



# Software Engineering

#### **UML**

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (1)

# Inhaltsübersicht

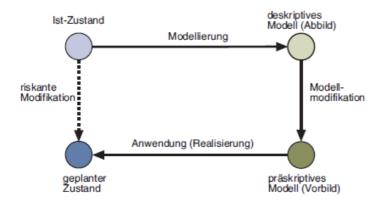


<ul><li>Modellierung</li></ul>	3
• UML	7
<ul> <li>Klassendiagramm</li> </ul>	9
<ul> <li>Komponentendiagramm</li> </ul>	24
<ul> <li>Sequenzdiagramm</li> </ul>	27
<ul> <li>Zustandsdiagramm</li> </ul>	33
<ul> <li>Aktivitätsdiagramm</li> </ul>	38
<ul><li>Anwendungsfalldiagramm</li></ul>	44

# Modellierung



 Modelle sind Abbilder von etwas (deskriptiv) oder Vorbilder für etwas (präskriptiv)



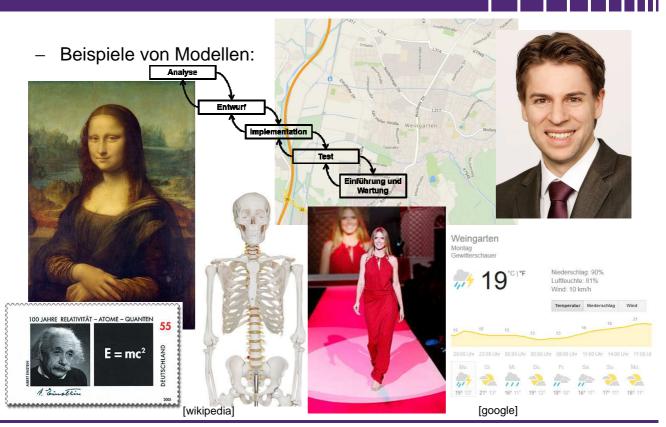
[Ludewig, Lichter]

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (3)

# Modellierung





### Modellierung



- Modellierung ist f
  ür große, komplexe Softwaresysteme wichtig
  - zum besseren Verständnis durch bildhaft dargestellte Informationen
  - zur Reduktion der Komplexität durch Konzentration auf wesentliche Elemente
  - zur Darstellung verschiedener Sichten durch Kombination mehrerer Modelle

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (5)

# Modellierung



- Einsatzgebiete von Modellierungssprachen im Software Engineering:
  - Visualisierung
  - Spezifikation
  - Dokumentation
  - Analyse
  - Codegenerierung
- Modellierungssprachen sind durch Syntax und Semantik definiert
- Unterscheidung informaler, semiformaler und formaler Modellierungssprachen

#### モデリングは素晴らしいです



- Anfang der 1990er gab es viele konkurrierende Modellierungsmethoden
- Idee von Booch: Standardsprache
- Unified Modeling Language (UML) wird de-facto-Standard zur grafischen Beschreibung von Softwaresystemen
- UML ist von der Object Management Group (OMG) standardisiert
- Definitionen sind weitgehend semiformal

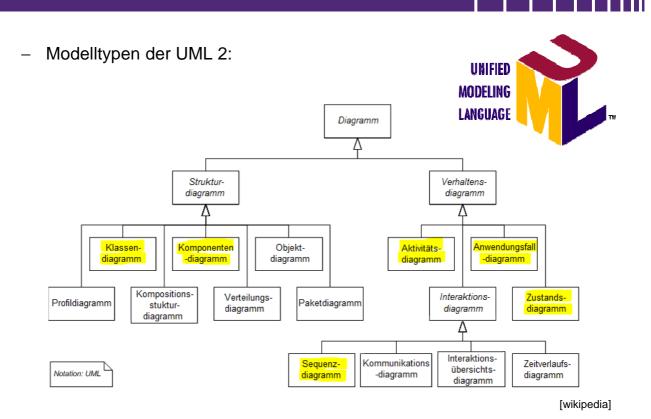


Prof. Dr. Sebastian Mauser

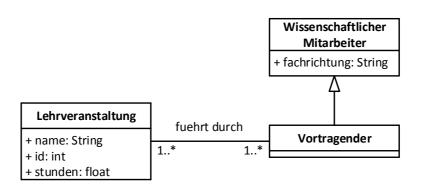
Hochschule Ravensburg-Weingarten (7)

