LEHRSTUHL 14
SOFTWARE ENGINEERING

Willkommen zur Vorlesung

Methodische Grundlagen des Software-Engineering

im Sommersemester 2011

Prof. Dr. Jan Jürjens

TU Dortmund, Fakultät Informatik, Lehrstuhl XIV

LEHRSTUHL 14
SOFTWARE ENGINEERING

18. Modell-basierte Sicherheit mit UML

[inkl. Beiträge von
Prof. Dr. Volker Gruhn, Universität Duisburg-Essen]

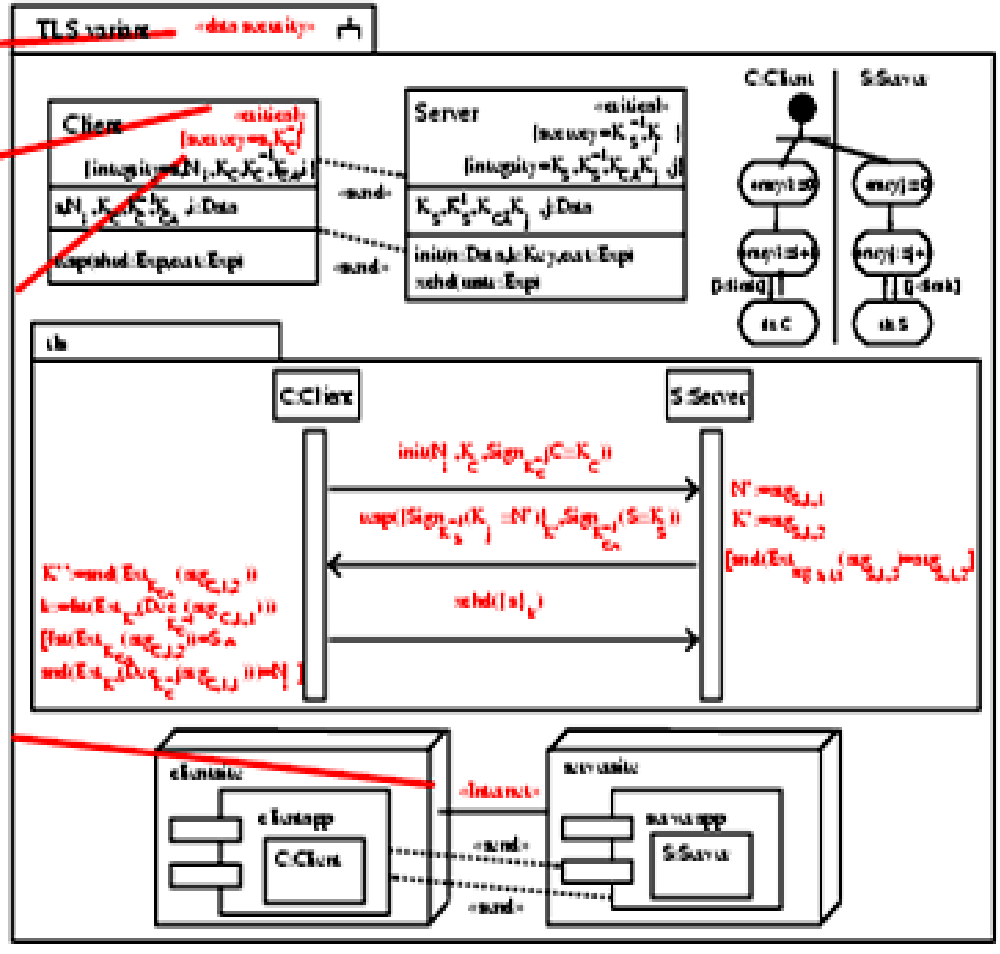
Einordnung
Einführung UML / UMLsec

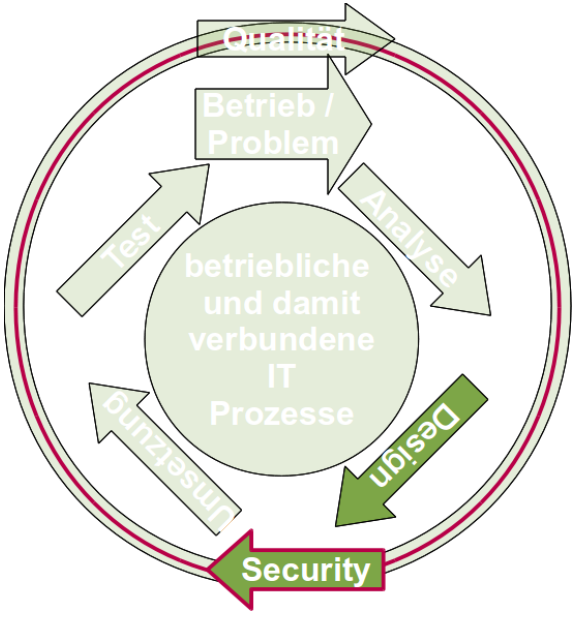
«data security»

«critical»

$\{secrecy = \{s, K_C^{-1}\}\}$

«Internet»

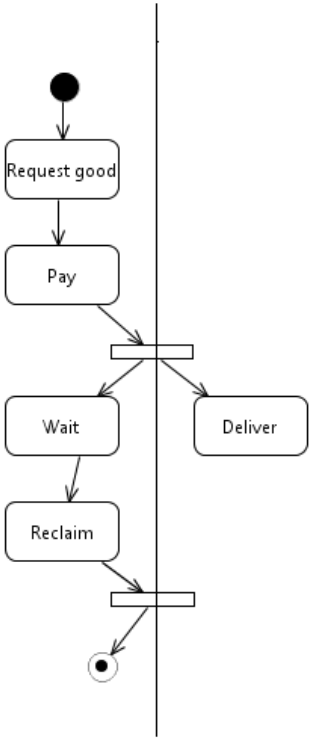


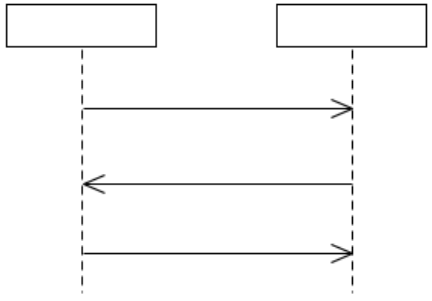


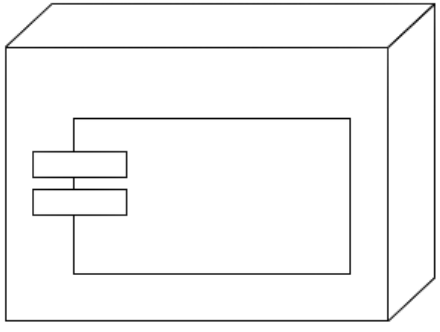
Einordnung
Einführung UML / UMLsec

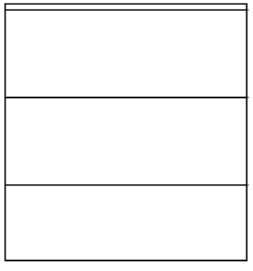
- Business Prozesse
- Qualitätsmanagement
- Testen
- Sicherheit
- Sicheres Software Design
  - Einführung UML / UMLsec
  - Kryptographische Protokolle
  - Biometrische Authentifizierung
  - Elektronische Geldbörse
  - Weitere Anwendungsbeispiele

