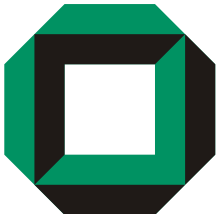
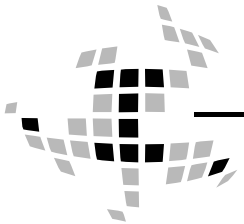


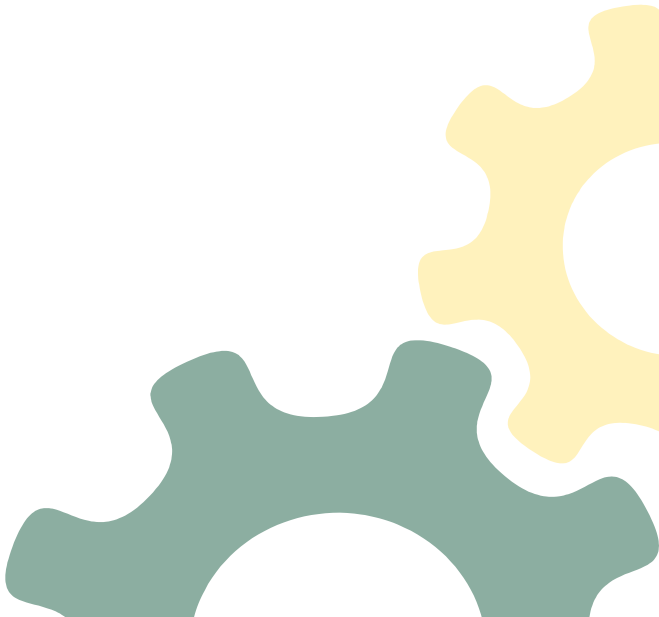
Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität · gegründet 1825

Kapitel 2.2 Weitere UML-Diagrammtypen

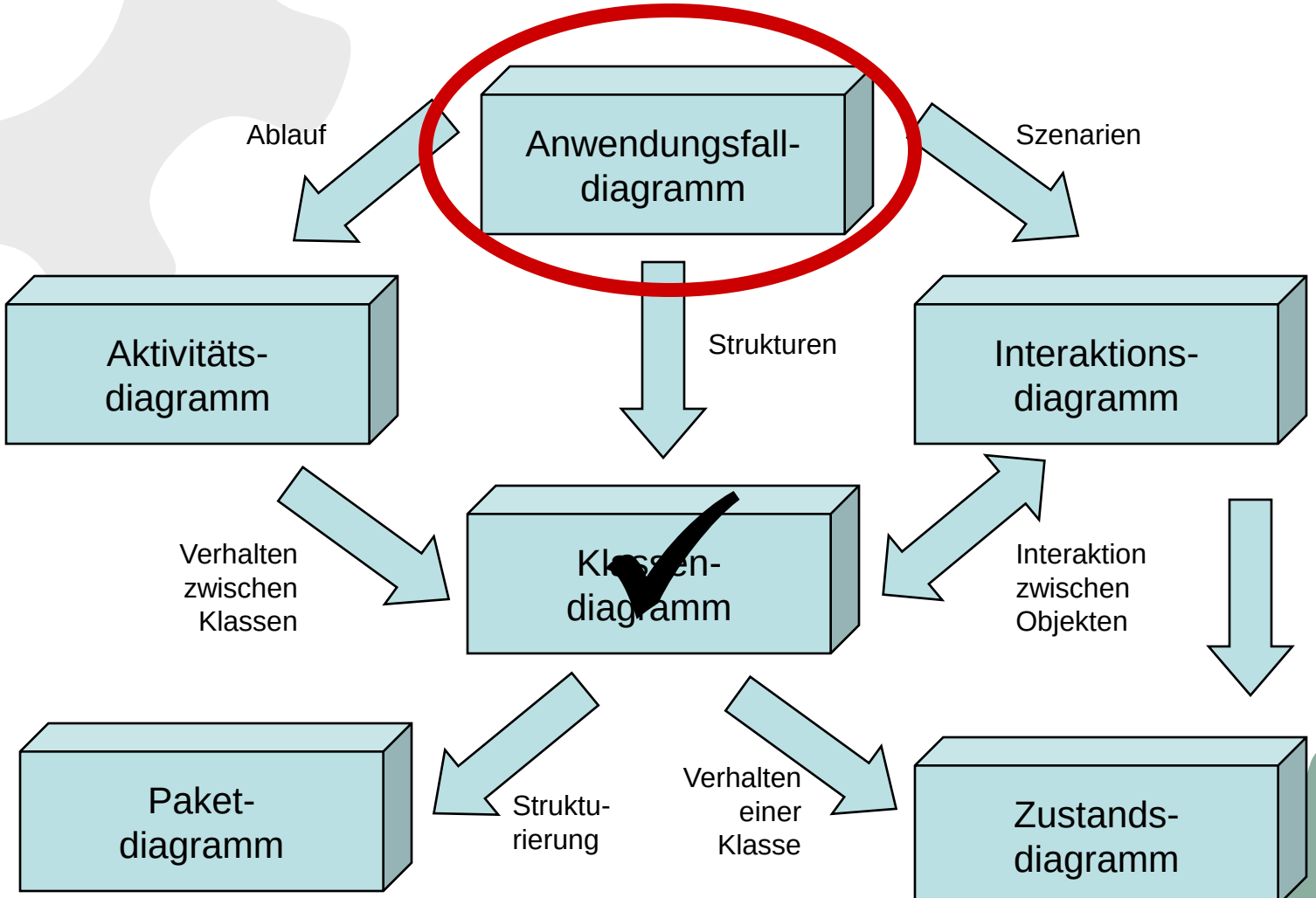
Walter Tichy
Guido Malpohl
Tom Gelhausen



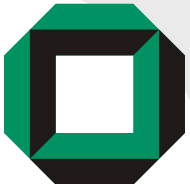
Fakultät für **Informatik**
Lehrstuhl für Programmiersysteme



UML-Diagramme



nach J.W. Schmidt, F. Matthes, TU Hamburg-Harburg



Anwendungsfalldiagramm (*use case*)

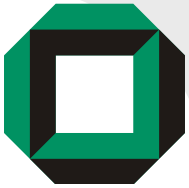
- Zur Anforderungsspezifikation – was will der Benutzer von seinem System?
- Modellieren typischer Interaktionen des Benutzers mit dem System
- Gewinnung aus
  - Dialog mit dem (zukünftigen) Benutzer
  - Dialog mit Experten

  } evtl. ≠ Kunde!
- Ermöglicht Kontrolle, ob das System das vom Auftraggeber gewünschte leistet (Design und Implementierung)

Anwendungsfalldiagramm (*use case*)

- Zur Anforderungsspezifikation – was will der Benutzer von seinem System?
- M
  Be
- G
  -
  -
- E
  Auftraggeber gewünschte leistet (Design und Implementierung)

Wichtig: Anwendungsfalldiagramme sind ein Hilfsmittel zur Anforderungsermittlung und –verwaltung. Anwendungsfalldiagramme modelieren kein Verhalten und keine Abläufe! Sie zeigen nur Zusammenhänge der an Anwendungsfällen beteiligten Modellelemente.

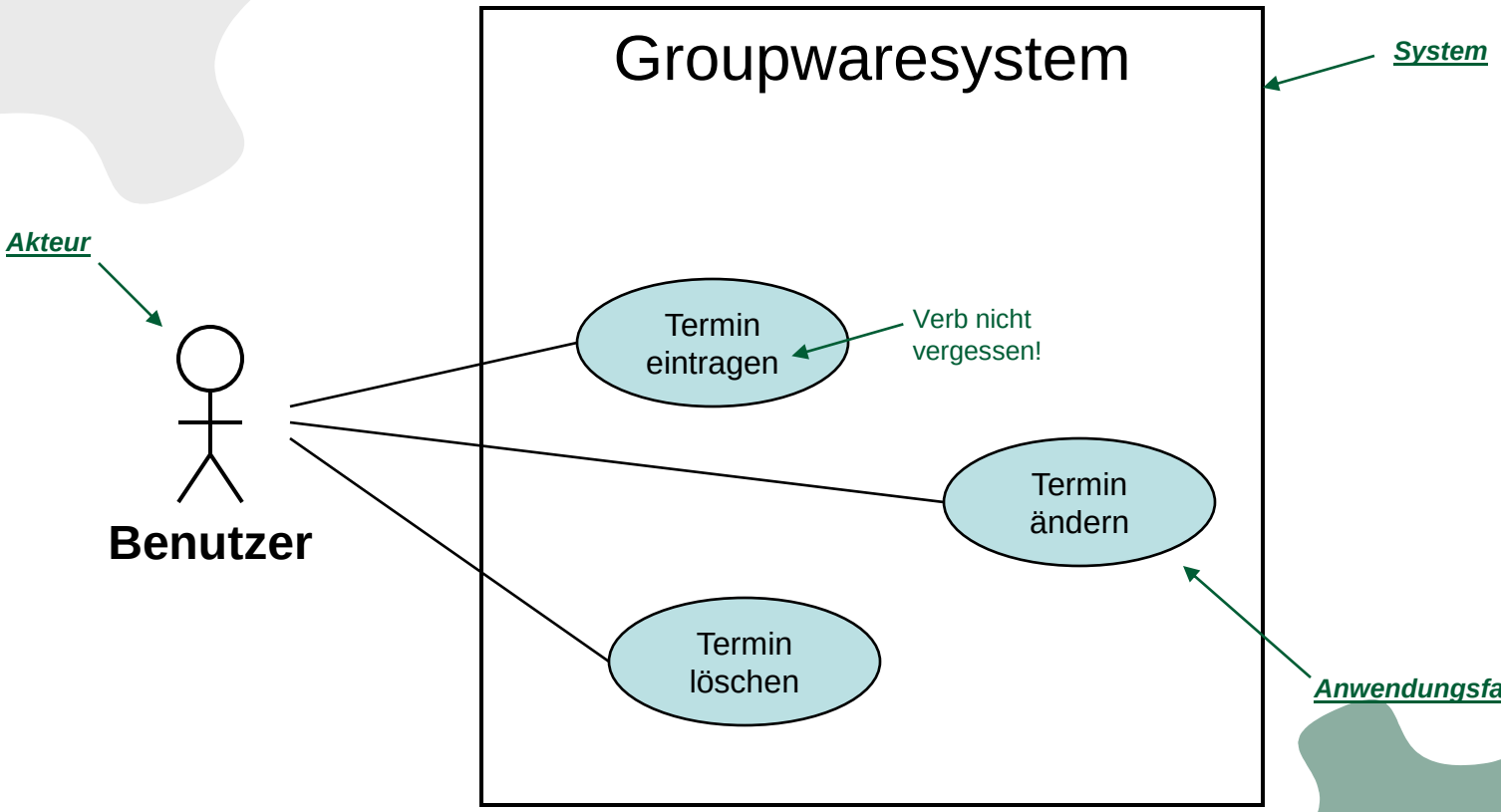


Definition

- Def. **Anwendungsfall**: Ein Anwendungsfall ist eine typische, gewollte Interaktion eines oder mehrerer Akteure mit einem (geschäftlichen oder technischen) System.
  - Ein Anwendungsfall wird stets durch einen Akteur initiiert und führt i.d.R. zu einem durch einen Akteur wahrnehmbaren Ergebnis.
  - Ein Anwendungsfall beschreibt *was* ein System leisten muss, nicht *wie* es das leisten muss – er kann insbesondere mehrere verschiedene Ablaufvarianten umfassen