#### **UML**





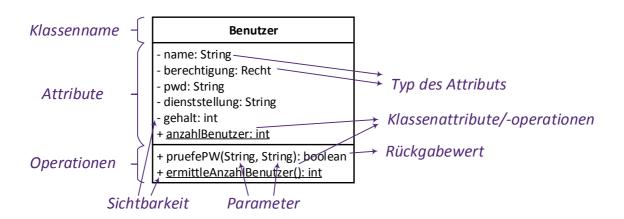




Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (9)







- Klassendiagramm: Strukturelle Aspekte eines Systems auf Typ-Ebene
- Klasse
  - Typ oder Schablone für Objekte mit derselben Struktur und demselbem Verhalten
  - Objekt stellt Ausprägung bzw. Instanz der Schablone dar
- Attribute
  - Strukturelle Eigenschaften von Klassen
  - Erst in Objekten mit konkreten Werten belegt (Ausnahme Klassenattribut)
- Operationen
  - · Verhalten von Objekten
  - Möglichkeiten zur Interaktion mit Objekten
  - Signatur einer implementierenden Methode

Prof. Dr. Sebastian Mauser

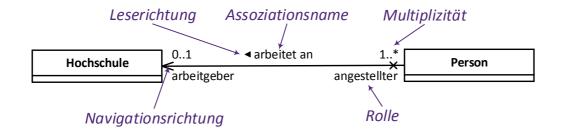
Hochschule Ravensburg-Weingarten (11)



- Sichtbarkeiten von Attributen und Operationen
  - + ... public
  - - ... private
  - # ... protected
  - ~ ... package
- Typ eines Attributs
  - vordefinierter Datentyp
  - selbstdefinierter Datentyp
  - andere Klasse
- Möglichkeiten zur Angabe von Parametern von Operationen
  - pruefePW(String, String)
  - pruefePW(String pwd, String captcha)
  - pruefePW(pwd, captcha)



 Assoziationen: Mögliche Beziehungen zwischen den Objekten der Klassen



- Navigationsrichtung
  - Pfeilspitze: Navigation in Pfeilrichtung möglich
  - Kreuz an Pfeilende: Navigation in Richtung Kreuz nicht möglich
  - Ungerichtete Kante: Keine Angabe über Navigationsmöglichkeit
  - Navigierbare Assoziation entspricht einem Attribut

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (13)

### Klassendiagramm



- Multiplizität: Mögliche Anzahl jener Objekte, die mit genau einem Objekt der gegenüberliegenden Seite in Beziehung stehen können
  - Bereiche: "min .. max"
  - Beliebige Anzahl: "\*"
  - Aufzählungen möglicher Kardinalitäten durch Kommas
  - Beispiele:

<b>■</b> g	enau	1
------------	------	---

1

**■** >= 0

\* oder 0 .. \*

0 oder 1

0 .. 1 oder 0, 1

3, 6, 7, 8 oder 3, 6 .. 8

fixe Anzahl 3

3

**■** >= 3

3..\*

■ 3 bis 6

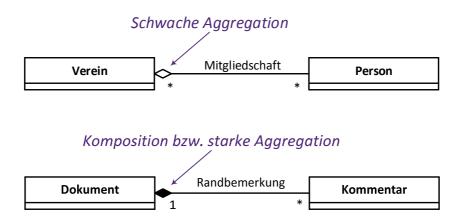
3..6

■ 3, 6, 7 oder 8

J .. U



 Aggregation: Spezielle Form der Assoziation, die eine "Teil von"-Beziehung modelliert



Prof. Dr. Sebastian Mauser

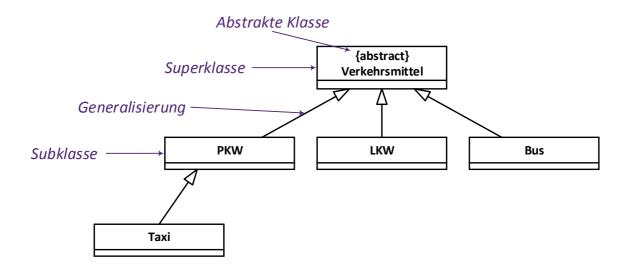
Hochschule Ravensburg-Weingarten (15)



