementierung
- Common Coupling
- Stamp Coupling
- Data Coupling – by reference
- Data Coupling – by value

geringe Kopplung

Kopplung - Art

starker Kopplung

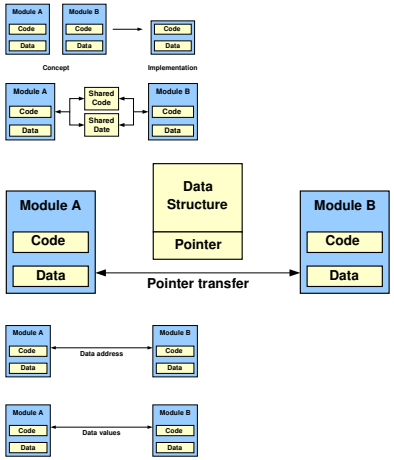


- Content Coupling
- **Common Coupling**
  - Unterscheidung: globale vs. private Daten- und Programmbereiche
  - globale Bereiche von allen Modulen zugreifbar
- Stamp Coupling
- Data Coupling – by reference
- Data Coupling – by value

geringe Kopplung

Kopplung - Art

starker Kopplung

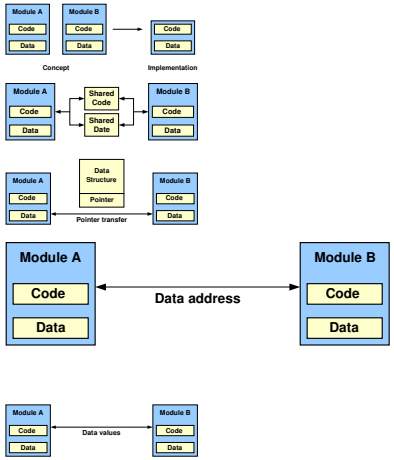


- Content Coupling
- Common Coupling
- **Stamp Coupling**
  - spezifische Datenstruktur statt globaler Bereiche
  - nur bestimmte Bereiche werden geteilt
  - teilende Module müssen konsistente Sicht auf die Datenstruktur haben
- Data Coupling – by reference
- Data Coupling – by value

geringe Kopplung

Kopplung - Art

starker Kopplung

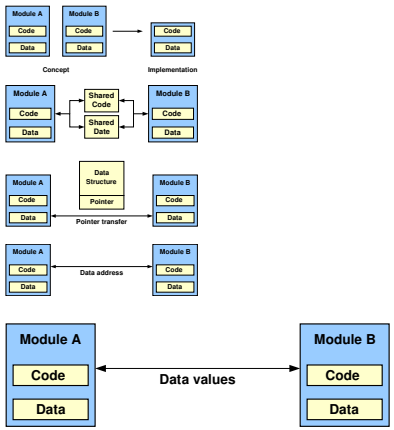


- Content Coupling
- Common Coupling
- Stamp Coupling
- **Data Coupling – by reference**
  - Zugriff auf Daten per Referenzen
  - Konsistenz der Daten durch Programmiersprache sicher gestellt
- Data Coupling – by value

geringe Kopplung

Kopplung - Art

starker Kopplung

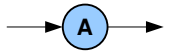


- Content Coupling
- Common Coupling
- Stamp Coupling
- Data Coupling – by reference
- **Data Coupling – by value**
  - nur Werte werden weiter gegeben
  - Module können Zustände anderer Module nicht ändern
  - sehr sicher
  - hoher Speicherbedarf

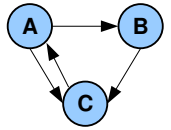
geringe Kopplung

Kohäsion

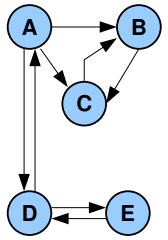
- ideales Module
  - sehr einfach
  - 1 Eingang, 1 Ausgang
- einfache Systeme
  - übersichtlich
- komplexere Systeme
  - Systemkomplexität steigt schnell an
  - unübersichtlich
- Kompromiss
  - einfache Module vs. einfaches System