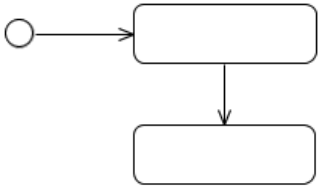
UML: Einige Diagrammarten



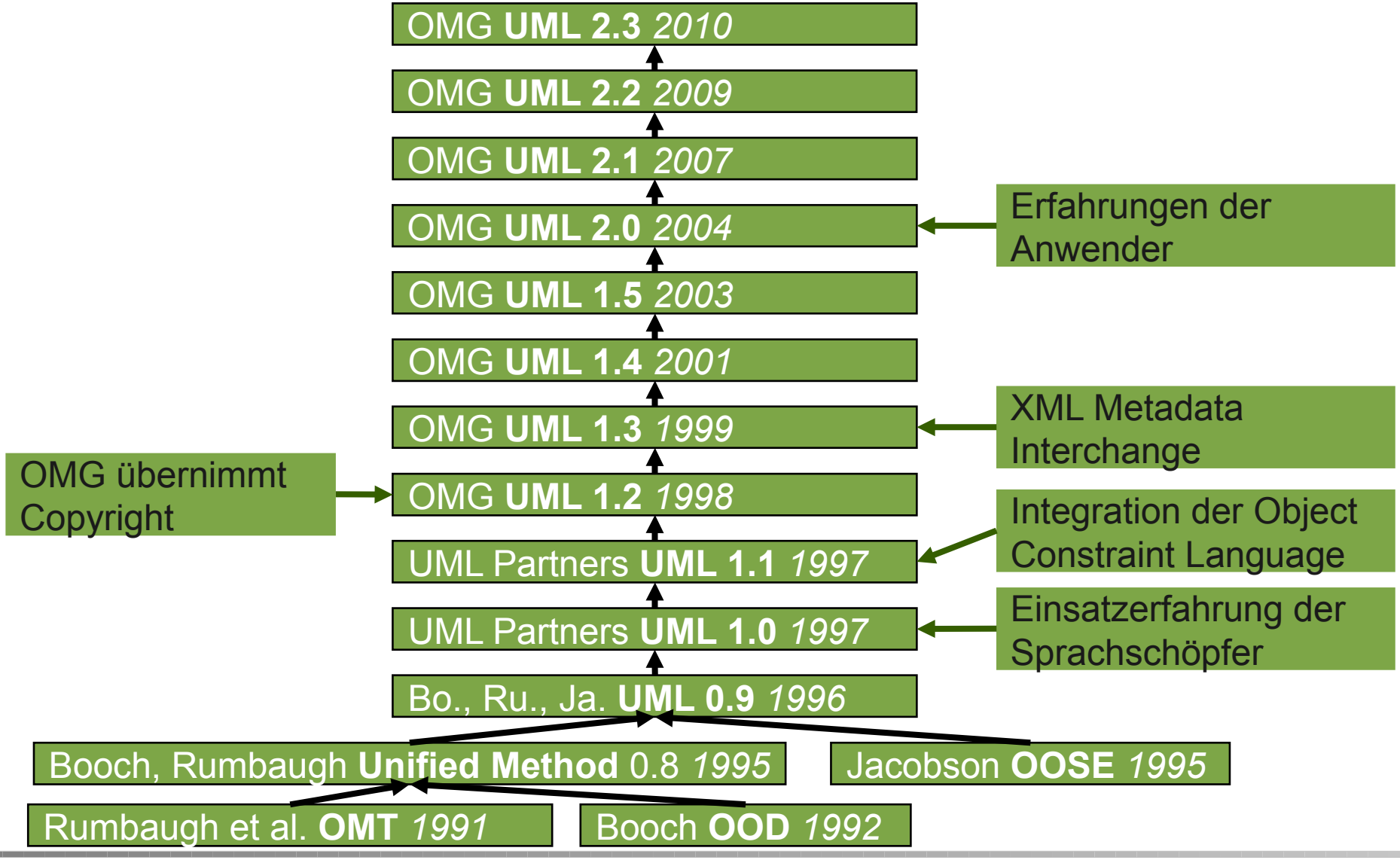




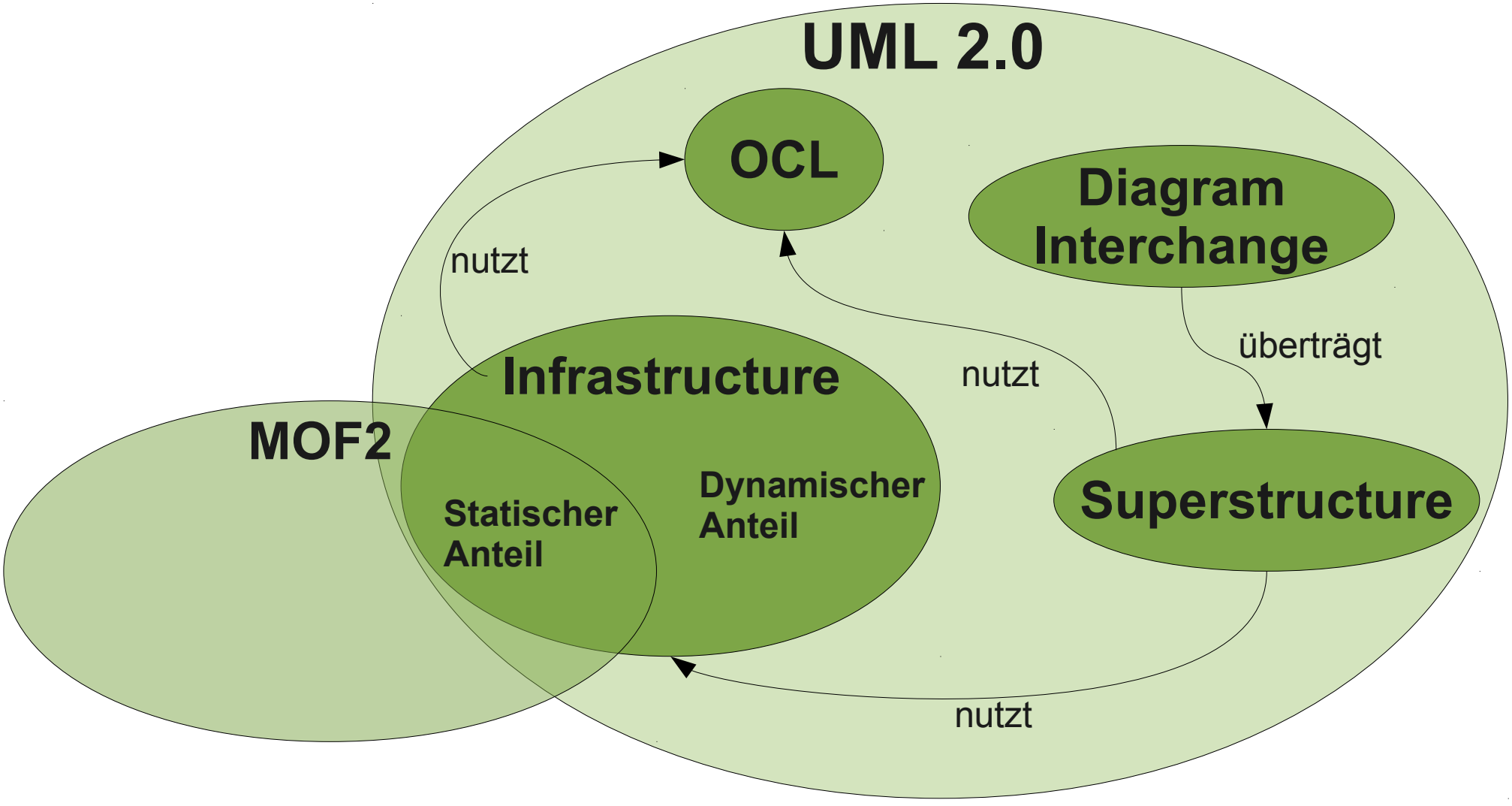




Geschichte der UML



UML Spezifikation

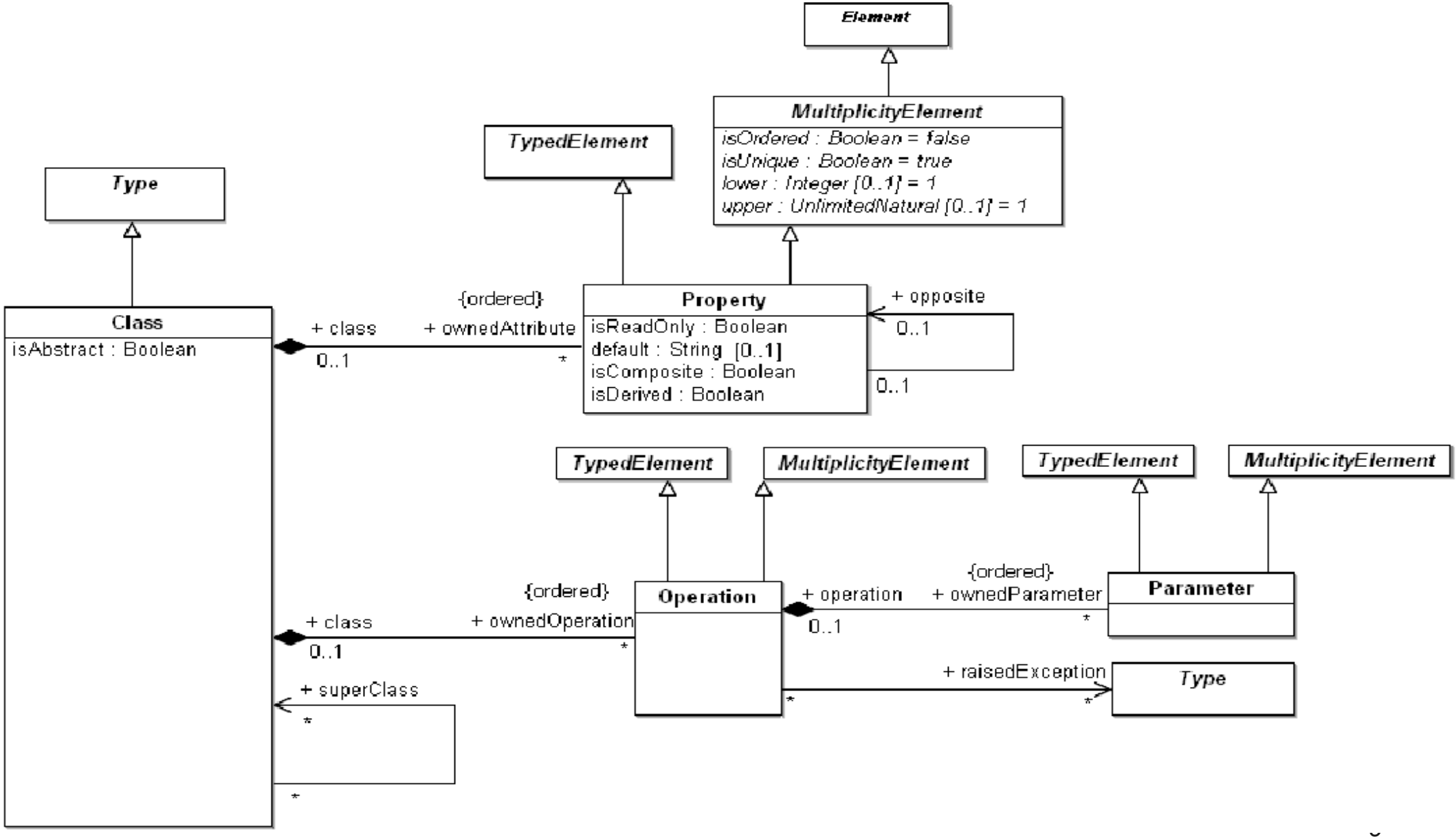


UML Spezifikation

- Definition der Modellierungssprache
- Bestandteile
  - Abstrakte Syntax
    - Modellelemente
  - Statische Semantik
    - Wohlgeformtheit
  - Konkrete Syntax
    - Notation, ggf. graphische Symbole
  - Dynamische Semantik
    - Verwendung, Bedeutung