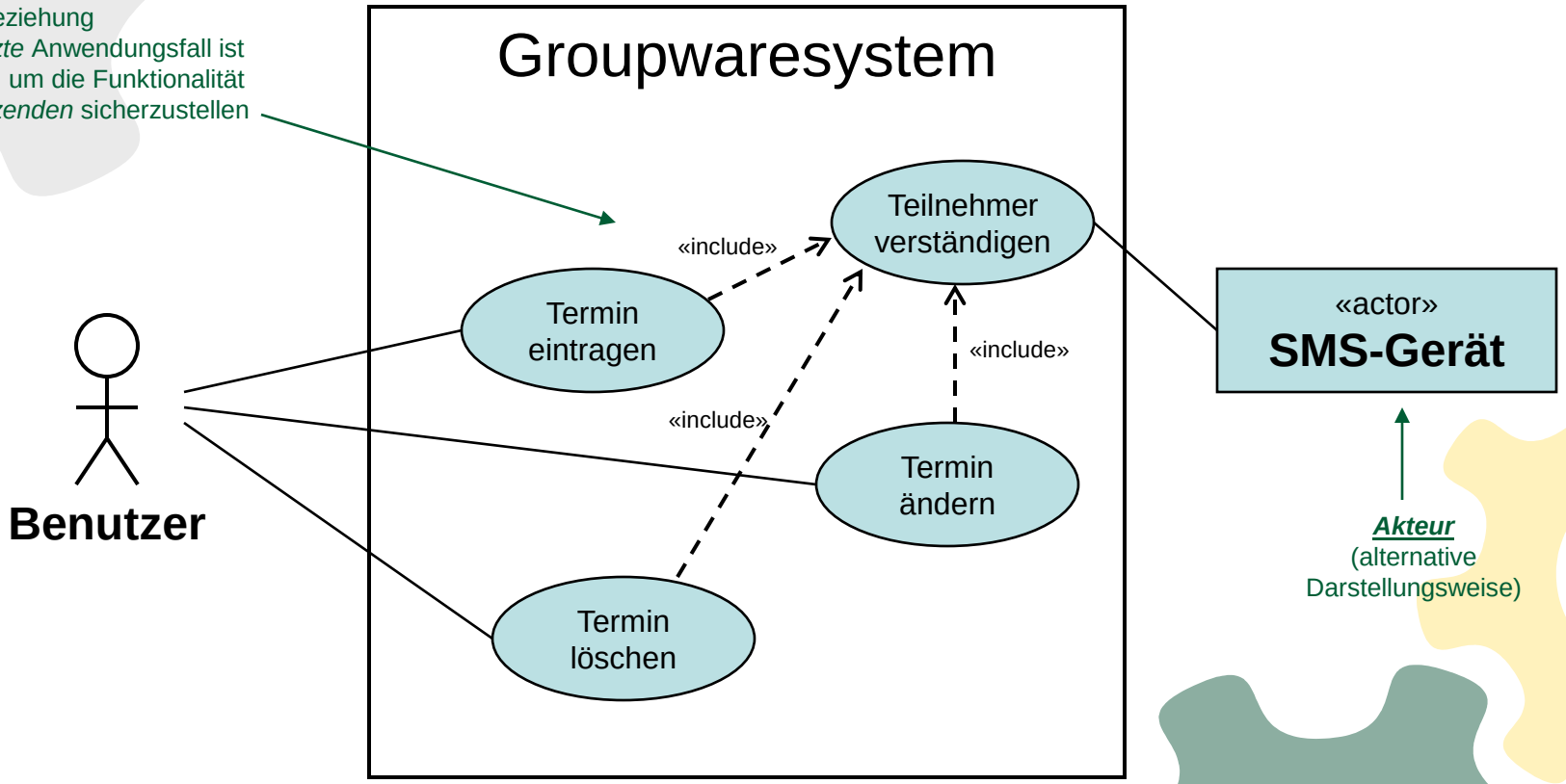
könnte z.B. mit einem Aktivitätsdiagramm beschrieben werden

Beispiel „Groupwaresystem“



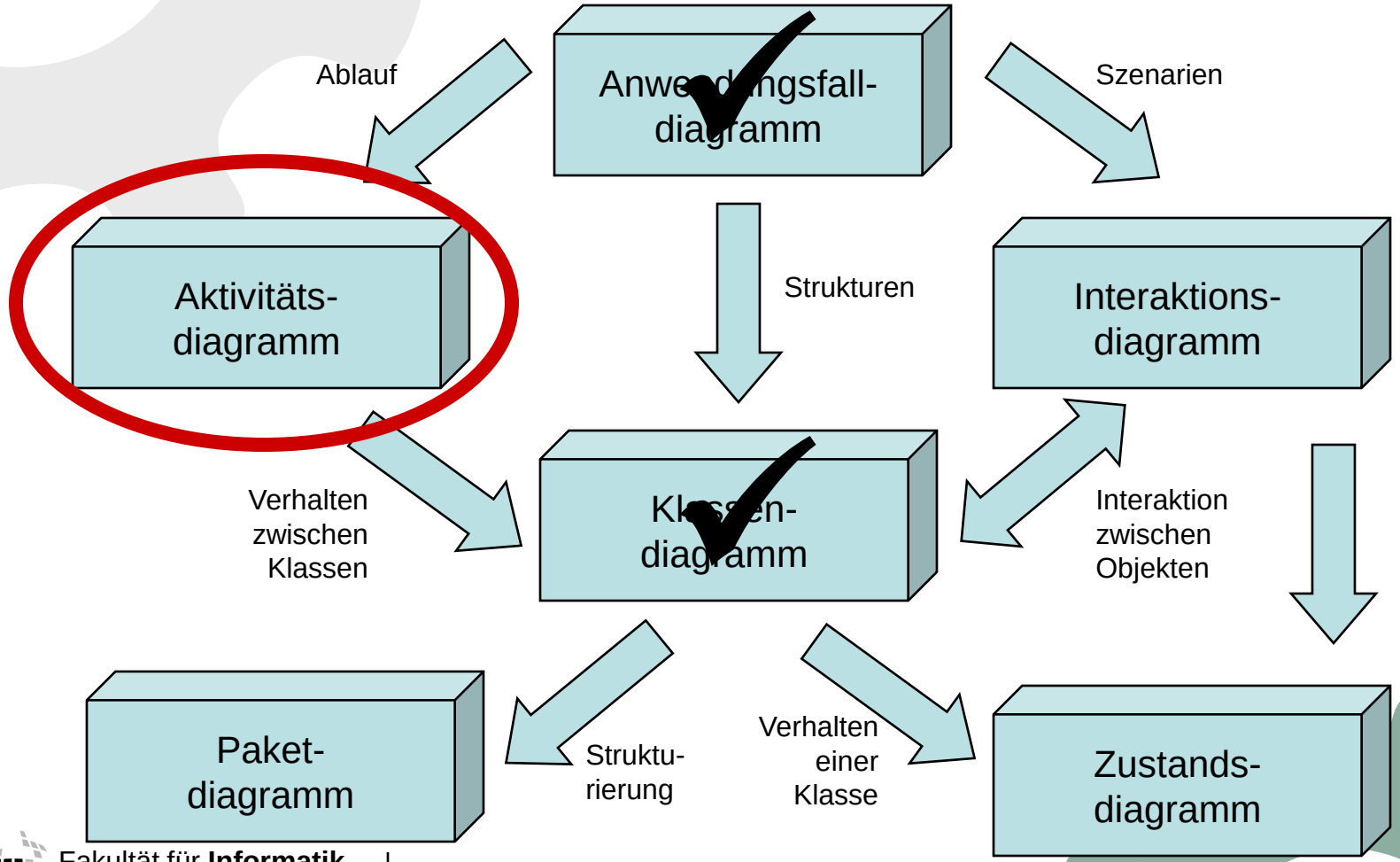
Benutzung anderer Anwendungsfälle

***Enthält*-Beziehung**
Der *benutzte* Anwendungsfall ist notwendig, um die Funktionalität des *benutzenden* sicherzustellen

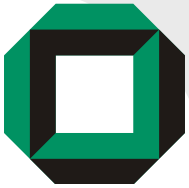


Akteur
(alternative Darstellungsweise)

UML-Diagramme



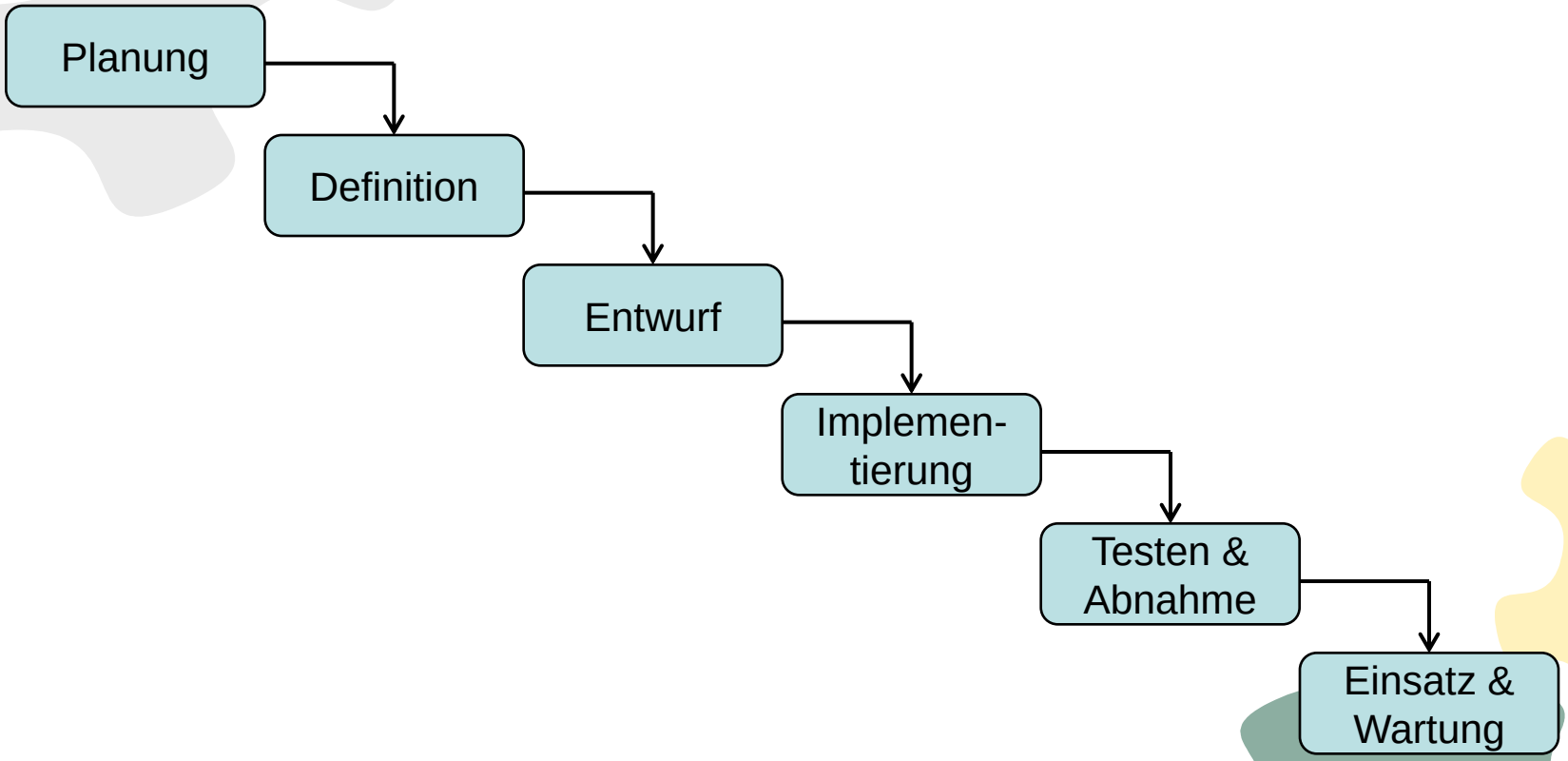
nach J.W. Schmidt, F. Matthes, TU Hamburg-Harburg