- Schwache Aggregation
  - Schwache Zugehörigkeit der Teile
  - Multiplizität des aggregierenden Teils kann größer 1 sein
  - Teile sind unabhängig von ihrem Ganzen
  - Eingeschränkte Propagierungssemantik
- Komposition
  - Ein Teil darf zu einem Zeitpunkt in maximal einem zusammengesetzten Objekt enthalten sein
  - Multiplizität des aggregierenden Teils ist maximal 1
  - Teile sind abhängig von ihrem Ganzen
  - Propagierungssemantik



 Generalisierung: "Ist-ein"-Beziehung zwischen einer spezialisierten und einer allgemeineren Klasse



Prof. Dr. Sebastian Mauser

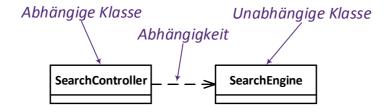
Hochschule Ravensburg-Weingarten (17)



- Subklasse
  - Erbt Eigenschaften (Attribute, Operationen, Beziehungen) der Superklasse
  - Kann weitere Eigenschaften besitzen
  - Ein Objekt kann überall dort verwendet werden, wo ein Objekt der Superklasse erlaubt ist
- Abstrakte Klasse
  - Kann nicht instanziiert werden
  - Herausheben gemeinsamer Merkmale von Subklassen



- Abhängigkeit: Eine Klasse ist für Spezifikation oder Implementierung einer anderen Klasse erforderlich
  - Änderungen an unabhängiger Klasse können Einfluss auf abhängige Klasse haben
  - Ursachen für Abhängigkeiten können durch Stereotype dargestellt werden, z.B. «call», «use», «create»



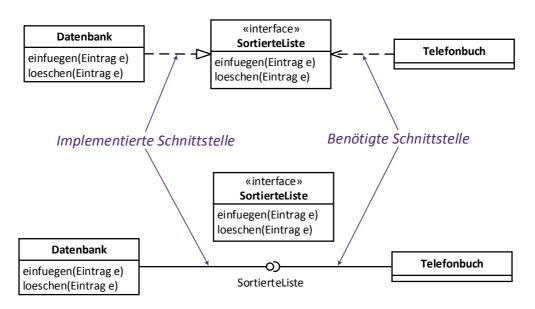
Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (19)

### Klassendiagramm



 Schnittstelle: Spezifikation gewünschten Verhaltens durch Angabe zusammengehöriger, öffentlicher Operationen (und Attribute)





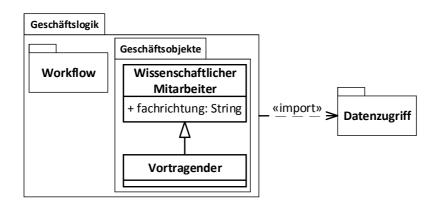
- Klasse, die Schnittstelle implementiert
  - muss Operationen der Schnittstelle umsetzen
  - kann zusätzliche Operationen aufweisen
  - kann weitere Schnittstellen implementieren zur Darstellung verschiedener Sichten der Klasse für unterschiedliche Nutzer
- Klasse, die Schnittstelle benötigt,
  - muss nicht alle angebotenen Operationen nutzen
  - ist nur an der Deklaration der Schnittstelle interessiert, nicht an der implementierenden Klasse

Prof. Dr. Sebastian Mauser

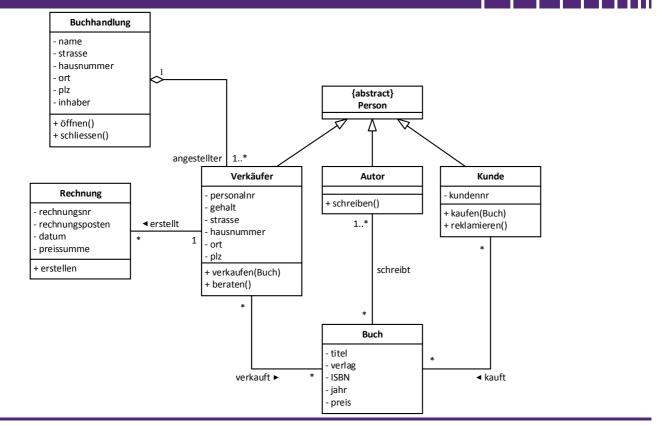
Hochschule Ravensburg-Weingarten (21)



- Paket: Eine Menge von Klassen oder anderen Modellelementen wird zu einer Gruppe zusammengefasst
  - Paket definiert Namensraum
  - Paket kann Unterpakete enthalten (hierarchische Gliederung)
  - Darstellung von Beziehungen zwischen Paketen durch Abhängigkeiten, z.B. «import»