Metamodell
+ Constraints (OCL)

UML Metamodell Beispiel
Core::Basic:ClassDiagram



Metamodellierung

- Modelle sind Instanzen ihrer Metamodelle
- Beispiel Diagramm vs. Metamodell-Instanzen
- Metamodelle definieren Modellelemente
  - „Sprachdefinition“
- Metamodelle für:
  - Maschinenlesbarkeit
  - Validierung
  - Speicherung von Modellen (Repositories)
  - Datenaustausch/Interoperabilität
  - Definition von Transformationen

Meta Ebenen

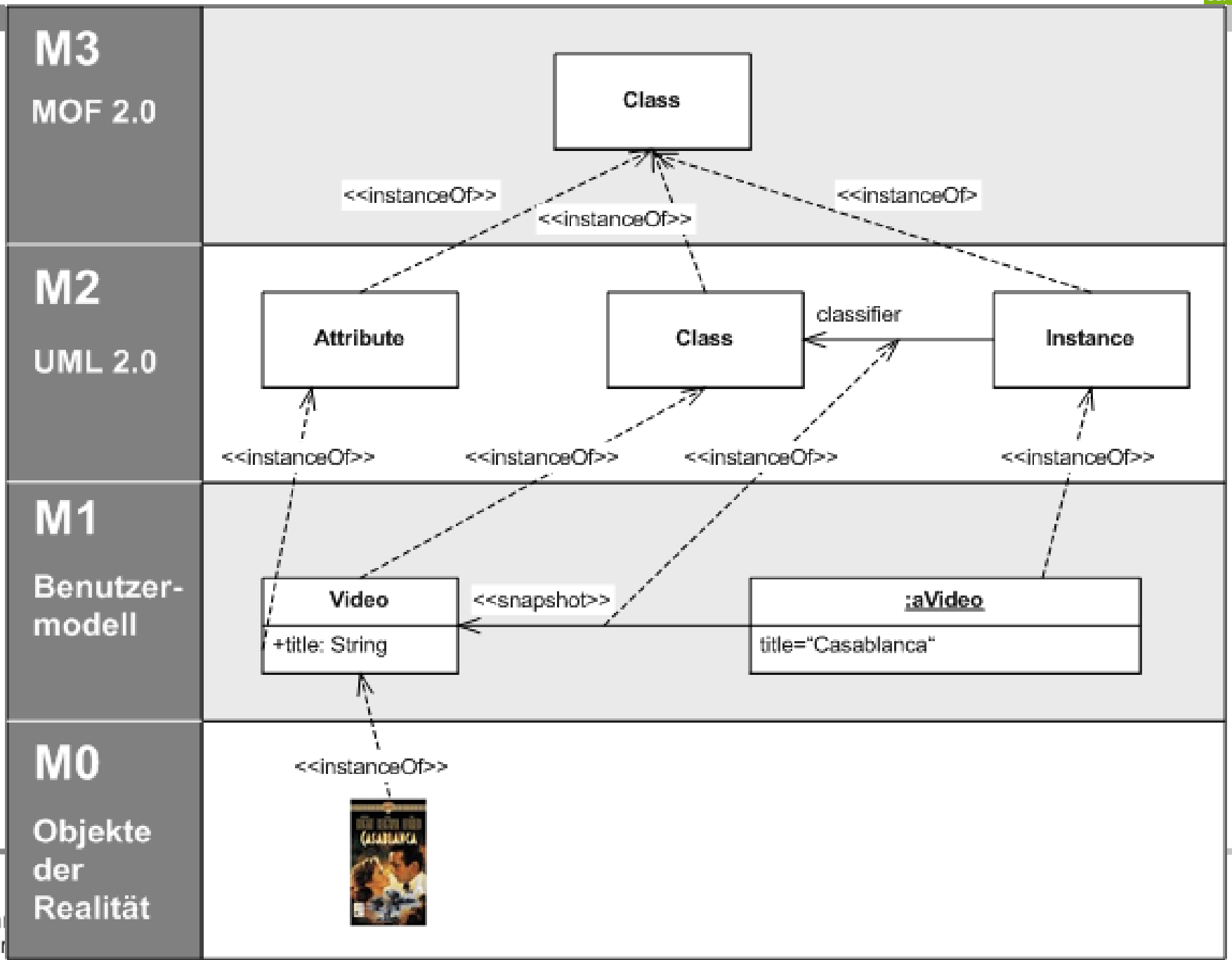
- M0-Ebene
  - Konkret. Ausgeprägte Daten.
- M1-Ebene
  - Modelle. Zum Beispiel physikalische oder logische Daten- oder Prozessmodelle oder konkrete Ausprägungen von UML- bzw. Objekt-Modellen, welche die Daten der M0-Ebene definieren.
- M2-Ebene
  - Meta-Modelle. Definieren, wie die Modelle aufgebaut und strukturiert sind. Zum Beispiel definieren Sprachelemente wie Klassen, Assoziationen und Attribute der UML 2.0, wie konkrete UML-Modelle aufgebaut sein können.

Meta Ebenen

- M3-Ebene
  - Meta-Meta-Modelle (bzw. MOF-Ebene). Abstrakte Ebene, die zur Definition der M2-Ebene herangezogen wird. Die Definition der M3-Ebene erfolgt mit den Mitteln der M3-Ebene selbst, dies stellt den Abschluss einer sonst unendlichen Metaisierung dar.

Meta Ebenen

LEHRSTUHL 14
SOFTWARE ENGINEERING



Metamodellierung

- Wege zum „eigenen“ Metamodell
  - Eigenes Metamodell „from scratch“
    - aufwändig
  - Direkte, beliebige Erweiterung/Anpassung eines Metamodells
    - Setzt uneingeschränkten Zugriff auf das Metamodell voraus und verletzt ggf. exisitierende Semantik
  - Erweiterung des UML-Metamodells durch
    - UML Profile
    - Vorgesehene Schnittstelle zum UML-Metamodell
    - Lediglich Verfeinerung

UML Profil
Erweiterungsmöglichkeiten

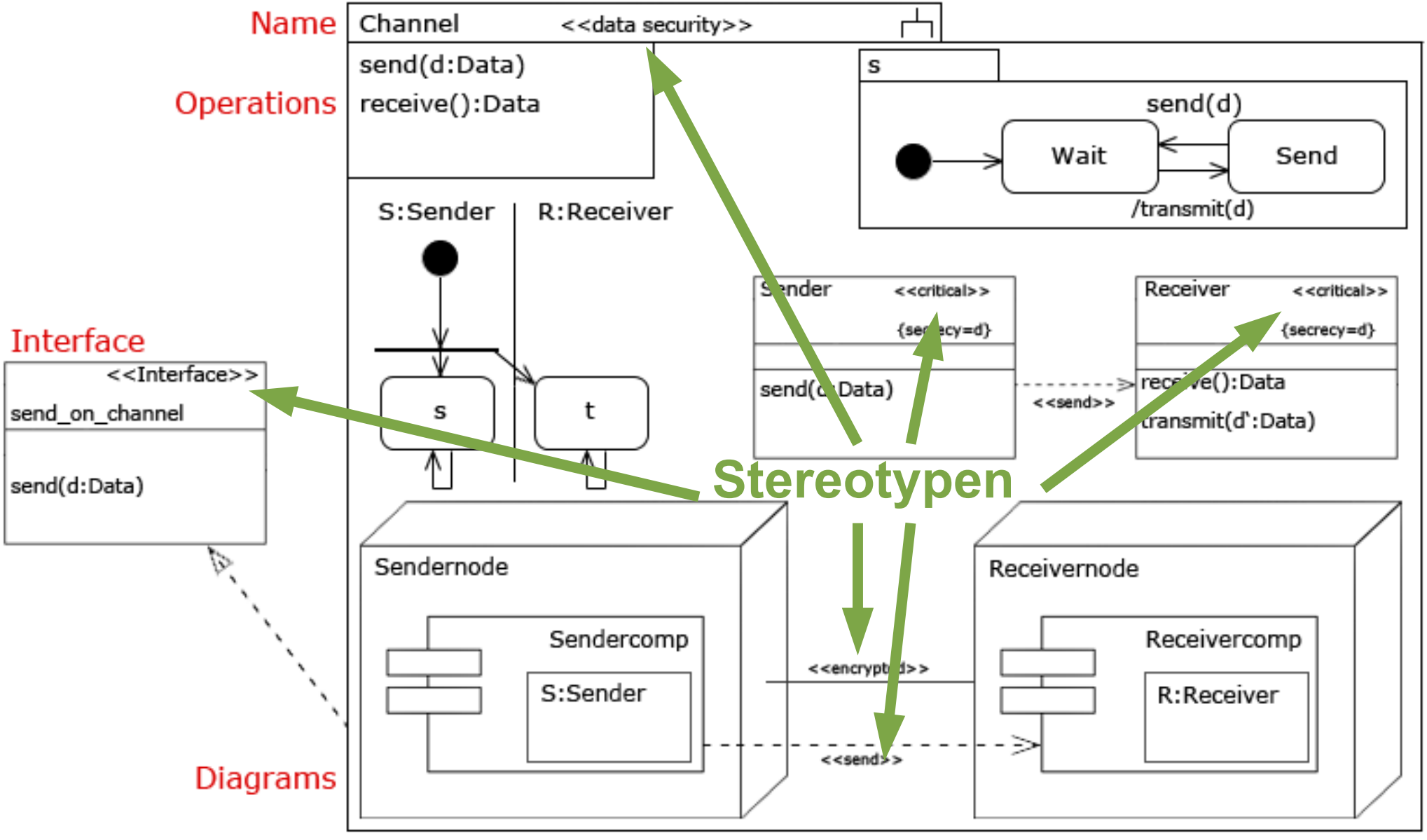
Stereotypen: spezialisiert die Benutzung von Modellelementen <<label>>.