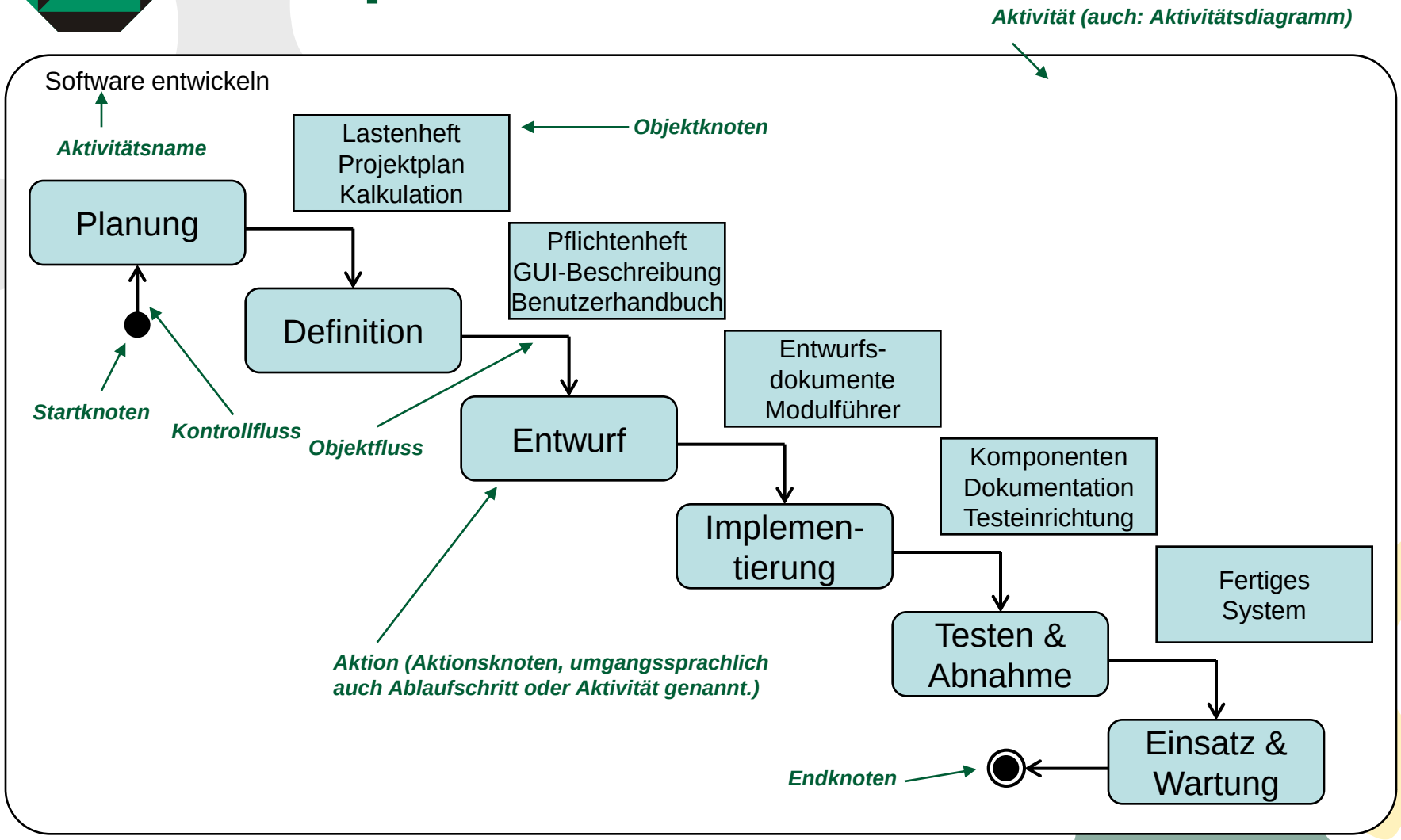
Aktivitätsdiagramm

- Ein Aktivitätsdiagramm beschreibt einen Ablauf
  - Betriebswirtschaftliche oder geschäftliche Prozesse
  - Technische Abläufe von Workflows und Anwendungsfällen
  - Konkrete algorithmische Abläufe in Programmen
- Aktivitätsdiagramme bestehen aus
  - Aktions-, Objekt- und Kontrollknoten, sowie
  - Objekt- und Kontrollflüssen.
- Semantik lehnt sich an Petrinetze an

Beispiel

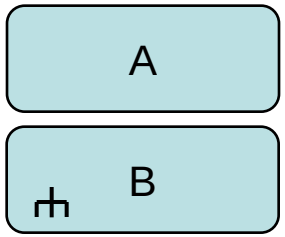

Planung
Definition
Entwurf
Implemen-
tierung
Testen &
Abnahme
Einsatz &
Wartung

Beispiel


Aktivität (auch: Aktivitätsdiagramm)
Software entwickeln
Aktivitätsname
Lastenheft
Projektplan
Kalkulation
Objektknoten
Planung
Pflichtenheft
GUI-Beschreibung
Benutzerhandbuch
Definition
Startknoten
Kontrollfluss
Objektfluss
Entwurfs-
dokumente
Modulführer
Entwurf
Komponenten
Dokumentation
Testeinrichtung
Implemen-
tierung
Fertiges
System
Testen &
Abnahme
Aktion (Aktionsknoten, umgangssprachlich
auch Ablaufschritt oder Aktivität genannt.)
Einsatz &
Wartung
Endknoten

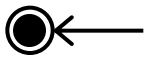
Elemente eines Aktivitätsdiagramms

- Aktionen
  - Elementare Aktion
  - Verschachtelte Aktion

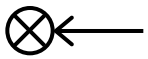


- Knoten
  - Startknoten

    - Startpunkt eines Ablaufs
  - Endknoten



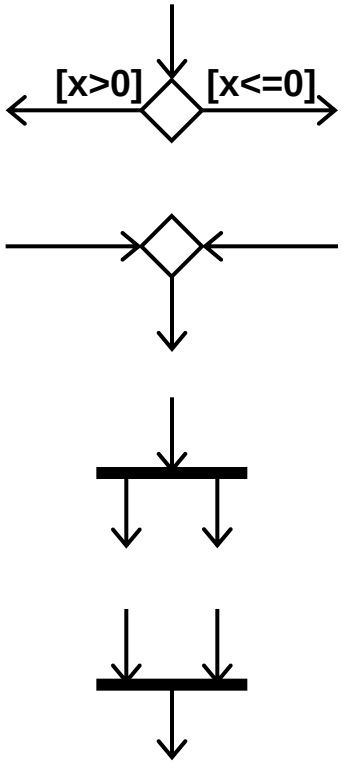
    - Beendet alle Aktionen und Knotrollflüsse
  - Ablaufende

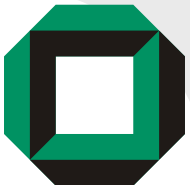


    - Beendet einen einzelnen Objekt- und Kontrollfluss

Elemente eines Aktivitätsdiagramms (2)

- Entscheidung
  - „if“-Verzweigung
- Zusammenführung
  - „oder“-Verknüpfung
- Teilung
  - Aufteilung eines Kontrollflusses
- Synchronisation
  - „und“-Verknüpfung

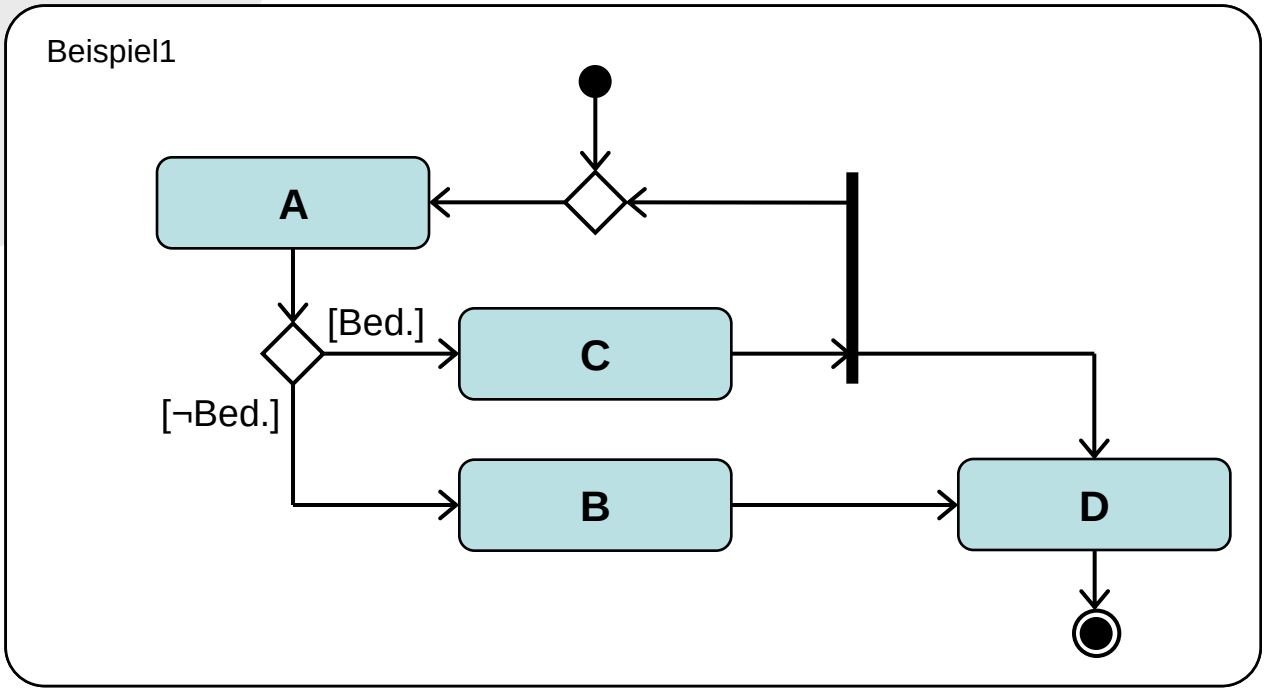




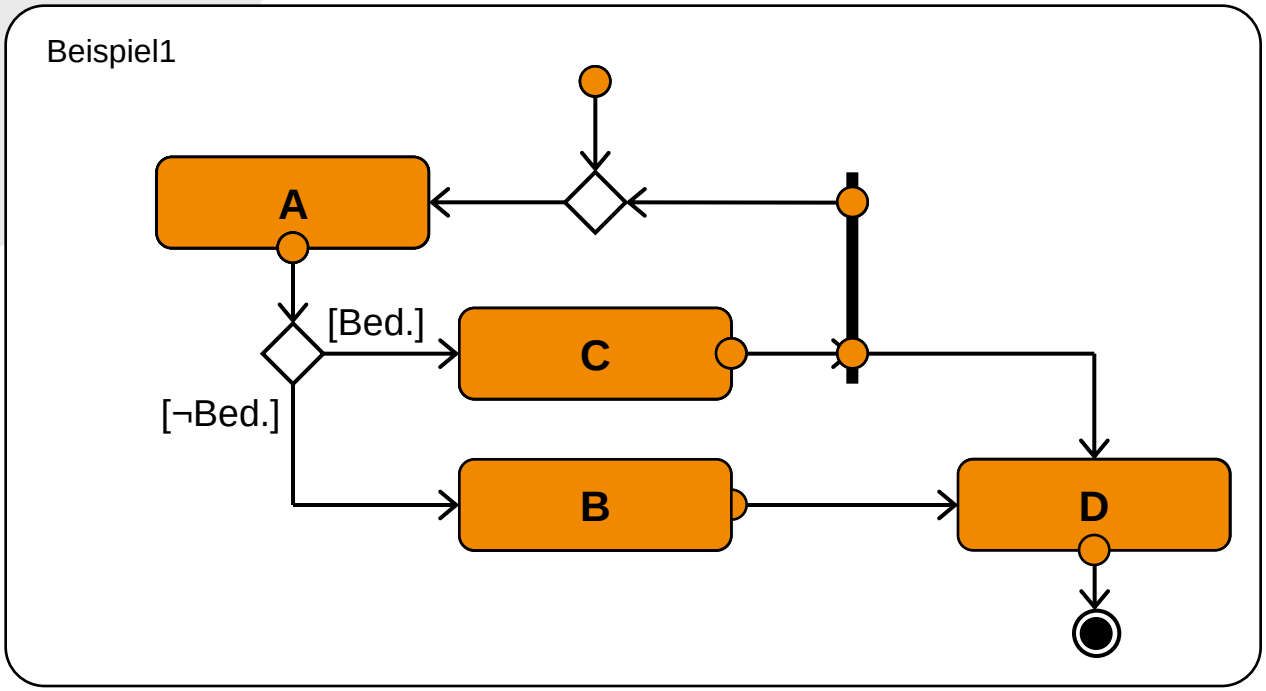
Ausführungssemantik Aktionen

- Die Abfolge der Aktionen wird durch Kontrollfluss- und Objektflusskanten gesteuert. (Abk. KFK bzw. OFK)
  - Auf Kontrollflusskanten wandern Kontrollmarken, auf Objektflusskanten wandern Objektmarken
- Eine Aktion kann erst dann ausgeführt werden, wenn alle eingehenden KFK und OFK Marken tragen.
- Wenn die Aktion beginnt werden Marken von den eingehenden Kanten entnommen:
  - Eine Objektmarke von jeder OFK sowie
  - Alle Kontrollmarken von den KFK. (Achtung: Abweichung von Petrinetz-Semantik!)
- Nach Ende der Aktion werden auf allen ausgehenden KFK und OFK Marken angeboten, die dann wiederum anderen Aktionen zur Verfügung stehen.