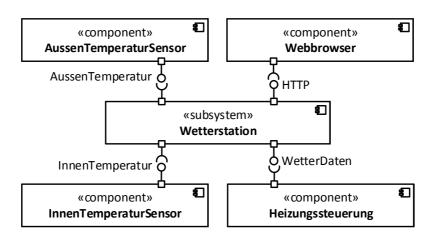


Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (23)

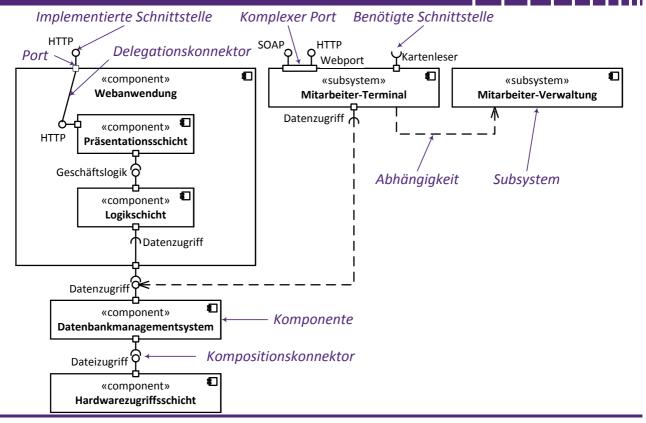
# Komponentendiagramm





### Komponentendiagramm





Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (25)

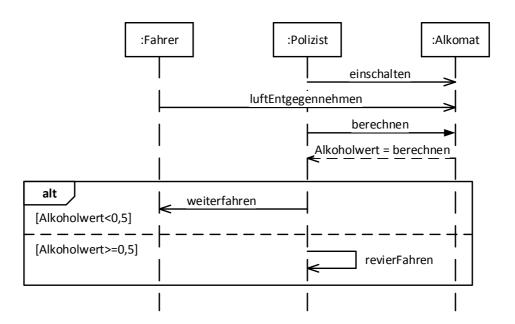
### Komponentendiagramm



- Komponentendiagramm: Bestandteile eines Systems als Komponenten
- Komponente
  - Modularer Systemteil, der seinen Inhalt kapselt
  - Klar definierte Schnittstellen für zugreifbares Verhalten
  - Austauschbar
  - Schachtelung möglich
  - Subsysteme repräsentieren größere Komponenten
- Kante
  - Schnittstellenbeziehung oder Abhängigkeit (wie im Klassendiagramm)

# Sequenzdiagramm



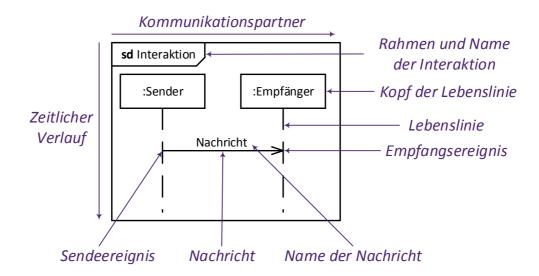


Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (27)

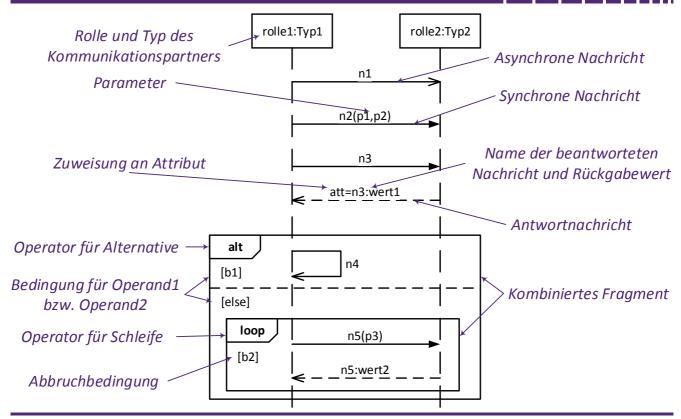
# Sequenzdiagramm





### Sequenzdiagramm





Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (29)