Tagged value: fügt {tag=value} Paare zu stereotypisierten Elementen hinzu.

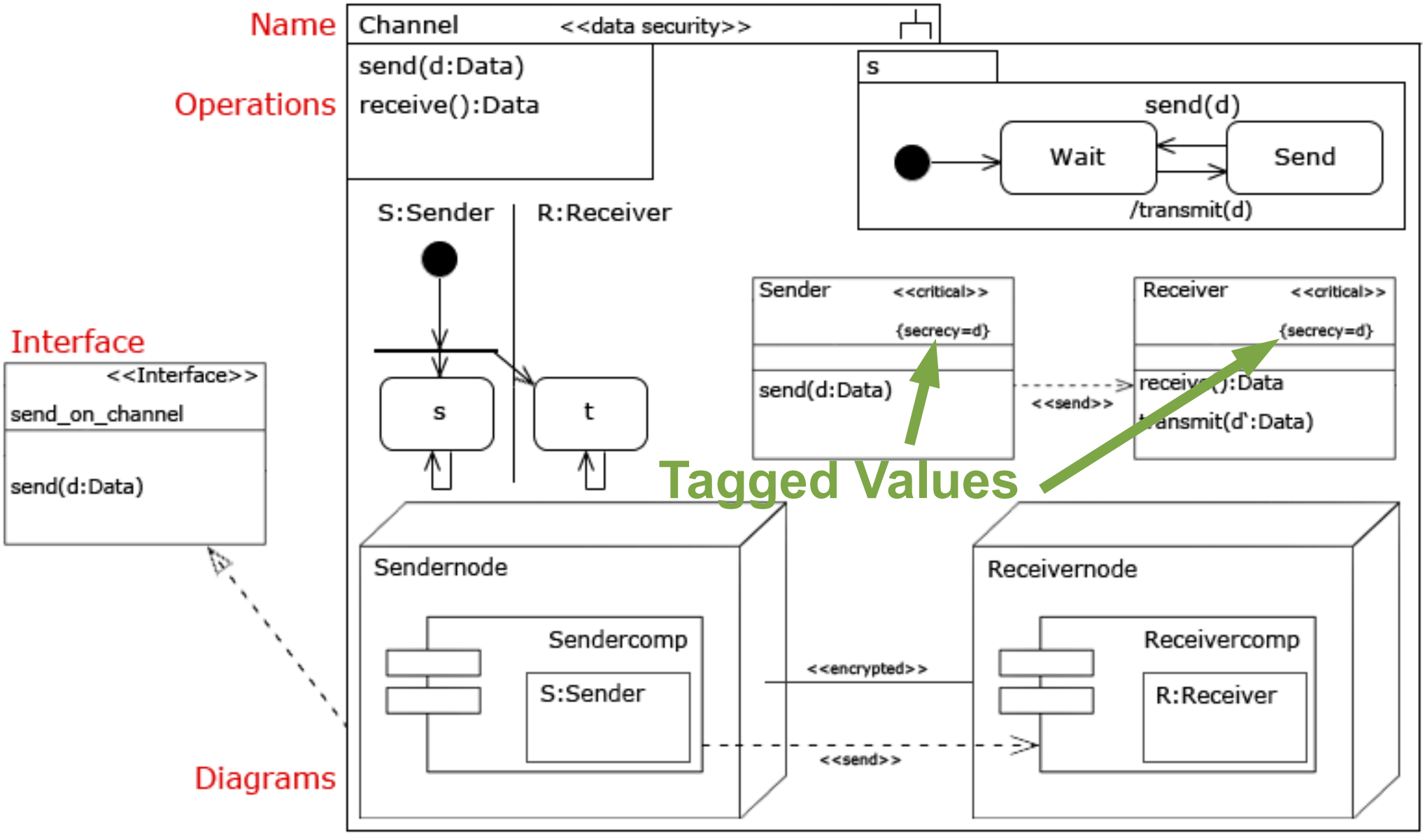
Constraint: verfeinert die Semantik eines stereotypisierten Elements.

Profil: sammelt obige Informationen.