ideales Modul



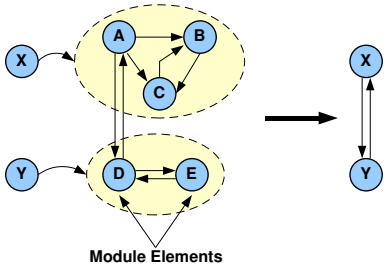
einfaches System



komplexeres System

Kohäsion

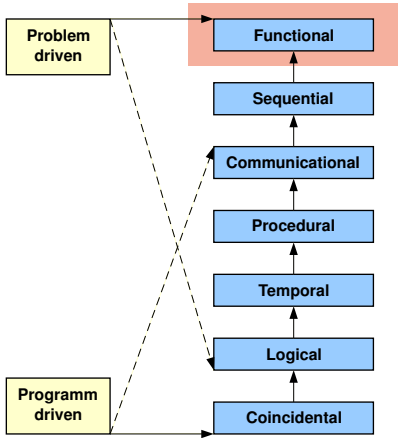
- fasse Module zu Super-Modulen zusammen
  - Module werden Elemente des Super-Moduls



- Kohäsion: ein Maß für den **Zusammenhalt** der Elemente
  - Anzahl der Verbindungen **untereinander**
  - Anzahl der Verbindungen **nach außen**

Kohäsion – Arten (Sommerville)

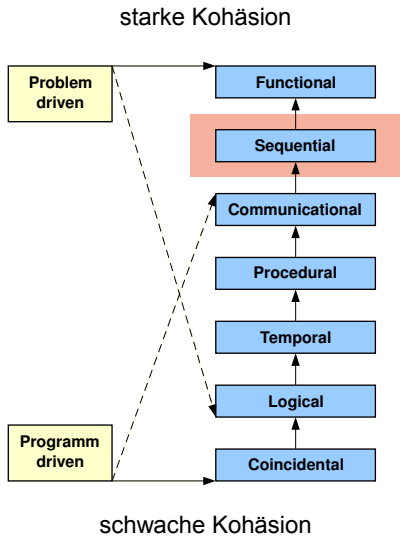
starke Kohäsion



schwache Kohäsion

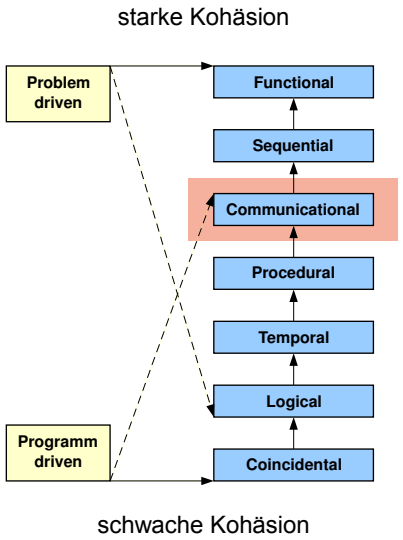
- Funktional
  - fasst Elemente nach ihrer Funktion zusammen
  - ein funktionales Modul erfüllt genau eine Funktion
  - kein Element ist redundant
  - schlecht definierbar

Kohäsion – Arten (Sommerville)



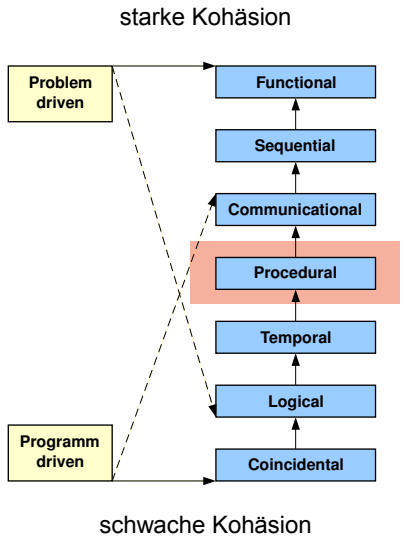
- Sequentiell
  - Elemente formen eine lineare Sequenz
  - Ausgabe des einen Elements ist die Eingabe des nächsten Elements
  - gut geeignet für die Abbildung von Datenflüssen

Kohäsion – Arten (Sommerville)