Ausführungssemantik Beispiel

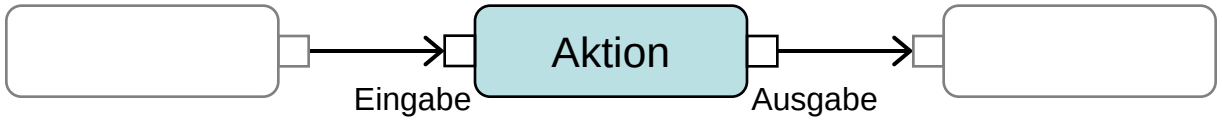


Ausführungssemantik Beispiel – Animation

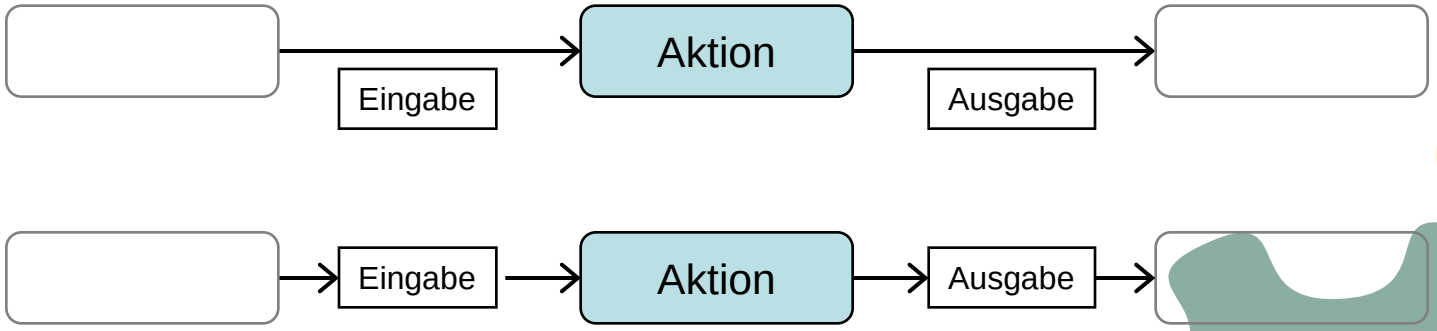


Elemente eines Aktivitätsdiagramms (3)

- Objektknoten
  - Eingabe- und Ausgabedaten einer Aktion
  - Darstellung durch Stecker (engl. pin)

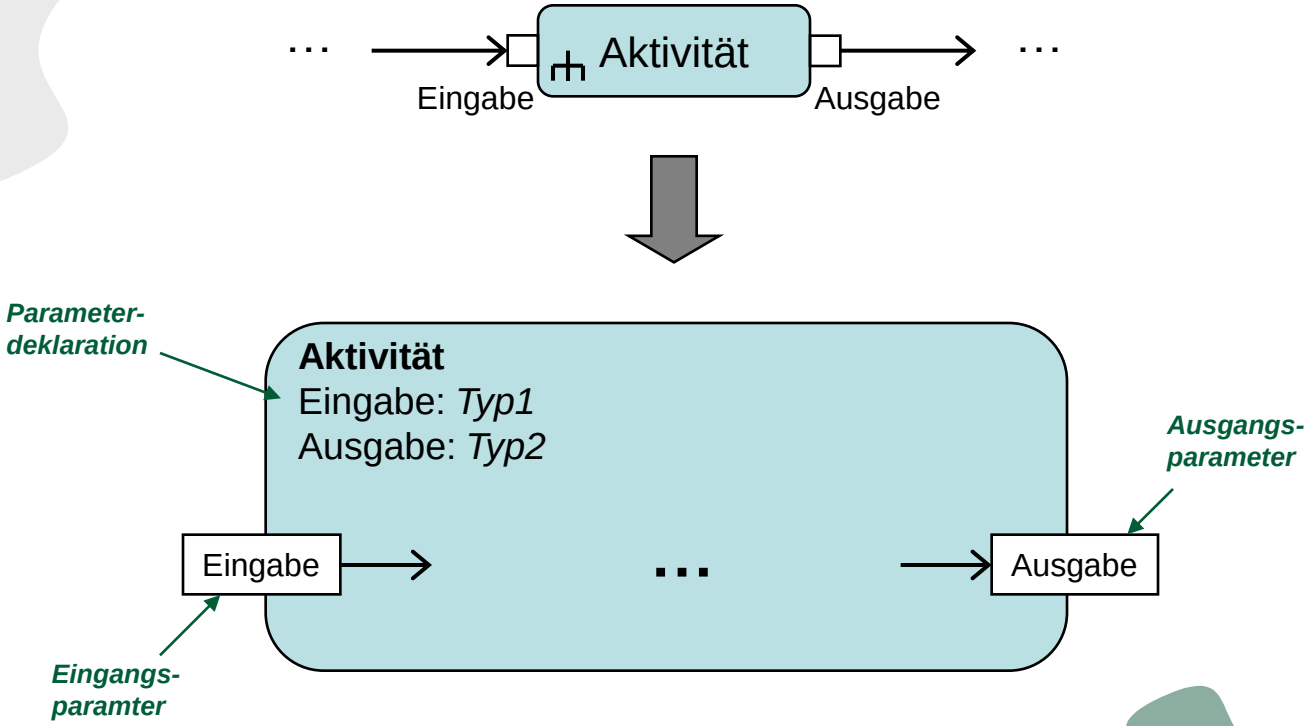


  - Alternative Darstellungen



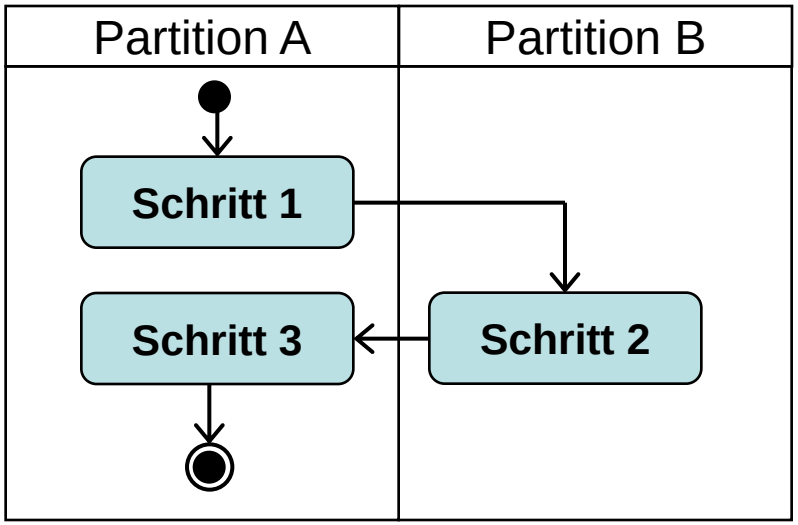
Elemente eines Aktivitätsdiagramms (4)

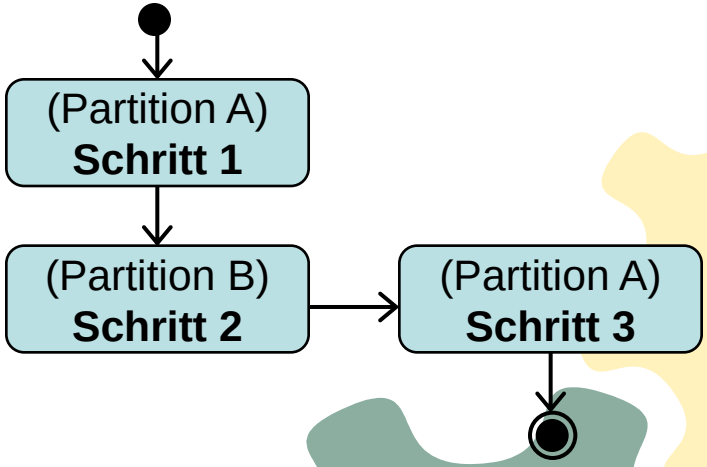
- Parameter von Aktivitäten



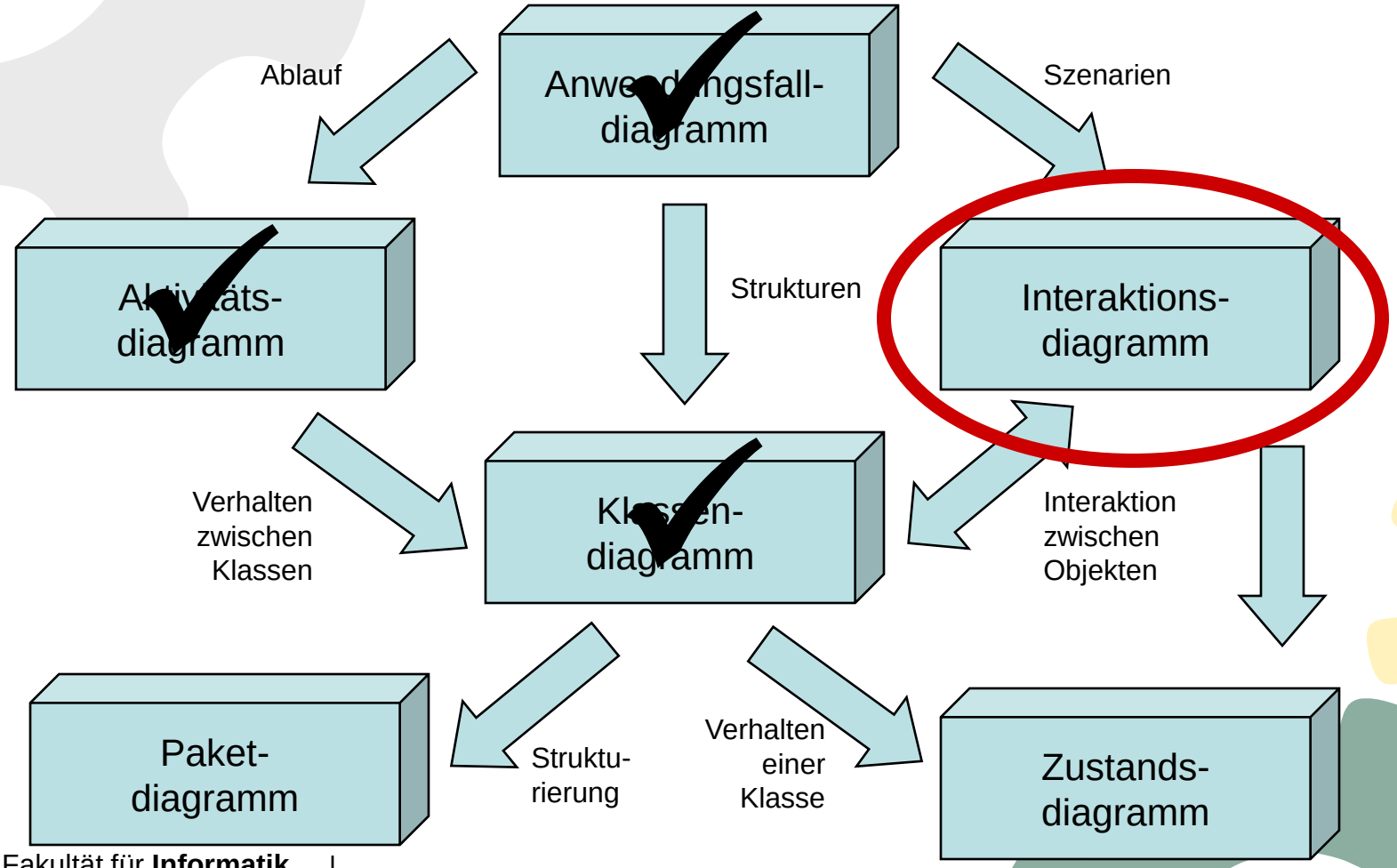
Elemente eines Aktivitätsdiagramms (5)

- Partitionen (Verantwortlichkeitsbereiche)
  - Partitionen beschreiben wer oder was für einen Knoten verantwortlich ist oder welche gemeinsame Eigenschaft sie kennzeichnet