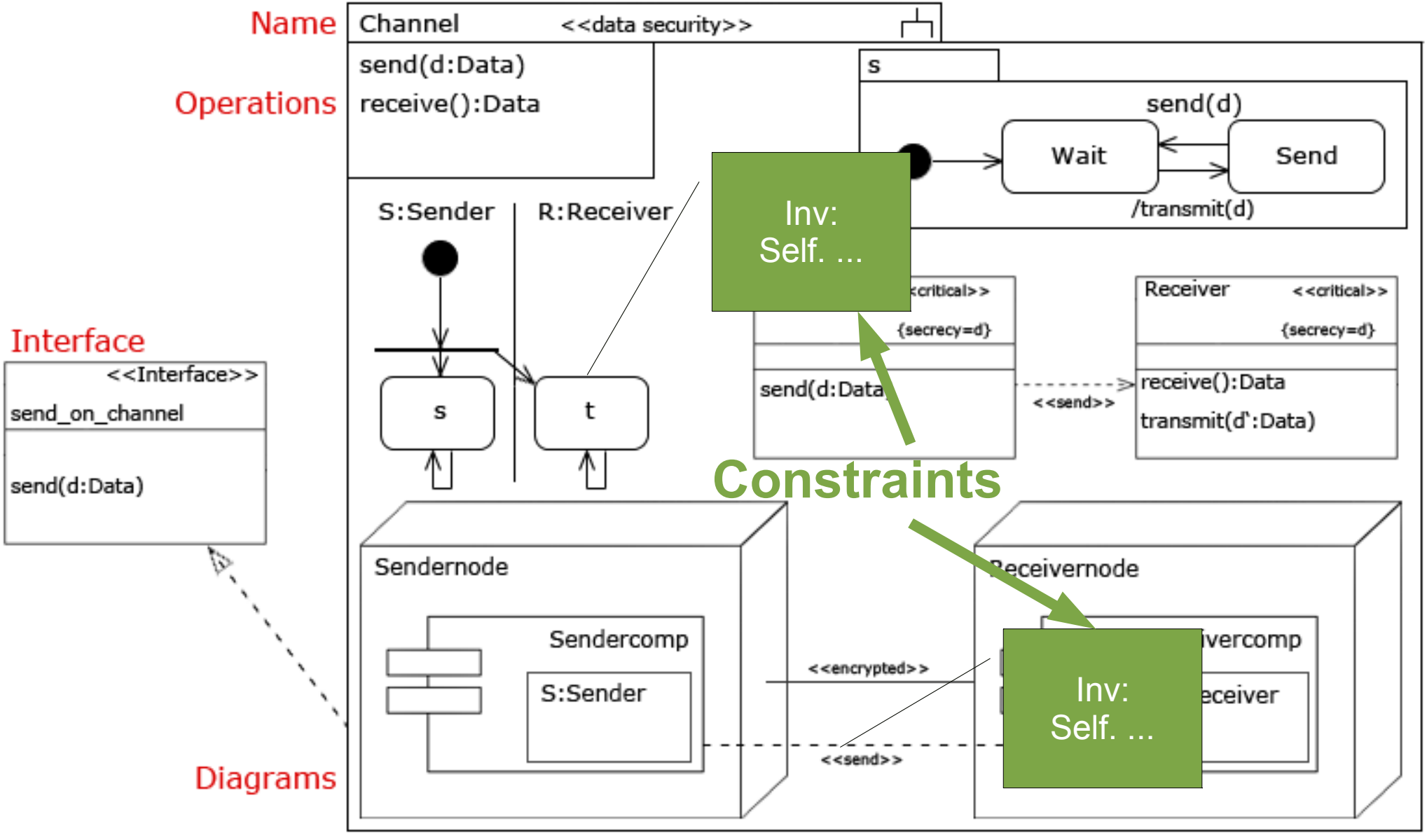
UML Profil
Erweiterungsmöglichkeiten



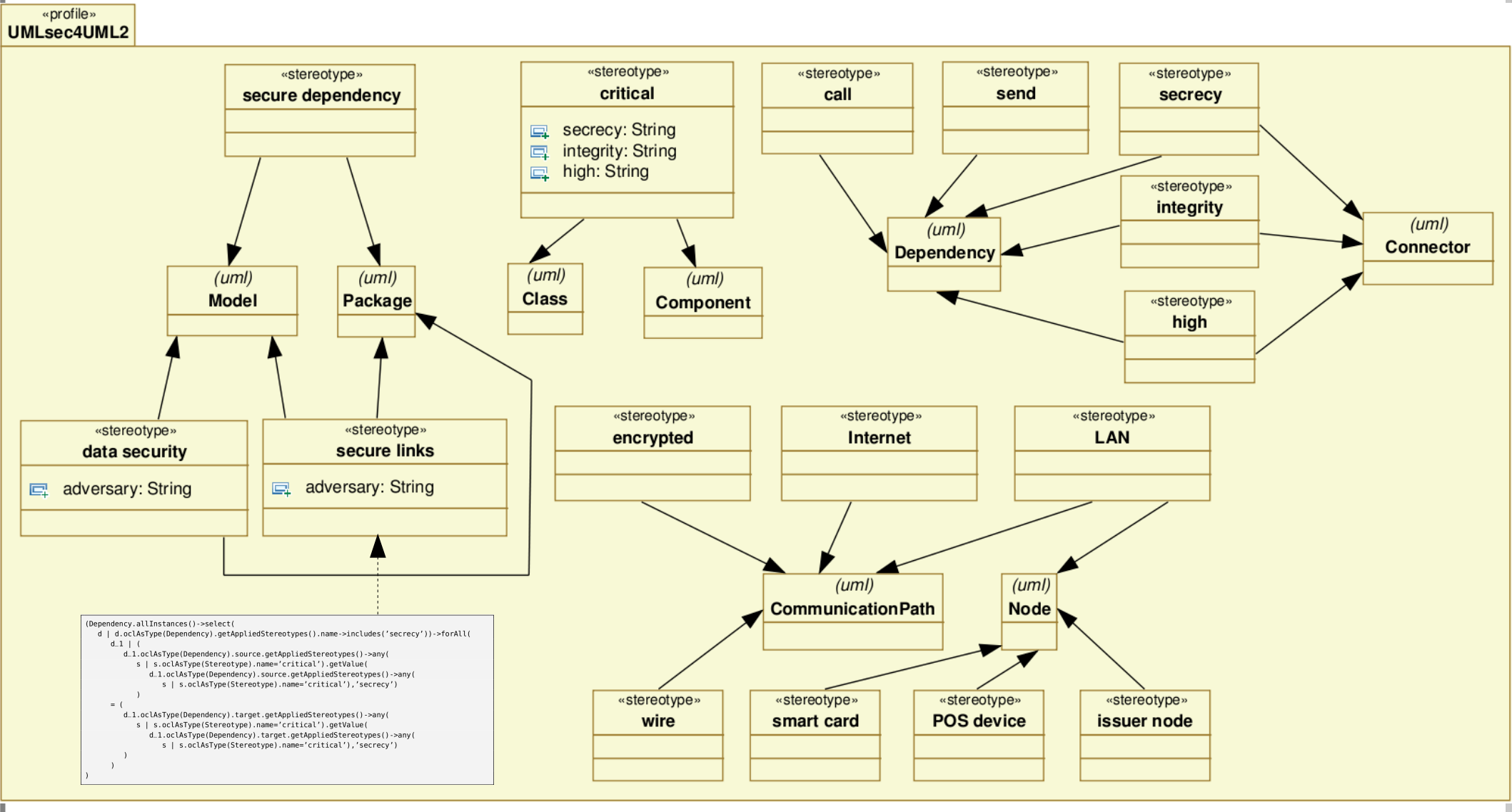
UML Profil
Erweiterungsmöglichkeiten



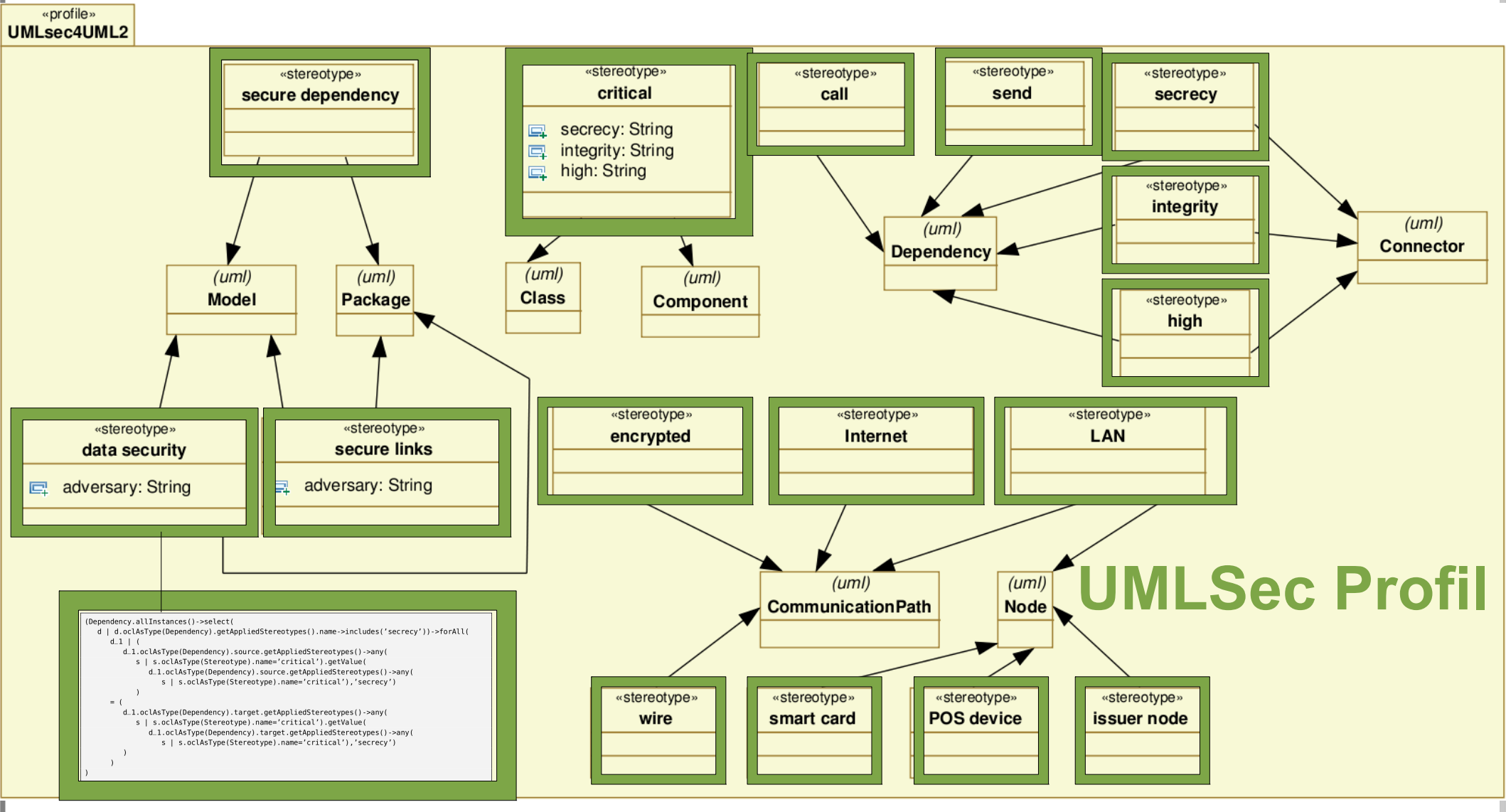
UML Profil
Erweiterungsmöglichkeiten



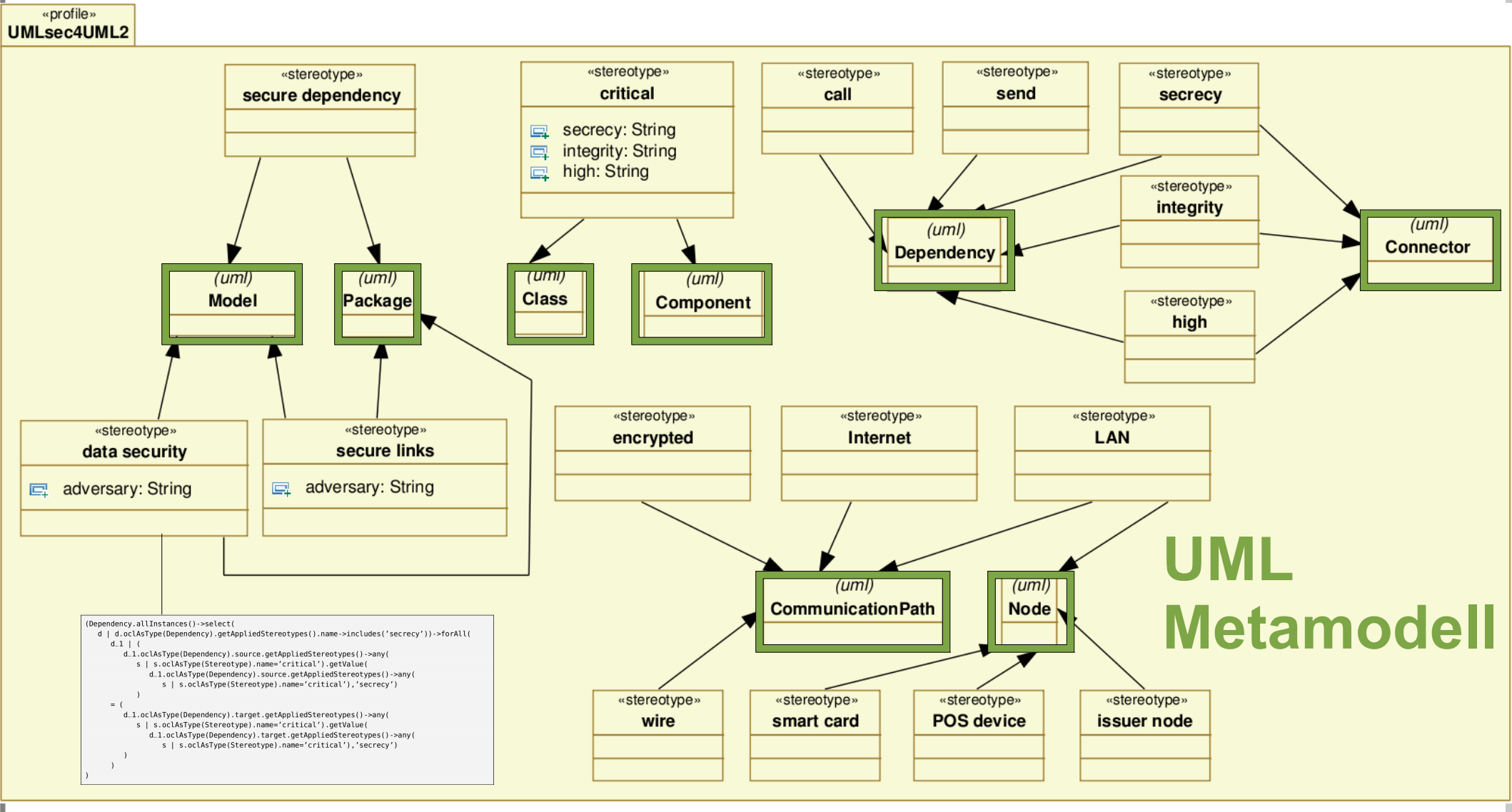
UML Profil
Beispiel