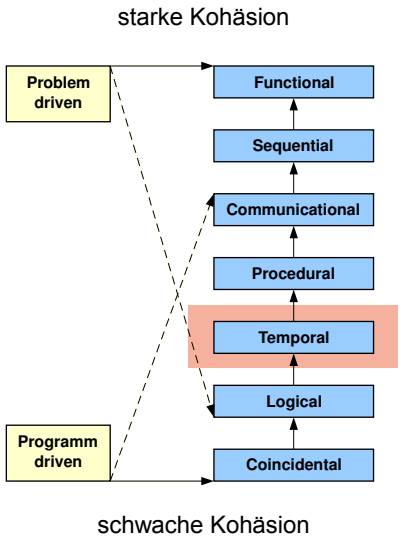
- Kommunikativ
  - Elemente arbeiten auf gemeinsamen Daten
  - Verknüpfung der Elemente entsteht durch die Operationen auf den Daten

Kohäsion – Arten (Sommerville)



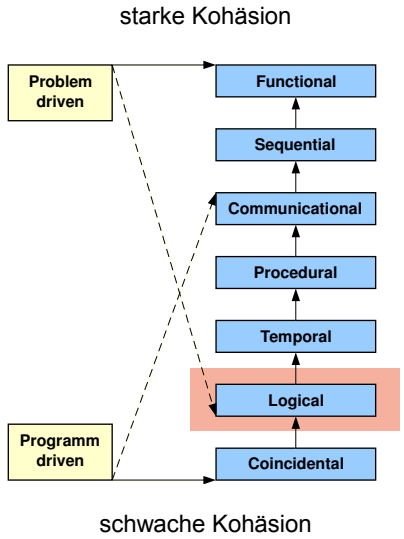
- Prozedural
  - Elemente besitzen gemeinsame Kontrollstruktur
  - Elemente arbeite nicht auf gemeinsamen Daten
  - Beispiel:
    - verschiedene Berichte drucken
    - Datei: Rechte prüfen & öffnen

Kohäsion – Arten (Sommerville)



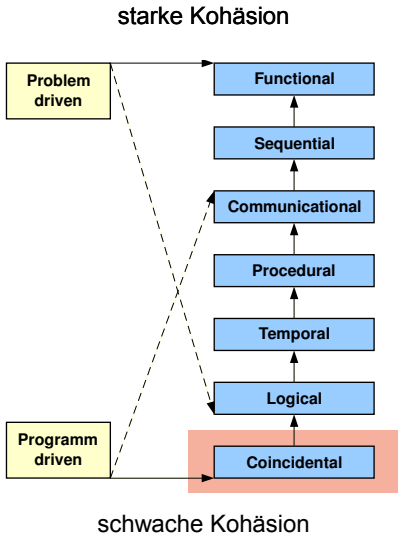
- Zeitlich
  - alle Elemente hängen zeitlich voneinander ab
    - z.B. Initialisierung, Shutdown
  - Elemente ohne Relation werden zusammen gruppiert

Kohäsion – Arten (Sommerville)



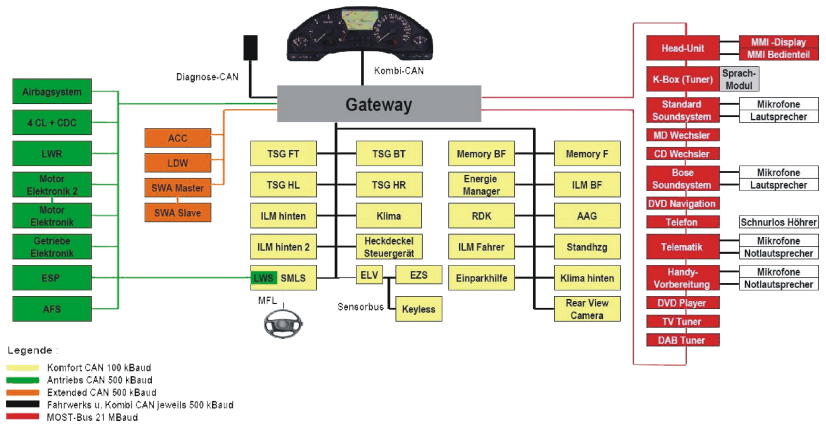
- Logisch
  - Elemente hängen logisch zusammen
  - Vorsicht: Modul enthält mehr als Funktionalität → schlechtere Wartbarkeit
  - relativ gut geeignet für eingebettete Systeme
  - Beispiele:
    - ein Filter besteht aus einer Gruppe von Prozeduren
    - Linux: `ioctl`