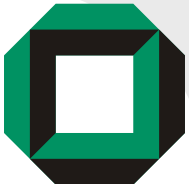




UML-Diagramme



nach J.W. Schmidt, F. Matthes, TU Hamburg-Harburg

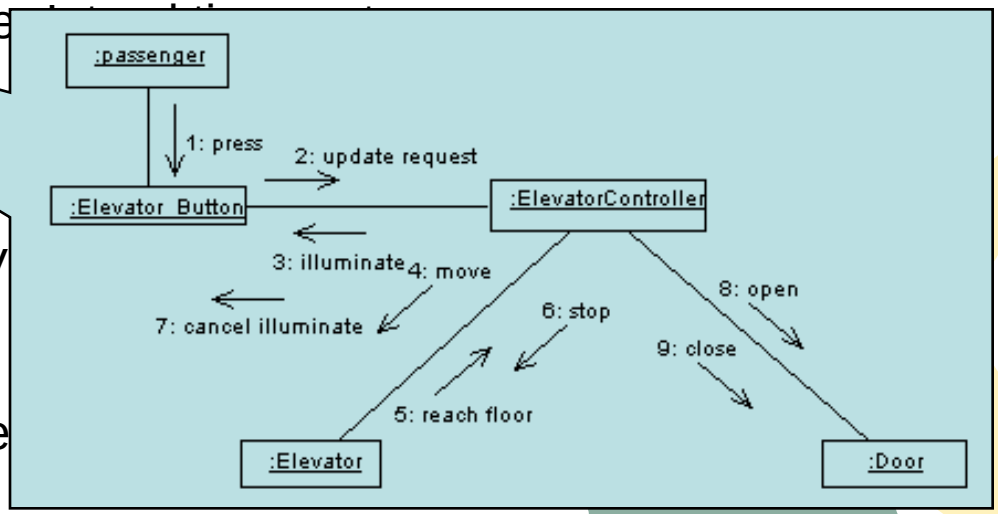


Interaktionsdiagramme

- Zeigen die für einen bestimmten Zweck notwendigen Interaktionen zwischen Objekten
- Das Klassendiagramm ist Grundlage der Interaktionsdiagramme
- Vier Typen
  - Kollaborationsdiagramm / Kommunikationsdiagramm
    - Schwerpunkt: Struktur der Interaktionspartner
  - Zeitdiagramm
    - Schwerpunkt: Zeitliche Koordination
  - Interaktionsübersicht
    - Aktivitätsdiagramm zur Veranschaulichung komplexer Sequenzdiagramme
  - Sequenzdiagramm
    - Schwerpunkt: Nachrichtenaustausch

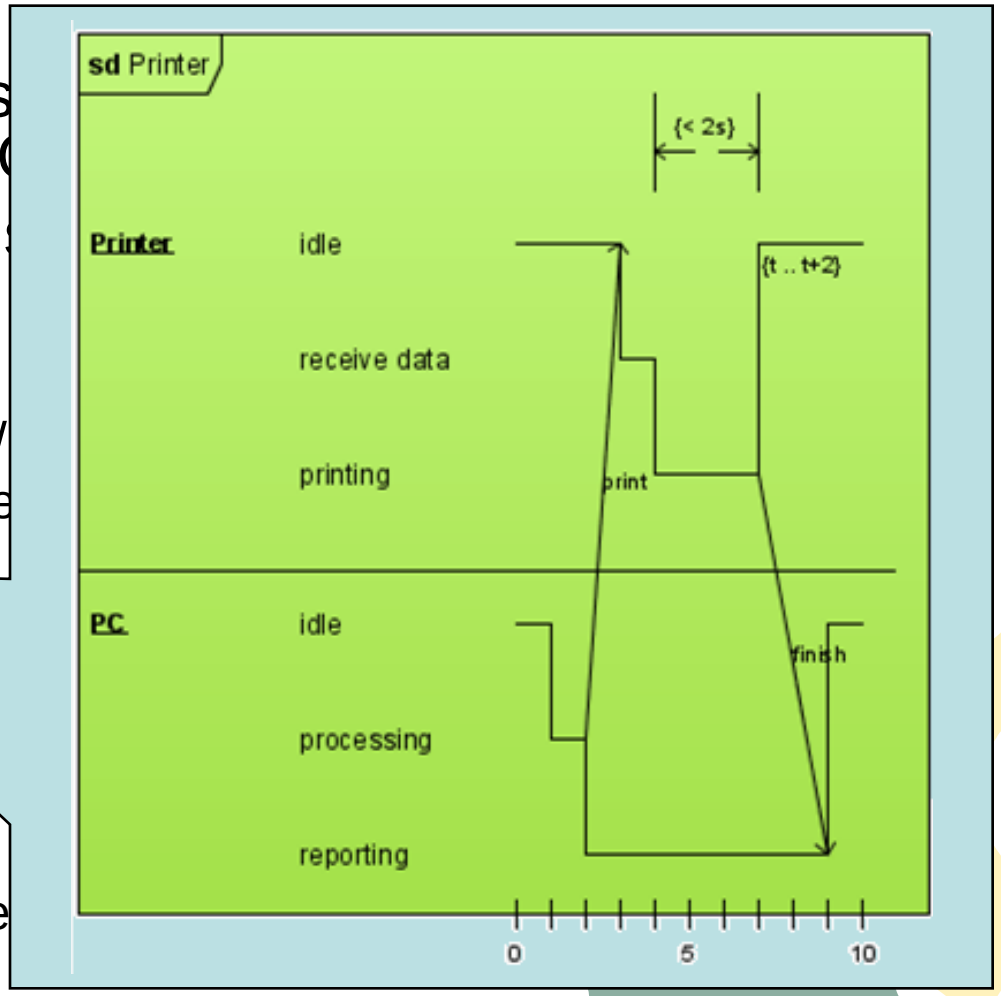
Interaktionsdiagramme

- Zeigen die für einen bestimmten Zweck notwendigen Interaktionen zwischen Objekten
- Das Klassendiagramm ist Grundlage der Interaktionsdiagramme.
- Vier Typen
  - Kollaborationsdiagramm / Kommunikationsdiagramm
    - Schwerpunkt: Struktur de
  - Zeitdiagramm
    - Schwerpunkt: Zeitli
  - Interaktionsübersicht
    - Aktivitätsdiagramm zur V
      Sequenzdiagramme
  - Sequenzdiagramm
    - Schwerpunkt: Nachrichte



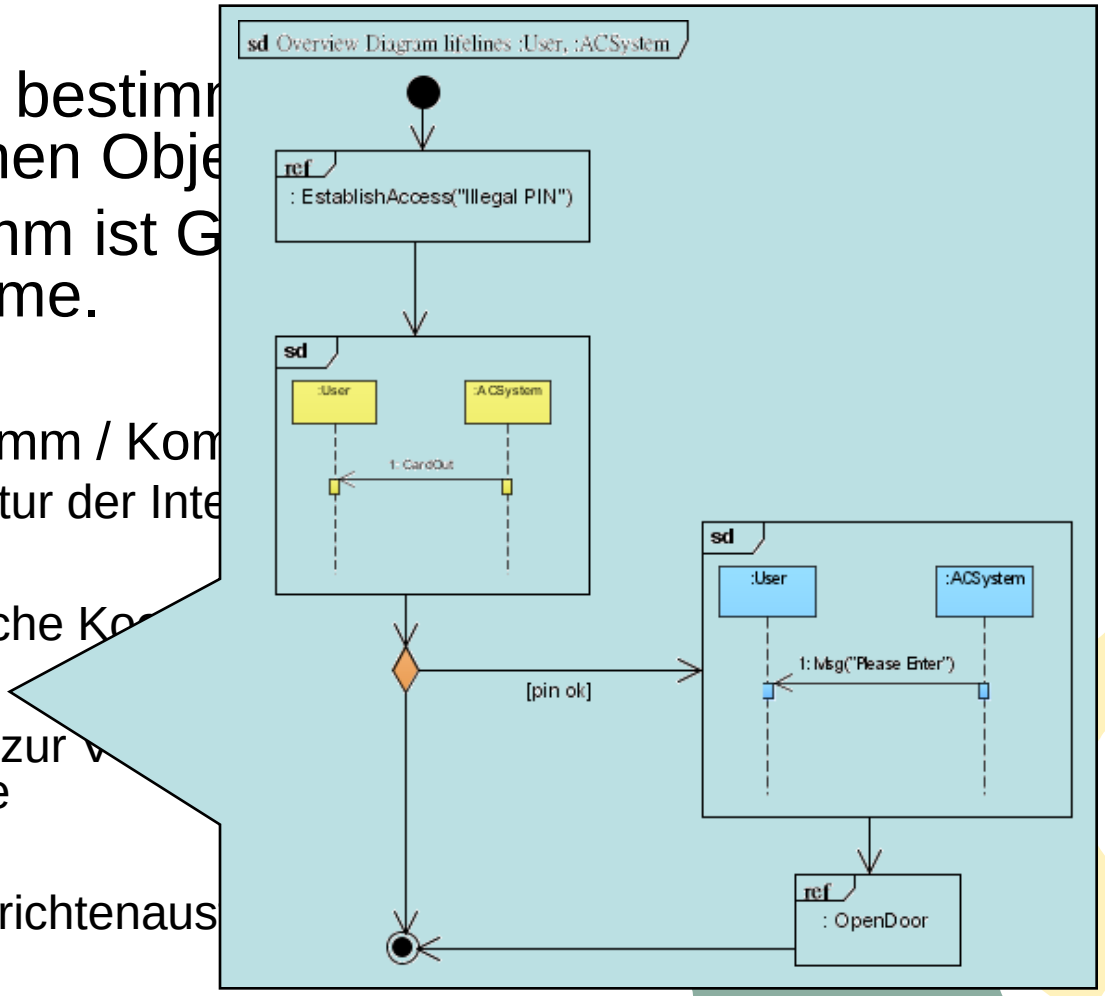
Interaktionsdiagramme

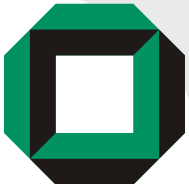
- Zeigen die für einen bes
  Interaktionen zwischen
- Das Klassendiagramm i
  Interaktionsdiagramme.
- Vier Typen
  - Kollaborationsdiagramm /
    - Schwerpunkt: Struktur de
  - Zeitdiagramm
    - Schwerpunkt: Z
  - Interaktionsübersich
    - Aktivitätsdiagramm z
      Sequenzdiagramme
  - Sequenzdiagramm
    - Schwerpunkt: Nachrichte



Interaktionsdiagramme

- Zeigen die für einen bestimm
  Interaktionen zwischen Obje
- Das Klassendiagramm ist G
  Interaktionsdiagramme.
- Vier Typen
  - Kollaborationsdiagramm / Kom
    - Schwerpunkt: Struktur der Inte
  - Zeitdiagramm
    - Schwerpunkt: Zeitliche Ko
  - Interaktionsübersicht
    - Aktivitätsdiagramm zur V
      Sequenzdiagramme
  - Sequenzdiagramm
    - Schwerpunkt: Nachrichtenaus