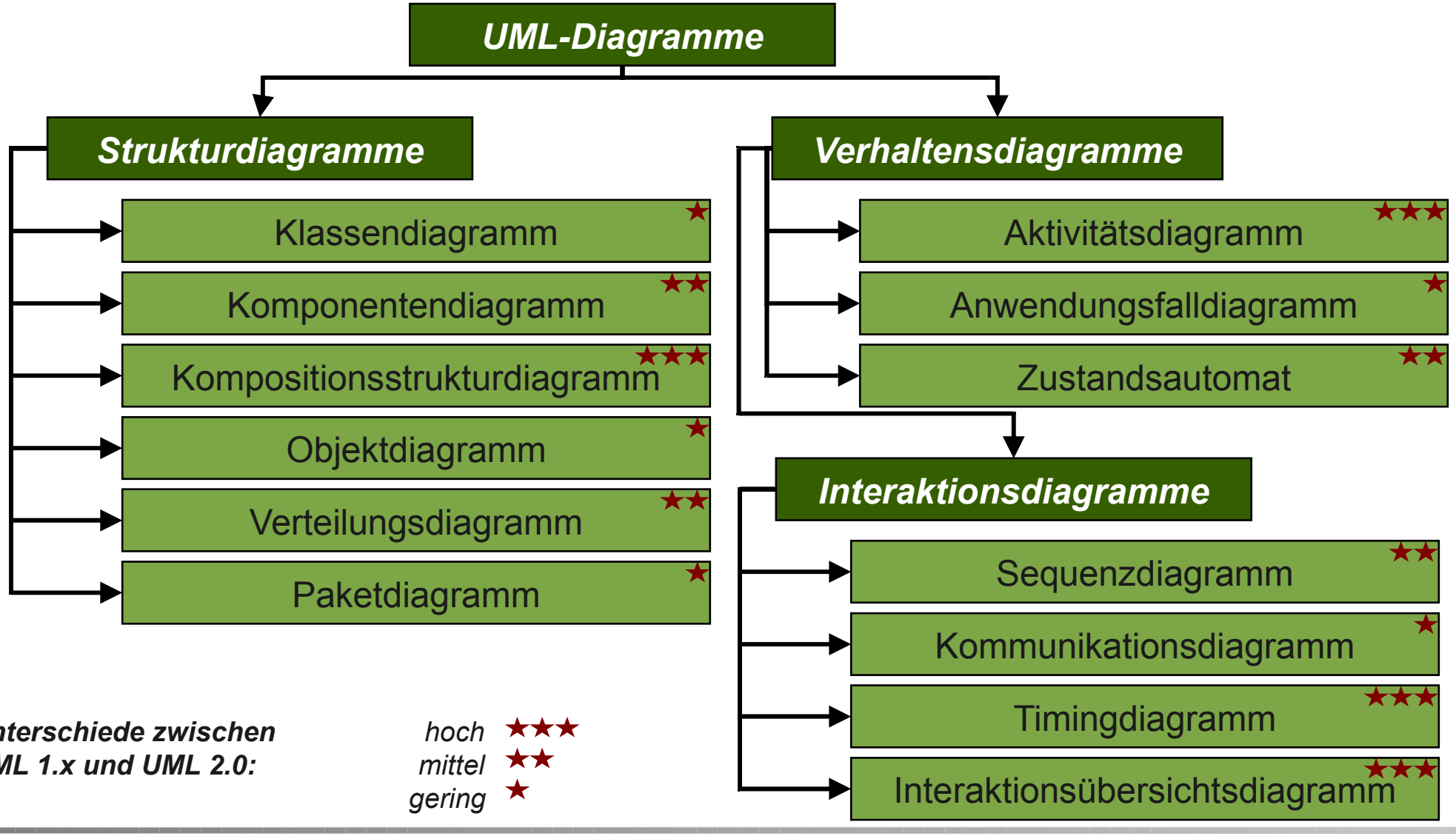
UML Profil
Beispiel



UML Profil
Beispiel



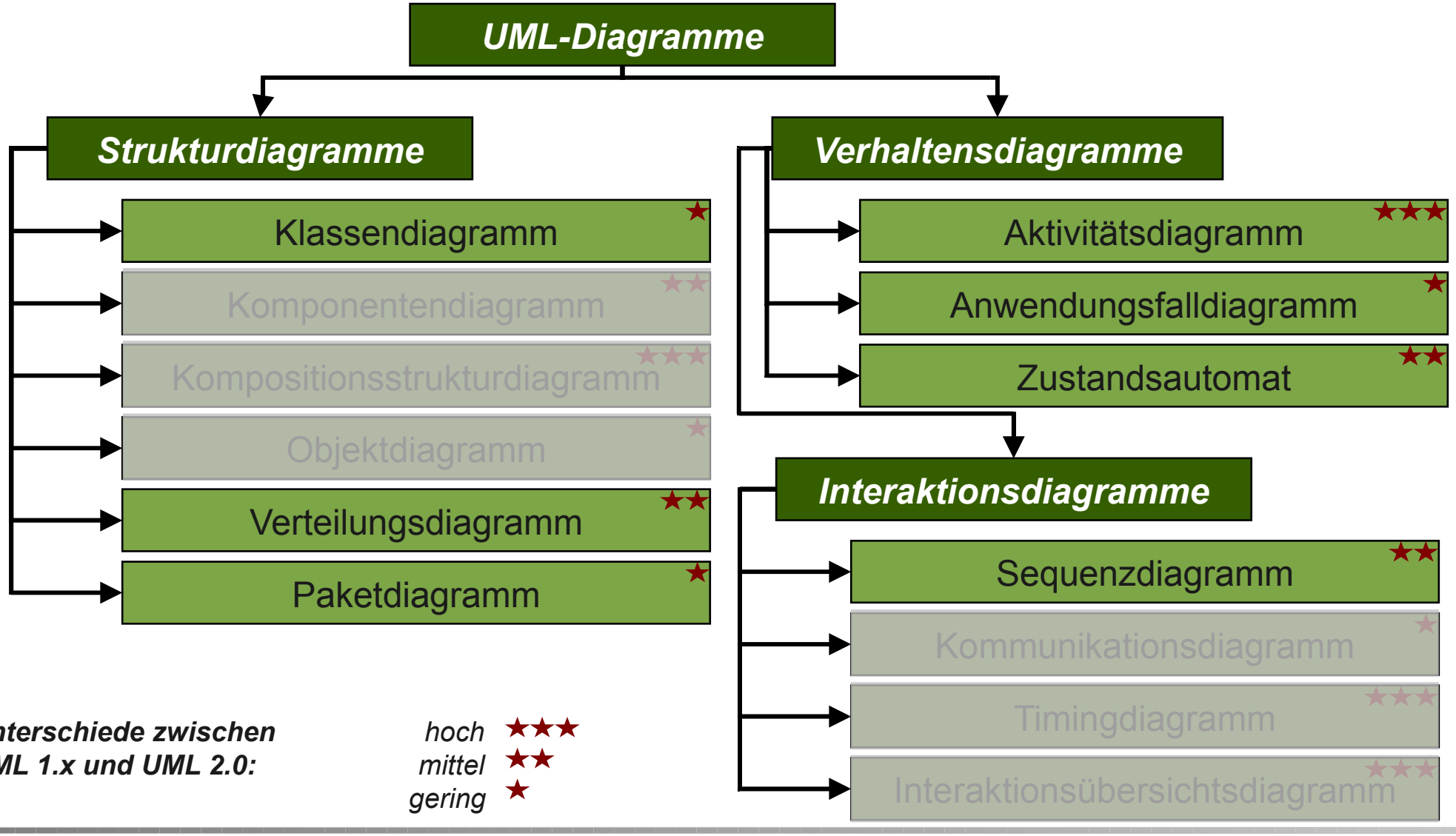
UML Diagrammtypen



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UMLsec-relevante Diagrammtypen



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UMLsec-relevante Diagrammtypen