Kohäsion – Arten (Sommerville)



- Zufällig
  - Elemente stehen nicht in einer bestimmten Beziehung
  - Indikator: schlechtes Design
  - Beispiel:
    - Code-Sharing

Beispiel: KFZ



Identifikation – Zusammenfassung

- minimiere Kopplung
- maximiere Kohäsion
- Unterstützung durch die Programmiersprache
  - Modulkonzept in C: schwach ausgeprägt
  - besser: C++ - Klassen
  - explizites Modulkonzept: Modula
- orientiere dich am realen System

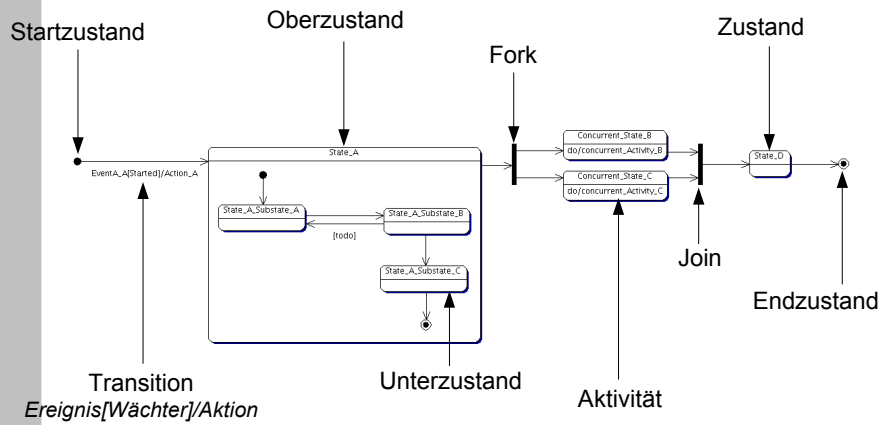
Teil 2: Spezifikation

- informelle Beschreibung des Moduls
- Abhängigkeiten
  - von welchen anderen Modulen hängt dieses Modul ab
  - welche anderen Module hängen von diesem Modul ab
- Schnittstelle
  - Syntax
  - Semantik
  - Vor- und Nachbedingungen
- Beschreibung der Schnittstelle
  - Zustandsdiagramme
  - Sequenzdiagramme
  - Aktivitätsdiagramme
  - informell

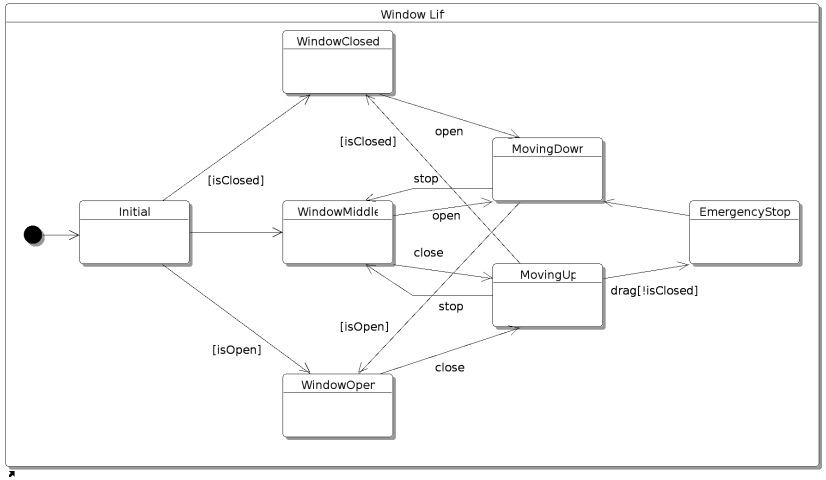
Zustandsdiagramme

- beschreiben das Verhalten eines Systems
  - mögliche Zustände
  - Zustandsübergänge in Verbindung mit bestimmten Ereignissen
- ✔ gut geeignet für die Beschreibung eines Moduls
- ✗ weniger geeignet für die Beschreibung mehrerer, interagierender Module