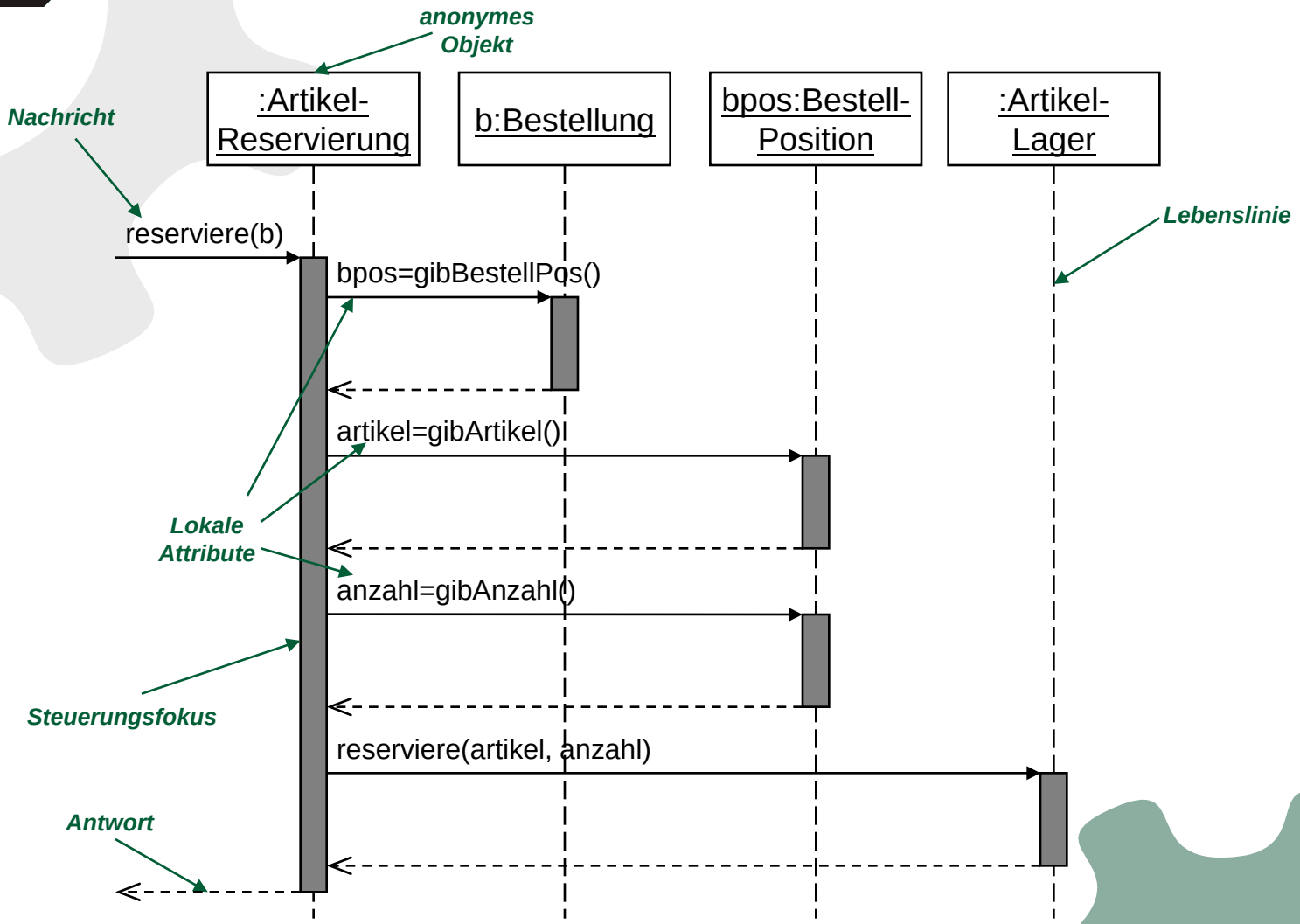




Sequenzdiagramm

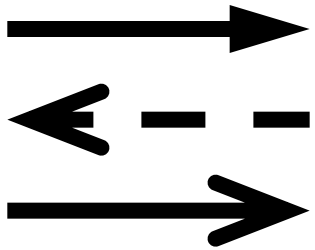
- Ursprünglich für die Modellierung von Telekommunikationsdiensten
- Exemplarische Darstellung eines möglichen Ablaufs eines Anwendungsfalls
  - Darstellung von Varianten sind möglich („alt“, „loop“), von dieser Möglichkeit sollte aber nur selten Gebrauch gemacht werden
- Konzentration auf den zeitlichen Verlauf der Nachrichten
  - Zeit verläuft von oben nach unten
  - Rollen werden durch senkrechte gestrichelte Linien dargestellt
  - Nachrichten werden durch waagerechte Pfeile zwischen Rollenlinien gezeichnet
- Intuitiv, aber benötigt viel Platz

Beispiel


anonymes Objekt
:Artikel-Reservierung
b:Bestellung
bpos:Bestell-Position
:Artikel-Lager
Nachricht
Lebenslinie
reserviere(b)
bpos=gibBestellPos()
artikel=gibArtikel()
Lokale Attribute
anzahl=gibAnzahl()
Steuerungsfokus
reserviere(artikel, anzahl)
Antwort

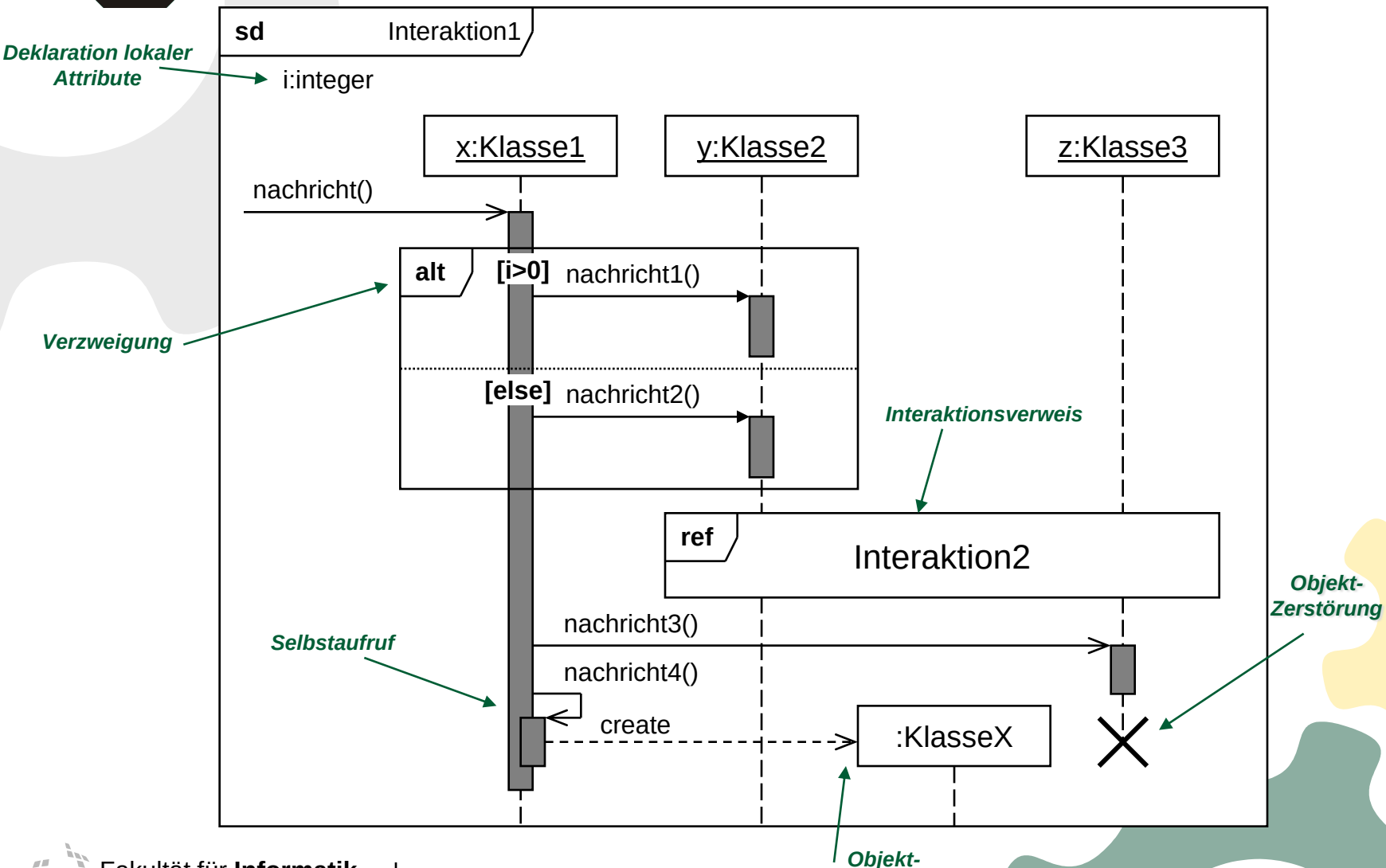
Elemente Sequenzdiagramm

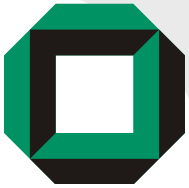
- Nachrichtentypen
  - Synchrone Nachrichten
  - Antworten (optional)
  - Asynchrone Nachrichten



- Steuerungsfokus
  - Überlagerung der gestrichelten Lebenslinien durch senkrechte Balken
  - Gibt an, welche Rolle die Programmkontrolle besitzt
  - Optional

Weitere Notationselemente



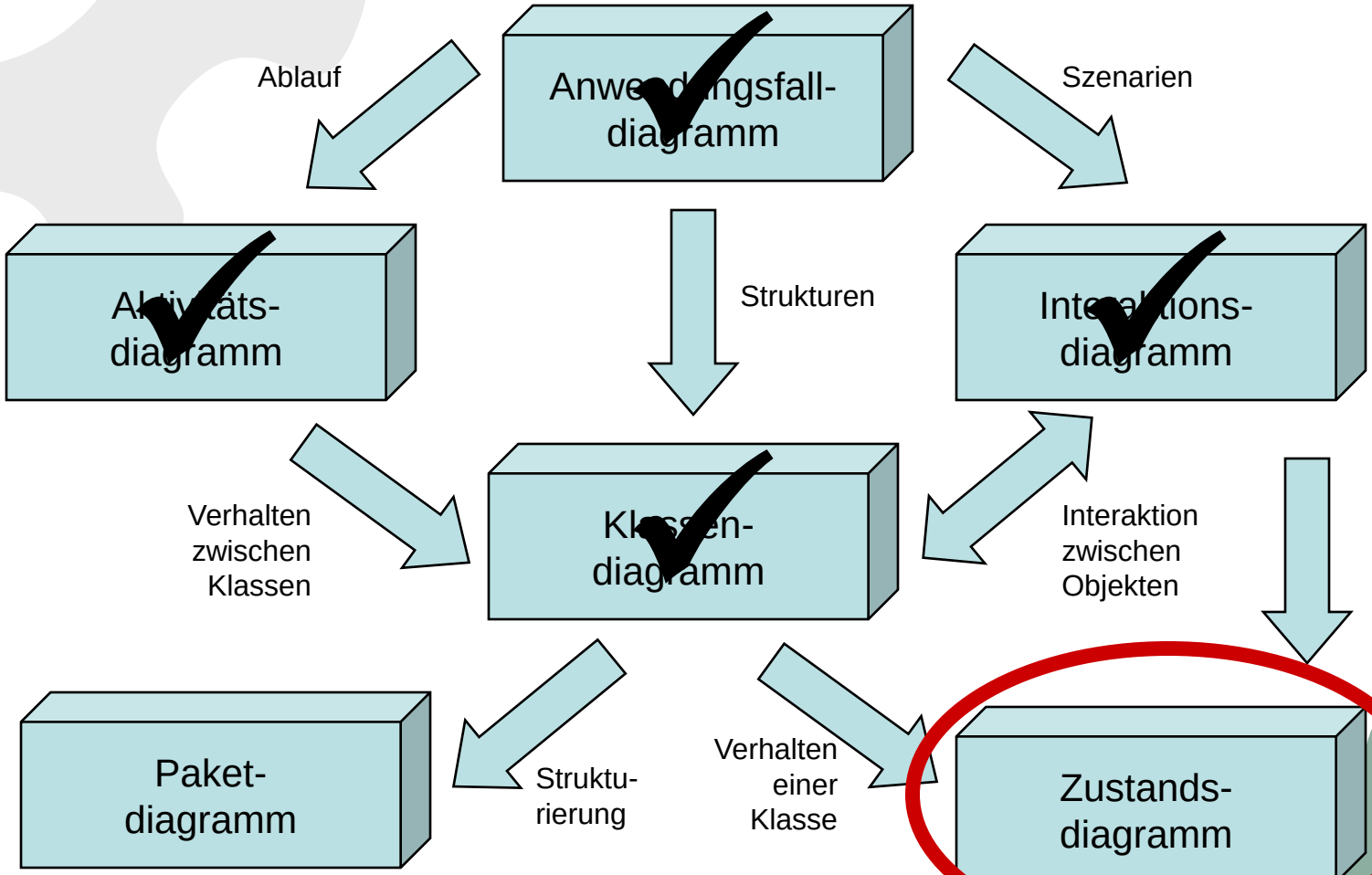


Operatoren

- Operatoren dienen dazu, alternative Abläufe und Verzweigungen auszudrücken
  - Nur mit großer Vorsicht verwenden, da dies schnell unübersichtlich wird
  - Bei einer Vielzahl von Möglichkeiten eignet sich eher ein Aktivitätsdiagramm

Operator	Bed./Parameter	Bedeutung
alt	[bed.1], [bed.1], … [else]	Nur eine der Alternativen wird ausgeführt.
break	[bedingung]	Ist die Bedingung wahr, dann wird nur der Block ausgeführt und anschließend endet das Szenario.
opt	[bedingung]	Optionale Sequenz. Die Teilsequenz wird nur ausgeführt, wenn die Bedingung wahr ist.
par		Enthaltene Teilsequenzen werden parallel ausgeführt.