### Sequenzdiagramm



- Sequenzdiagramm: Folge von Ereignisspezifikationen auf Lebenslinien
- Sequenzdiagramm ist Interaktionsdiagramm
  - Zusammenspiel mehrerer Interaktionspartner
  - Nachrichten- und Datenaustausch
- Ordnung der Ereignisse
  - Vertikale Achse bestimmt Ordnung pro Lebenslinie
  - Ordnung über Lebenslinien hinweg nur durch Nachrichten
- Kombinierte Fragmente
  - Kontrollstrukturen
  - Zwölf verschiedene Operatoren
  - Schachtelung möglich

### Sequenzdiagramm



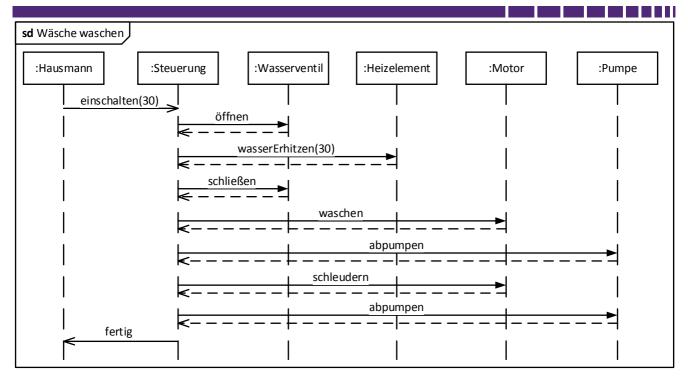
- Synchrone Kommunikation
  - Sender wartet bis zur Beendigung der Interaktion
  - Sender erwartet eine Antwort
  - · Angabe der Antwortnachricht optional
  - Normaler Operationsaufruf
- Asynchrone Kommunikation:
  - Sender wartet nicht auf Ende der Interaktion
  - Nachricht als Signal betrachtet

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (31)

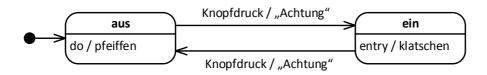
# Sequenzdiagramm





# Zustandsdiagramm



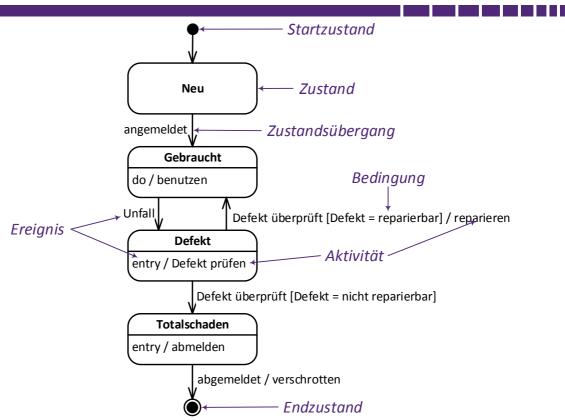


Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (33)

# Zustandsdiagramm





### Zustandsdiagramm



- Zustandsdiagramm: Mögliche Folgen von Zuständen eines Systems bzw. eines Objekts einer Klasse
- Zustandsübergänge: Ereignis [Bedingung] / Aktivität
  - · Wenn Ereignis eintritt und Bedingung erfüllt ist, wird
    - Zustandsübergang ausgelöst
    - Aktivität ausgeführt
  - · Konflikte werden durch sich ausschließende Bedingungen gelöst
- Ereignis / Aktivität innerhalb Zustand
  - · Wenn Ereignis während Zustand eintritt, wird Aktivität ausgeführt
  - Vordefinierte Ereignisse entry, do, exit

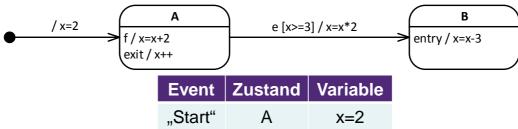
Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (35)

### Zustandsdiagramm



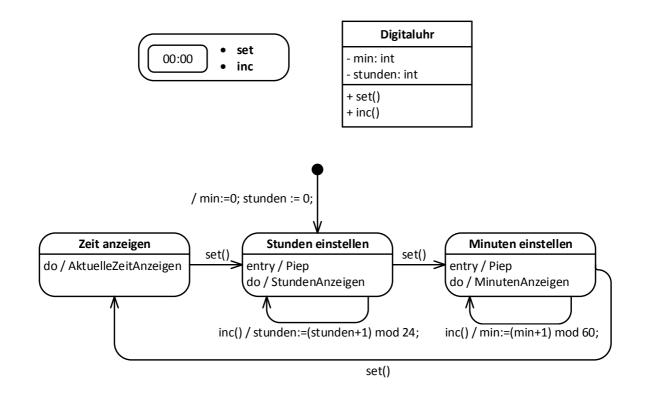
- Startzustand
  - Eindeutig
  - Keine eingehenden, genau ein ausgehender Zustandsübergang
  - Zustandsübergang wird sofort ausgelöst
- Endzustand
  - Keine ausgehenden Zustandsübergänge