Zustandsdiagramme



Beispiel: elektrischer Fensterheber



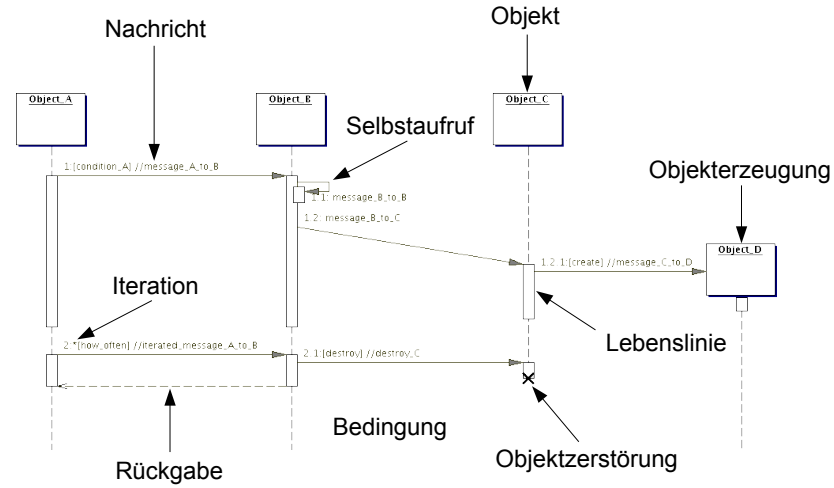
Sequenzdiagramme

- Darstellung von
  - Kontrollflussinformation
  - nebenläufigen Prozessen

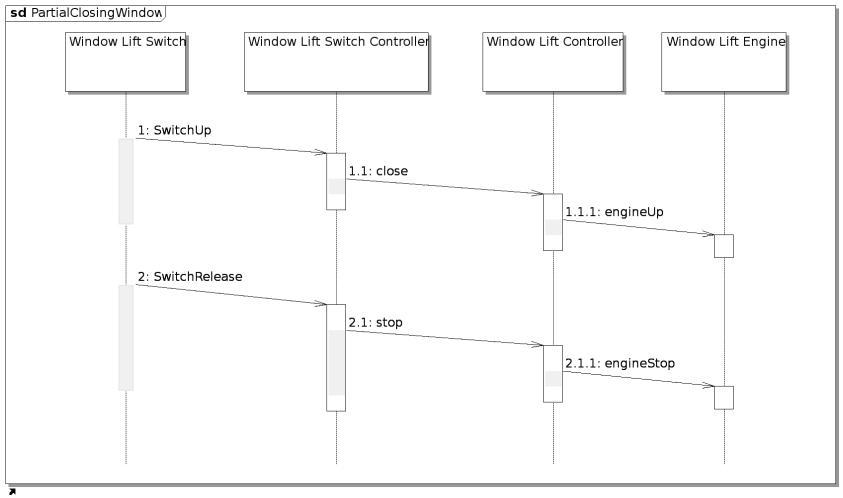
✔ Sequenzdiagramme sind gut geeignet, für die Darstellung
- des Verhaltens mehrerer Objekte/Modulen in einem Anwendungsfall
- der Zusammenarbeit zwischen mehreren Objekten/Modulen
- zeitlichen Verhaltens

✗ Sequenzdiagramme sind weniger geeignet, ...
- um das Verhalten einfacher Objekte/Module in mehreren Anwendungsfälle darzustellen
  (→ Zustandsdiagramme, → Aktivitätsdiagramme)