Anwendungsfalldiagramm: Enthält die Anforderungen an das System

Klassendiagramm: Datenstruktur des Systems

Zustandsdiagramm: dynamisches Verhalten der Komponenten

Aktivitätsdiagramm: Steuerung des Ablaufs zwischen den Komponenten

Sequenzdiagramm: Interaktion durch Nachrichtenaustausch

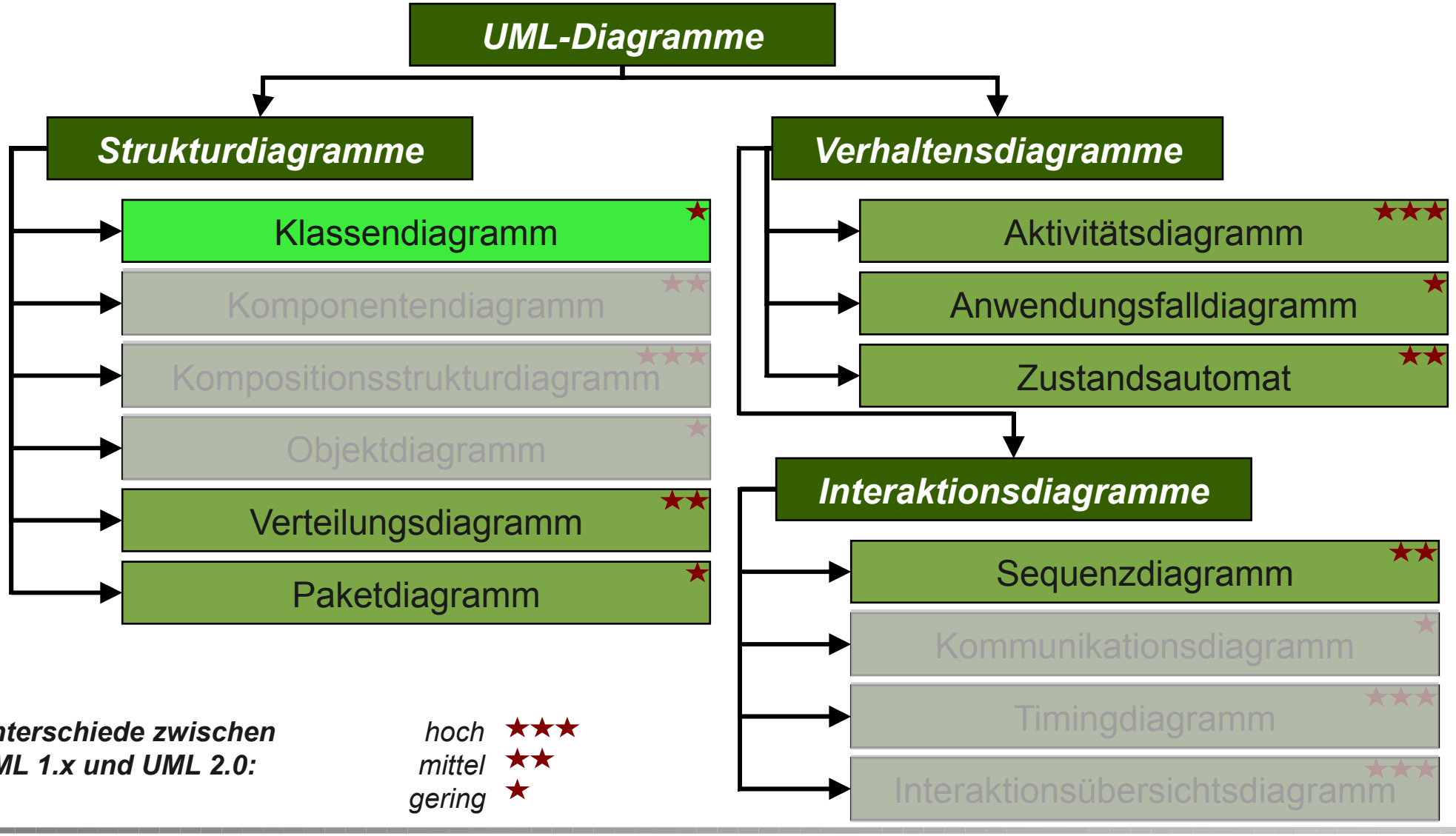
Verteilungsdiagramm: Physikalische Umgebung

Paket/Subsystem: Fasst Diagramme eines Systemteils zusammen

UMLsec Anmerkungen

- UML2 Vorstellung auf UMLsec relevante Diagramme beschränkt
- UMLsec auf UML 1.5 definiert
  - Beispiele können von UML 2 Abweichen
- UMLsec wurde zum Großteil schon auf UML 2 angehoben (Siehe UMLSec4UML2 Profil), aber um Verwirrung vorzubeugen alle Beispiele in UML 1.5

UML im Schnelldurchlauf
Klassendiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UML im Schnelldurchlauf
Klassendiagramm

- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Aus welchen Klassen besteht mein System und wie stehen diese untereinander in Beziehung?

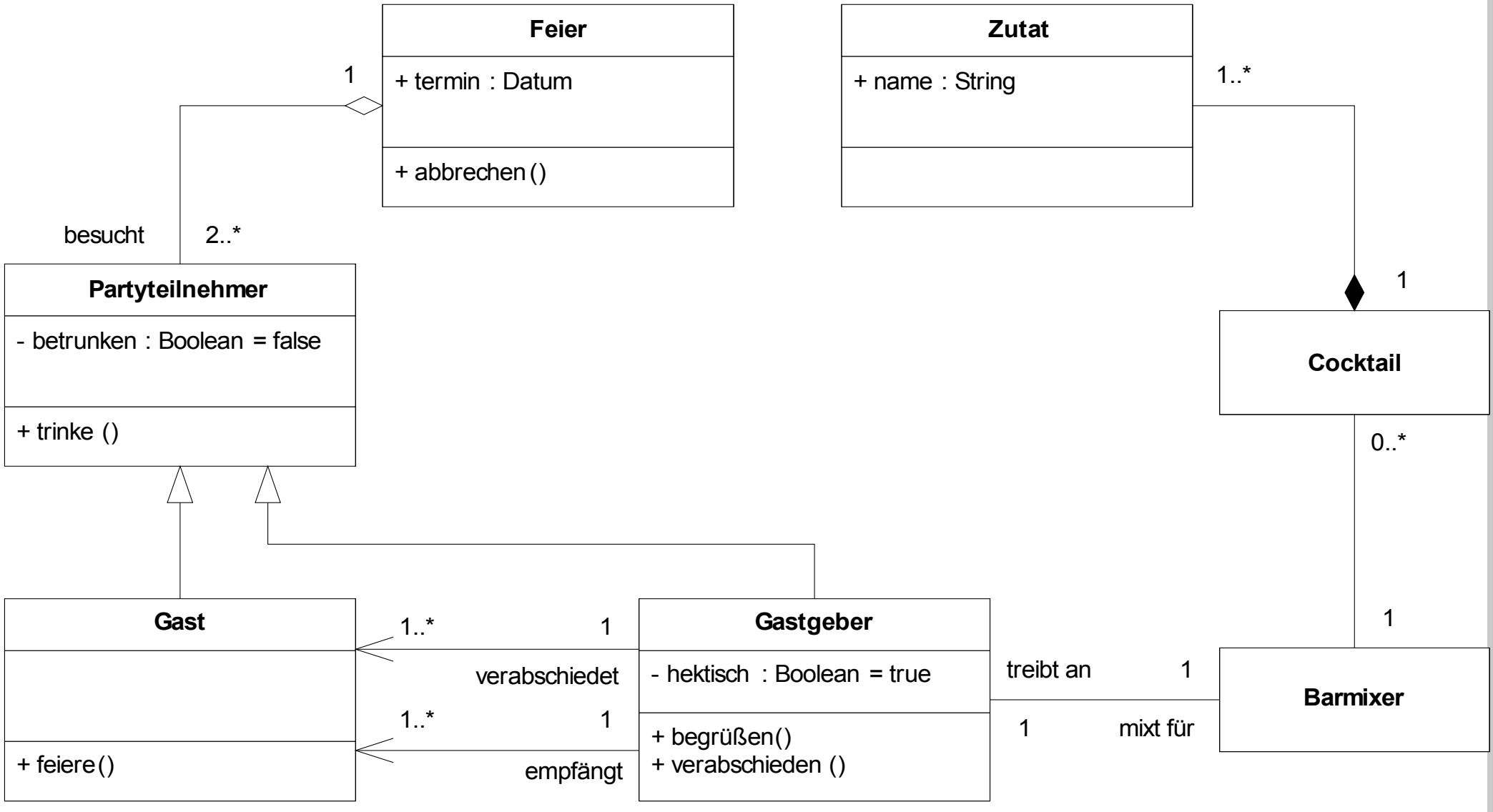
- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - beschreibt die statische Struktur des Systems
  - enthält alle Strukturzusammenhänge und Datentypen
  - ist Brücke zu dynamischen Diagrammen

UML im Schnelldurchlauf
Klassendiagramm

- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - Unsauberkeiten wurden beseitigt, einige Elemente wurden überarbeitet (z. B. copy- oder become-Stereotypen).
  - Sonst keine wesentlichen Änderungen.

- Besondere Hinweise
  - Klassen sollten mit einem Hauptwort im Singular benannt werden.
  - In den Namen sollten Sonderzeichen und Umlaute vermieden werden.