LVGIIL	Lustanu	variable
"Start"	Α	x=2
е	Α	x=2
f	Α	x=4
е	В	x=7

# Zustandsdiagramm



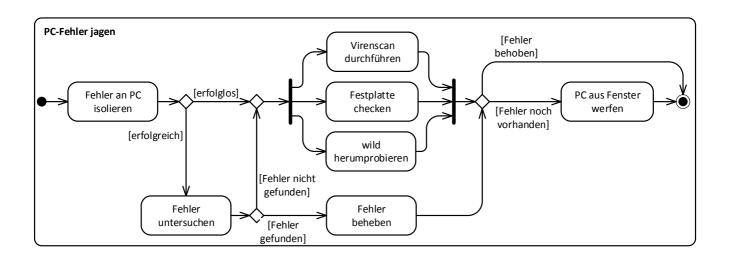


Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (37)

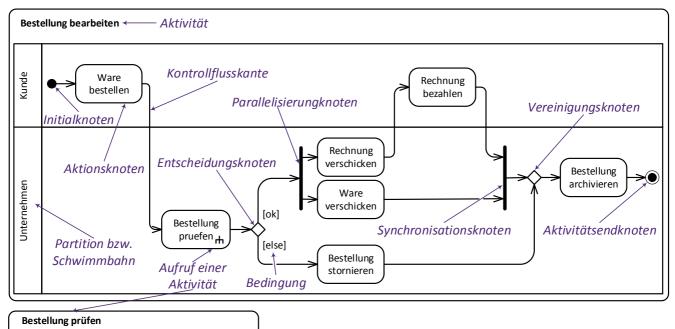
# Aktivitätsdiagramm





### Aktivitätsdiagramm





Kundendaten prüfen Verfügbarkeit prüfen

Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (39)

## Aktivitätsdiagramm



- Aktivitätsdiagramm: Prozedurale Verarbeitungsaspekte und Kontrollfluss zwischen Aktionen
- Aktivität ist gerichteter Graph
  - Aktionsknoten für einzelne Prozessschritte
  - Kontrollknoten und Kontrollflusskanten für mögliche logische Reihenfolge der Aktionen
  - Spezifiziert Menge von potentiellen Abläufen
- Partition
  - Gruppierung von Aktionen und Zuordnung z.B. zu einer Rolle

### Aktivitätsdiagramm



- Aktionsknoten
  - Eine eingehende und eine ausgehende Kante
  - Können untergeordnete Aktivitäten aufrufen
- Initialknoten
  - Markiert Beginn eines Aktivitätsablaufs
  - Keine eingehende und eine ausgehende Kante
- Aktivitätsendknoten
  - Beendet Aktivität
  - Mehrere eingehende und keine ausgehende Kante

Prof. Dr. Sebastian Mauser

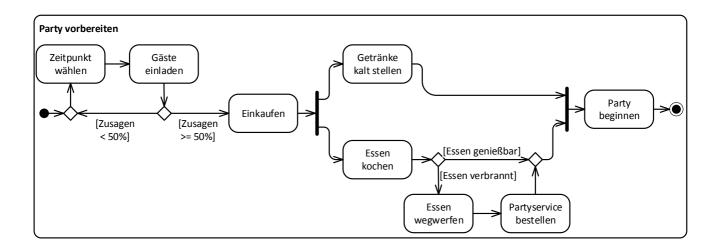
Hochschule Ravensburg-Weingarten (41)

#### Aktivitätsdiagramm



- Entscheidungsknoten
  - Definiert alternative Zweige (XOR)
  - Eine eingehende und mehrere ausgehende Kanten
  - Zweigauswahl kann durch sich ausschließende Bedingungen festgelegt werden
- Vereinigungsknoten
  - Führt alternative Zweige wieder zusammen
  - Mehrere eingehende und eine ausgehende Kante
- Parallelisierungsknoten
  - Aufteilung in parallele Abläufe (AND)
  - Eine eingehende und mehrere ausgehende Kanten
- Synchronisationsknoten
  - Führt parallele Abläufe zusammen
  - Mehrere eingehende und eine ausgehende Kante