UML-Diagramme

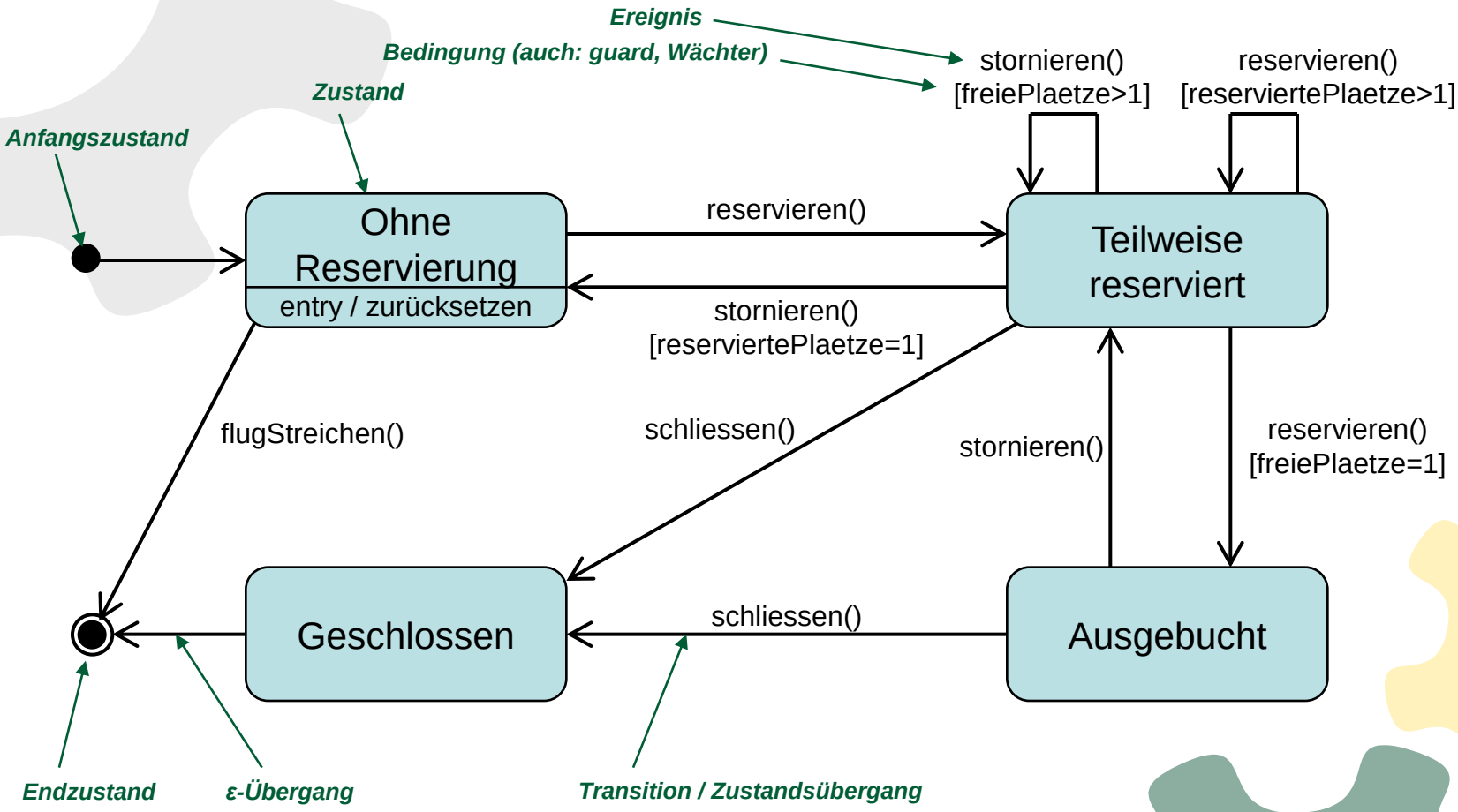


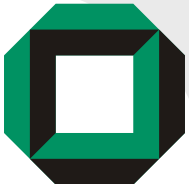
nach J.W. Schmidt, F. Matthes, TU Hamburg-Harburg

Zustandsdiagramm

- Beschreibt mögliche Zustände eines Objekts sowie mögliche Zustandsübergänge (endlicher Automat)
- Auf Basis der Interaktionsdiagramme für Klassen mit „interessantem Verhalten“, z.B.
  - Reale Dinge, die als „automatisch“ bezeichnet werden (Geldautomat, Garagenöffner, WaMa)
  - Kommunikationsprotokolle
  - Benutzerinteraktive Geräte
- Gültigkeit
  - Für den gesamten Lebenszyklus
  - Für die Ausführung einer Operation

Beispiel „Flugreservierung“



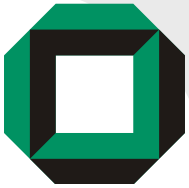


Zustandsdiagramm

- Ein Zustandsübergang wird durch ein Ereignis ausgelöst
  - An den Pfeilen werden die Transitionsbeschreibungen in folgender Form eingetragen:

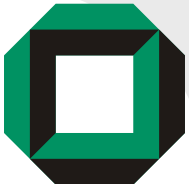
```
ereignis(argumente)
[bedingung]
/operation(argumente)
```

- Ein Zustandsübergang findet nur statt, wenn zu dem Zeitpunkt, zu dem das Ereignis eintritt, auch die entsprechende Bedingung gültig ist *(guarded transition)*
- Sonderfall: ε-Übergang (auch „Spontanübergang), braucht kein Ereignis, kann jederzeit erfolgen, wenn
  - Das System sich in dem Zustand befindet und
  - Die Bedingung erfüllt ist



Zustandsdiagramm

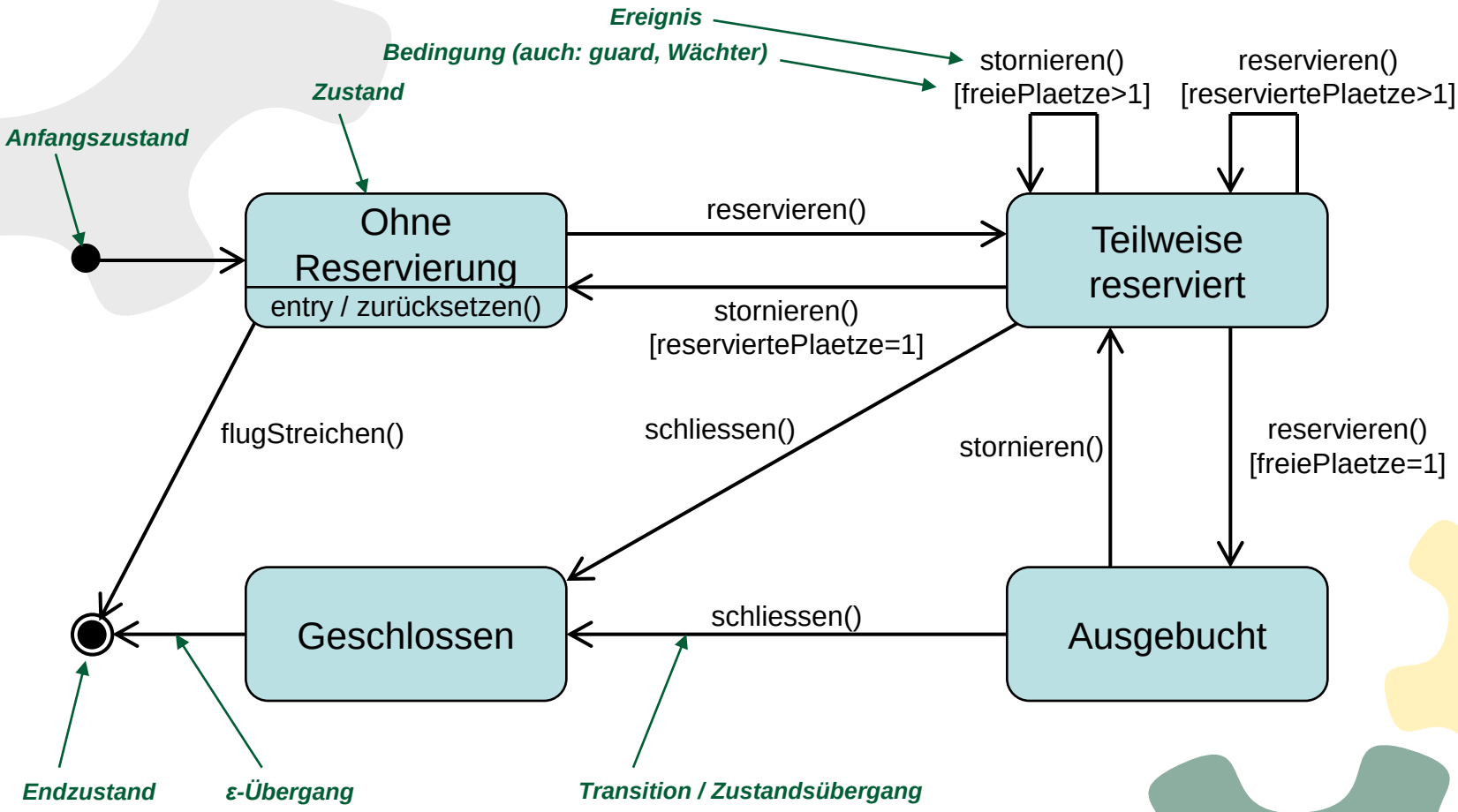
- Spezielle Ereignisse
  - `at(ausdruck)`
    Der Ausdruck beschreibt einen exakten absoluten Zeitpunkt. Sobald der Zeitpunkt erreicht ist, feuert die Transition.
  - `after(ausdruck)`
    Hier muss der Ausdruck einen relativen Zeitpunkt beschreiben.



Aktionen

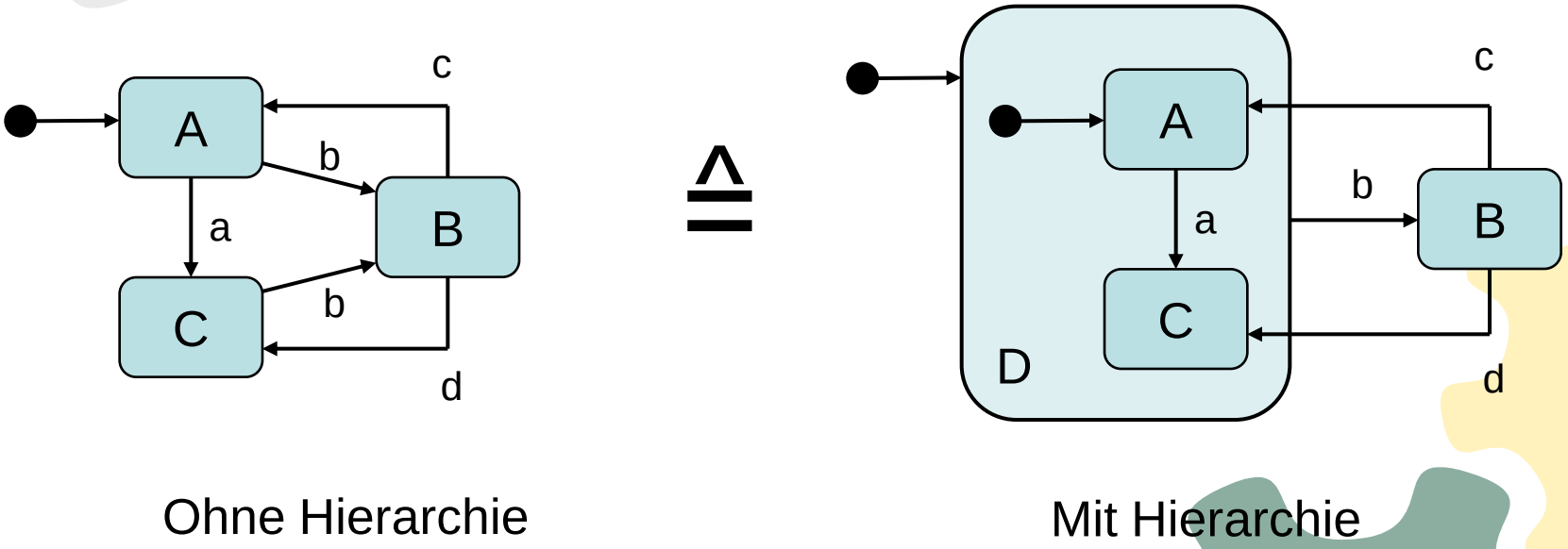
- Aktionen
  - Mit einem Zustandsübergang kann eine Aktion verbunden sein.
  - Eintrittsaktion (entry action): wird beim Übergang *in* den Zustand ausgeführt.
    Schreibweise: `entry / aktion()`
  - Austrittsaktion (exit action): wird beim Übergang *aus* dem Zustand in einen anderen ausgeführt.
    Schreibweise: `exit / aktion()`
- Eine Aktion wird beim entspr. Übergang sofort ausgeführt und benötigt keine (bzw. vernachlässigbare) Zeit