Sequenzdiagramme



Beispiel: elektrischer Fensterheber



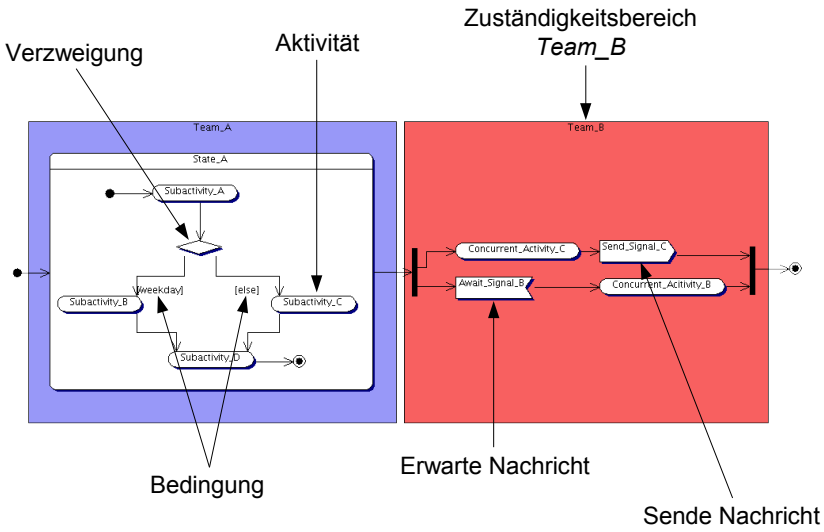
Aktivitätsdiagramme

- Mischung aus
  - SDL
  - Workflow-Modellierung
  - Petri-Netzen
- Stärke: nebenläufiges Verhalten
- unklare Zuordnung zwischen Aktivität und Objekt

✔ gut mit Aktivitätsdiagrammen darzustellen:
- Workflows
- nebenläufige Aktivitäten
- komplizierte, sequentielle Algorithmen

✗ weniger gut mit Aktivitätsdiagrammen darzustellen:
- Kooperation mehrerer Objekte / Module (→ Sequenzdiagramme)
- Verhalten eines Objekts / Moduls (→ Zustandsdiagramme)

Aktivitätsdiagramme



Teil 3: Modellierung

- ein Modell ist ...
- **keine** Spezifikation!
- ***„abstrakte Implementierung“*** der Spezifikation
  - oft basierend auf formalen Methoden
    - Zustandsautomaten, Petri-Netze
    - formale Modellierungssprachen
    - Logik
  - geeignet für die Verifizierung des Systems
  - geeignet für die automatische Erzeugung einer Implementierung
- kommt dem Verhalten des realen Systems sehr nahe
- **nicht** Bestandteil dieser Veranstaltung

Teil 4: Implementierung

- Verwendete Programmiersprache: C/C++/Java
- Modulkonzept in C: schwach ausgeprägt
- hohe Disziplin des Entwicklers notwendig
- muss überprüft / sicher gestellt werden
  - Metriken
  - Coding-Guidelines
  - Code Reviews

Module in C

- Schnittstelle: Header
- Implementierung: Übersetzungseinheit
- private Programmstrukturen: Schlüsselwort `static`
- globale Programmstrukturen: Schlüsselwort `extern`
- Wie implementiert man
  - Content Coupling?
  - Common Coupling?
  - Stamp Coupling?
  - Data Coupling – by reference?
  - Data Coupling – by value?

Ergebnis

- Gliederung des Systems in Komponenten
- Spezifikation der Komponenten
  - informelle Beschreibung der Komponenten
  - syntaktische und semantische Beschreibung der Schnittstelle
  - Interaktion mit und Abhängigkeiten von anderen Komponenten
- Implementierung der Komponenten in C/C++/Java

Literatur

- *Grady Booch, James Rumbaugh, and Ivar Jacobson.*
  The Unified Modeling Language User Guide.
  Object Technology Series. Addison-Wesley, Reading/MA, 1999.
- *Jim Cooling.*
  Software Engineering for Real-Time Systems.
  Addison-Wesley, 2003.
- *Bruce Powel Douglass.*
  Real-Time UML.
  Addison-Wesley, Reading, USA, 1998.
- *Martin Fowler and Kendall Scott.*
  UML konzentriert.
  Addison-Wesley, 2nd edition, 2000.