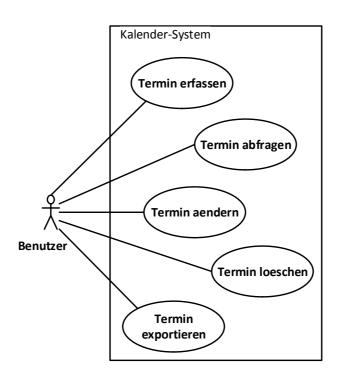




Prof. Dr. Sebastian Mauser

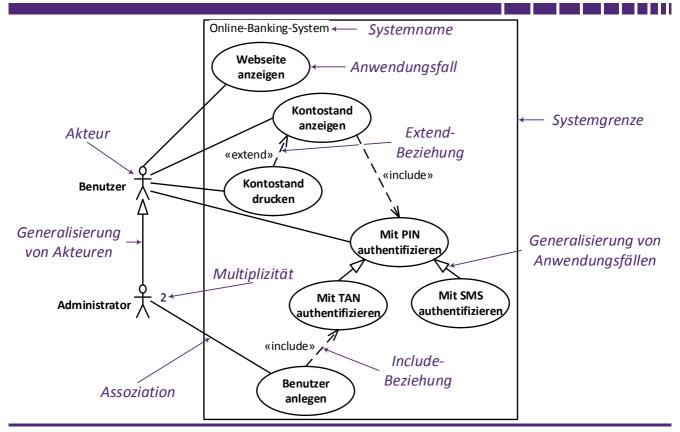
Hochschule Ravensburg-Weingarten (43)





# Anwendungsfalldiagramm





Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (45)



- Anwendungsfalldiagramm: Was soll das System aus Sicht der Nutzer leisten?
- Anwendungsfall
  - Funktionales externes Verhalten
  - Interne Strukturen sind irrelevant
- Akteure
  - Rollen außerhalb der Systemgrenzen
  - Menschlich oder nicht-menschlich
  - Interagieren mit dem System im Kontext von Anwendungsfällen
- Generalisierung von Akteuren
  - Subakteur erbt Assoziationen von Superakteur

### Anwendungsfalldiagramm



- Generalisierung von Anwendungsfällen
  - Subanwendungsfall erbt Verhalten von Basisanwendungsfall und kann dieses überschreiben oder ergänzen
  - Subanwendungsfall erbt Assoziationen
- Include-Beziehung
  - Verhalten des inkludierten Anwendungsfalls wird in Basisanwendungsfall eingebunden
  - Inkludierter Anwendungsfall ist notwendig, um Funktionalität des Basisanwendungsfalls sicherzustellen
  - Inkludierter Anwendungsfall kann separat ausgeführt werden

Prof. Dr. Sebastian Mauser

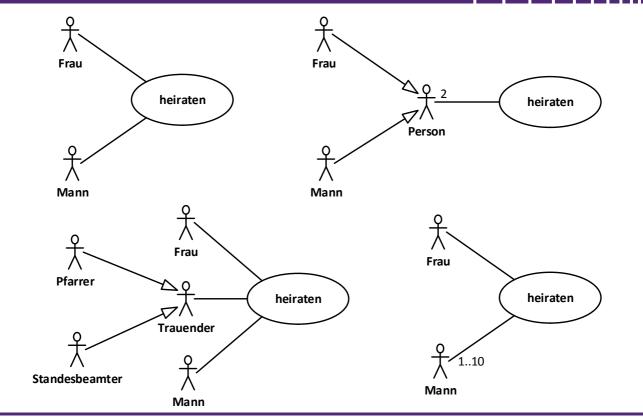
Hochschule Ravensburg-Weingarten (47)



- Extend-Beziehung
  - Verhalten des erweiternden Anwendungsfalls kann in Basis-Anwendungsfall eingebunden werden, muss aber nicht
  - Basis-Anwendungsfall und erweiternder Anwendungsfall können separat ausgeführt werden
  - Abhängigkeit in entgegengesetzter Richtung zur Include-Beziehung

# Anwendungsfalldiagramm





Prof. Dr. Sebastian Mauser

Hochschule Ravensburg-Weingarten (49)