Beispiel „Flugreservierung“



Weitere Möglichkeiten

- Hierarchischer Zustandsautomat

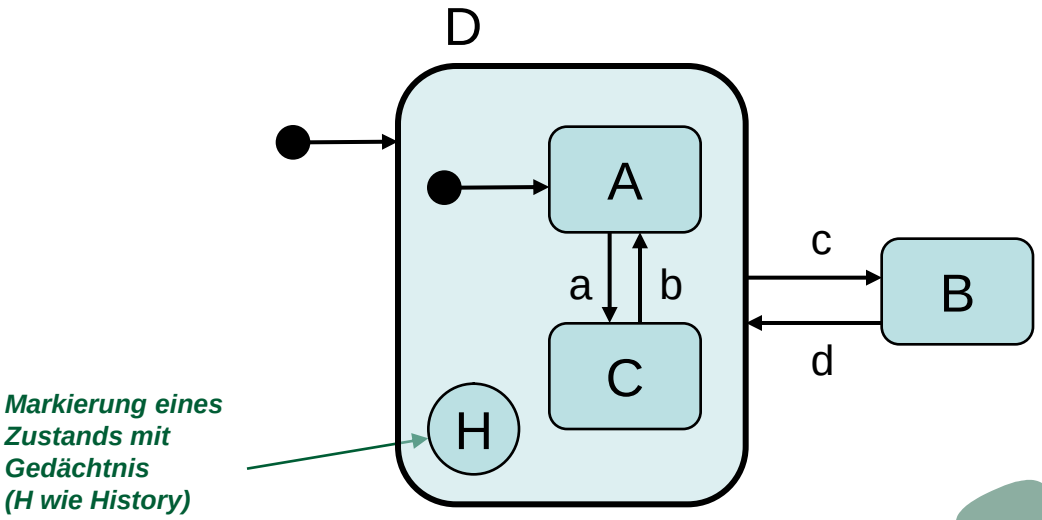


Ohne Hierarchie

Mit Hierarchie

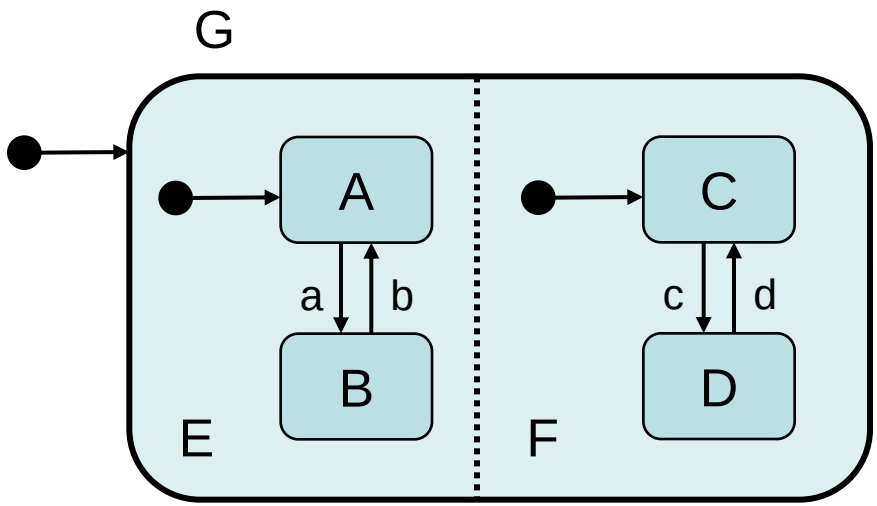
Weitere Möglichkeiten

- Zustände mit Gedächtnis
  - Beim Übergang in einen Zustand mit Unterzuständen wird in den zuletzt eingenommenen Zustand zurückgekehrt

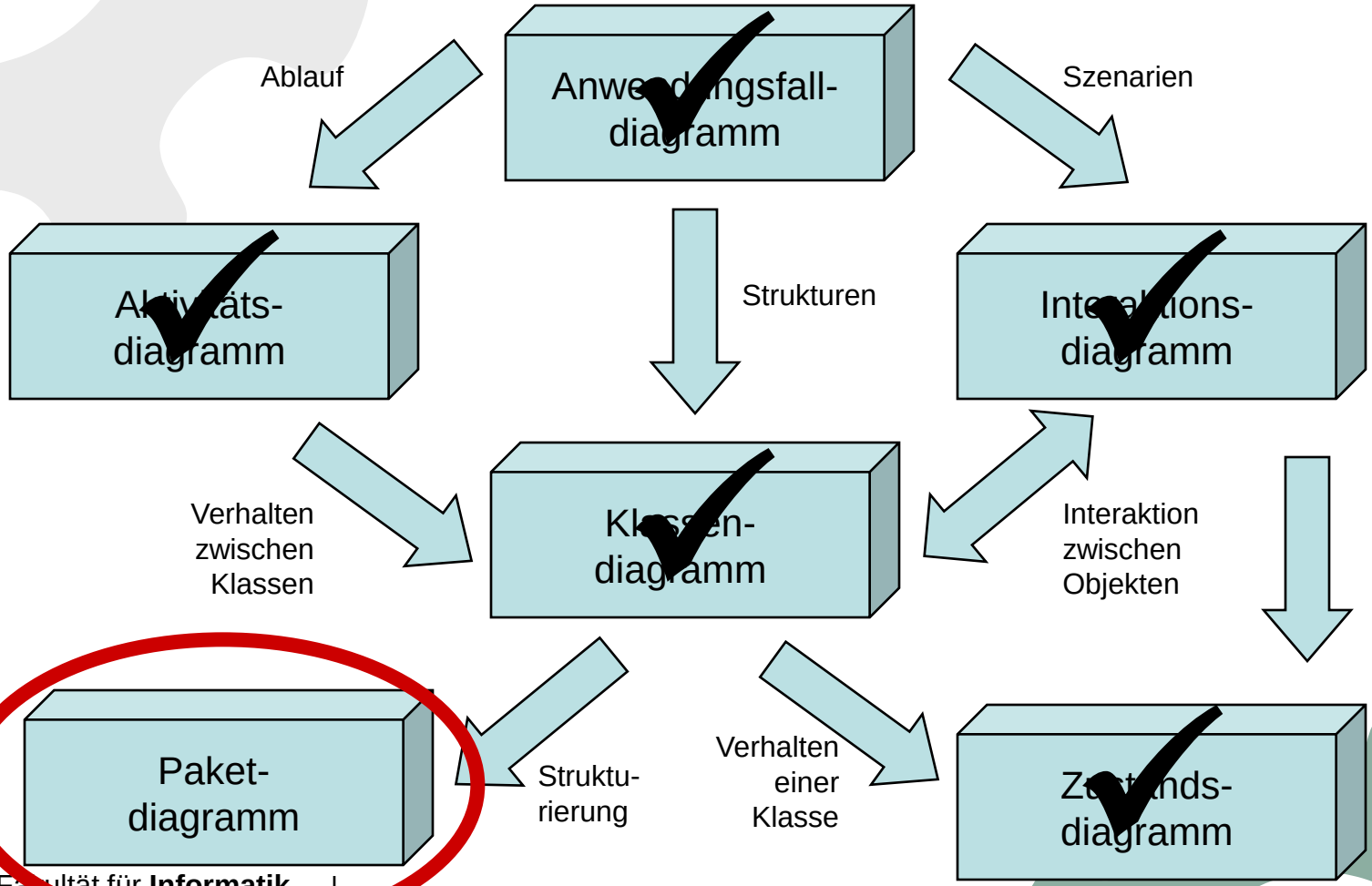


Weitere Möglichkeiten

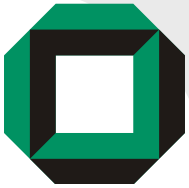
- Nebenläufigkeit
  - Während System im Zustand G verweilt, kann es alle Zustandskombinationen aus E×F annehmen



UML-Diagramme



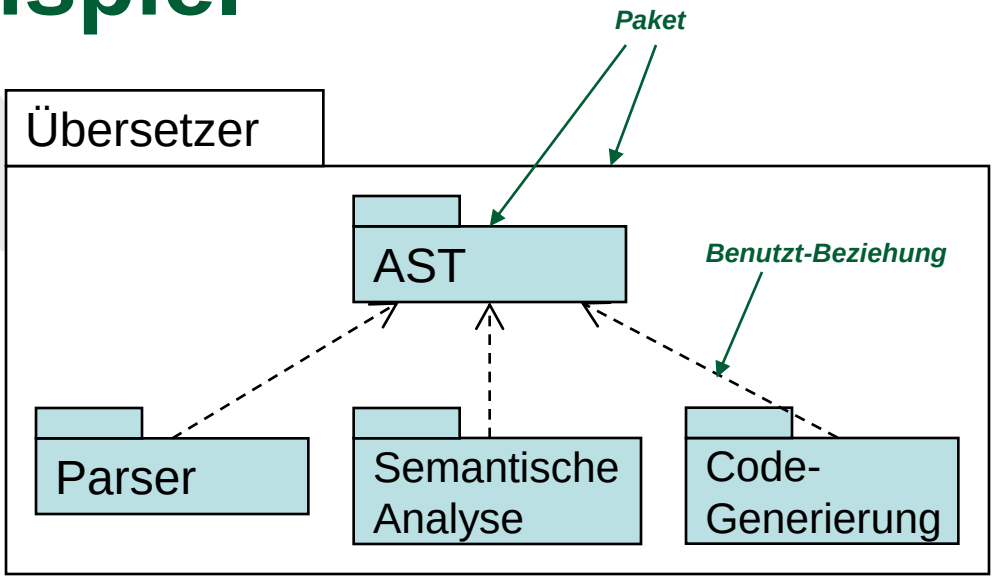
nach J.W. Schmidt, F. Matthes, TU Hamburg-Harburg



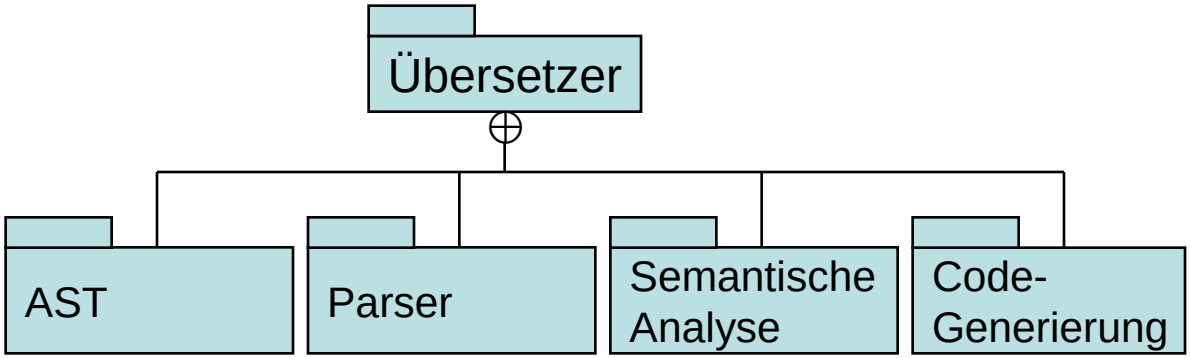
Paketdiagramm

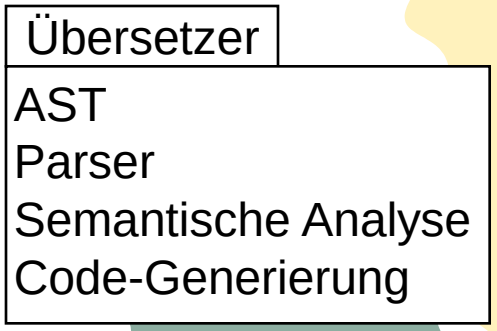
- Pakete sind Ansammlungen von Modellelementen (ME) beliebigen Typs (z.B. Anwendungsfälle, Klassen, …)
- Das Paketdiagramm dient der Gliederung des Gesamtmodells in überschaubare Einheiten
- Ein ME besitzt innerhalb des Pakets einen eindeutigen Namen
- Ein ME kann in anderen Paketen über seinen qualifizierten Namen zitiert werden:
  - `Paketname::ME-Name`
- In einem Paketdiagramm werden Abhängigkeiten zwischen Paketen mit einem gestrichelten Pfeil dargestellt.

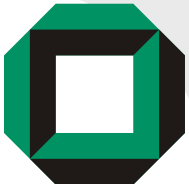
Beispiel



Alternativ: (ohne Benutzt-Beziehungen)







Literatur

- Bernd Oestereich, „Analyse und Design mit UML 2.x – Objektorientierte Softwareentwicklung“, mit x≥0
- Harald Störrle, „UML 2 für Studenten“
- UML-Spezifikation unter http://www.uml.org/#UML2.0
  - Speziell „UML 2.0 Superstructure Specification“
  - und „UML 2.0 Infrastructure Specification“, insbes. Ch. 4 Terms and Definitions