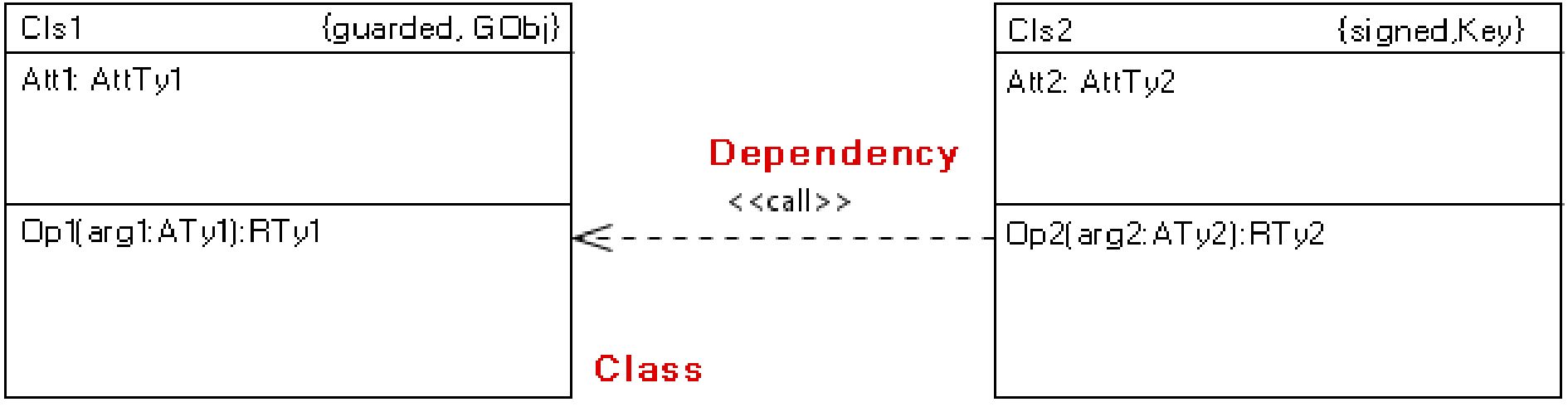
UML im Schnelldurchlauf
Klassendiagramm



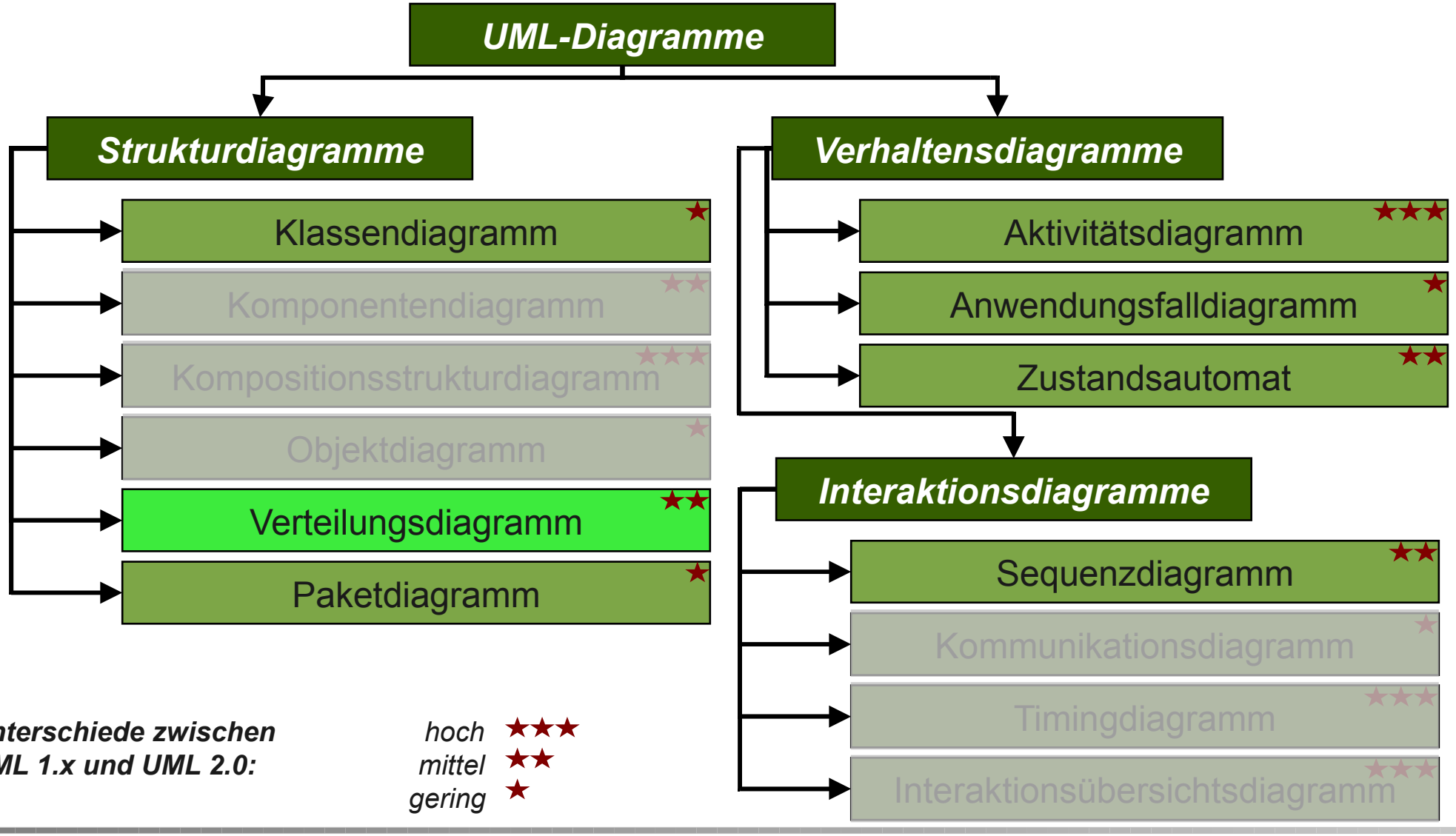
UMLsec Beispiel
Klassendiagramm

Klassenstruktur des Systems.

Klasse mit Attributen und Operation / Signalen, Beziehungen zwischen Klassen.



UML im Schnelldurchlauf
Verteilungsdiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UML im Schnelldurchlauf
Verteilungsdiagramm

- Problem:
  - Es soll die Verteilung der Software des Systems auf die Hardware beschrieben werden.
- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Wie sieht das Einsatzumfeld (Hardware, Server, Datenbanken etc.) des Systems aus?
  - Wie werden die Komponenten zur Laufzeit wohin verteilt?

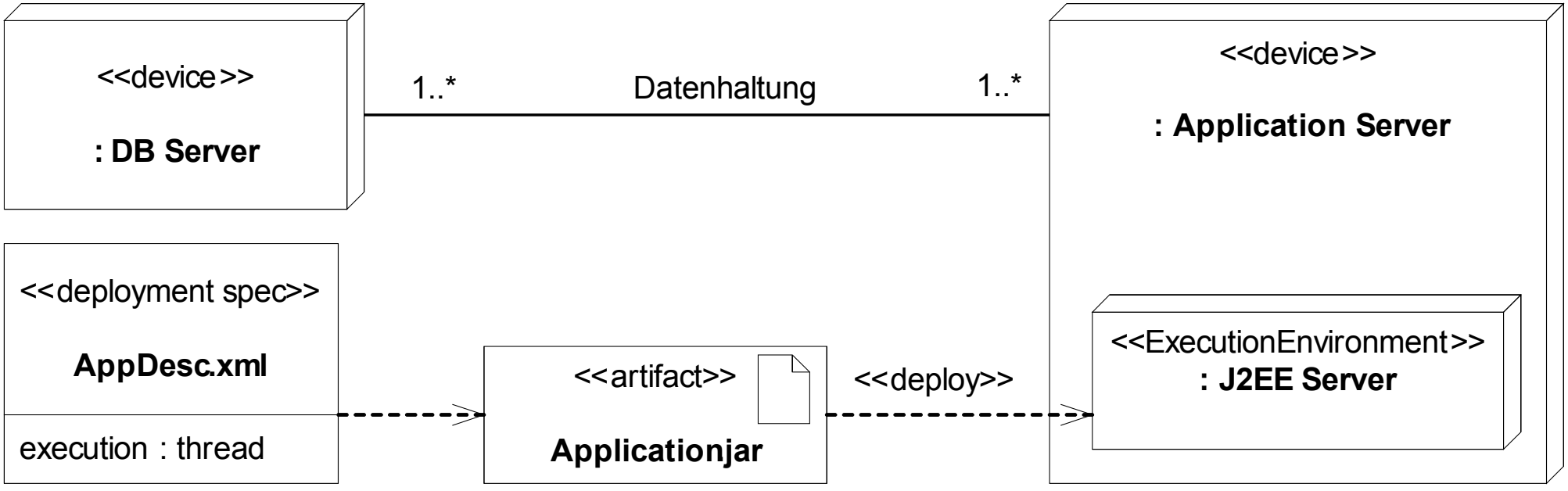
UML im Schnelldurchlauf
Verteilungsdiagramm

- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - zeigt das Laufzeitumfeld des Systems mit den greifbaren Systemteilen
  - Darstellung von „Softwareservern“ möglich
  - hohes Abstraktionsniveau, kaum Notationselemente

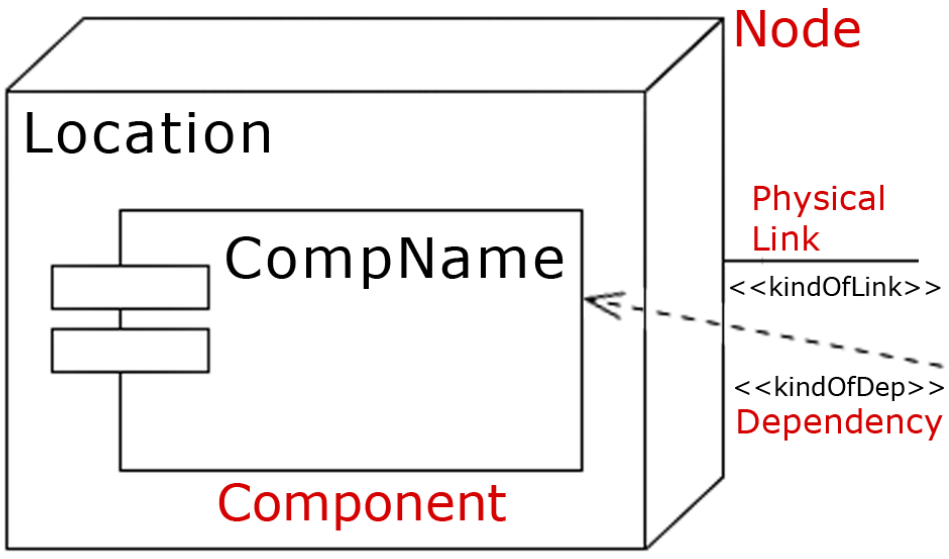
UML im Schnelldurchlauf
Verteilungsdiagramm

- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - Es wurde eine bessere Unterscheidung zwischen Soft- und Hardware-Ausführungsumgebungen vorgenommen.
  - Verwendung von Artefakten.
- Besondere Hinweise
  - Beschränkt euch durchgängig auf eine Darstellungsvariante, wenn mehrere Notationsvarianten möglich sind (z.B. mit oder ohne Deploy-Beziehungen).

UML im Schnelldurchlauf
Verteilungsdiagramm

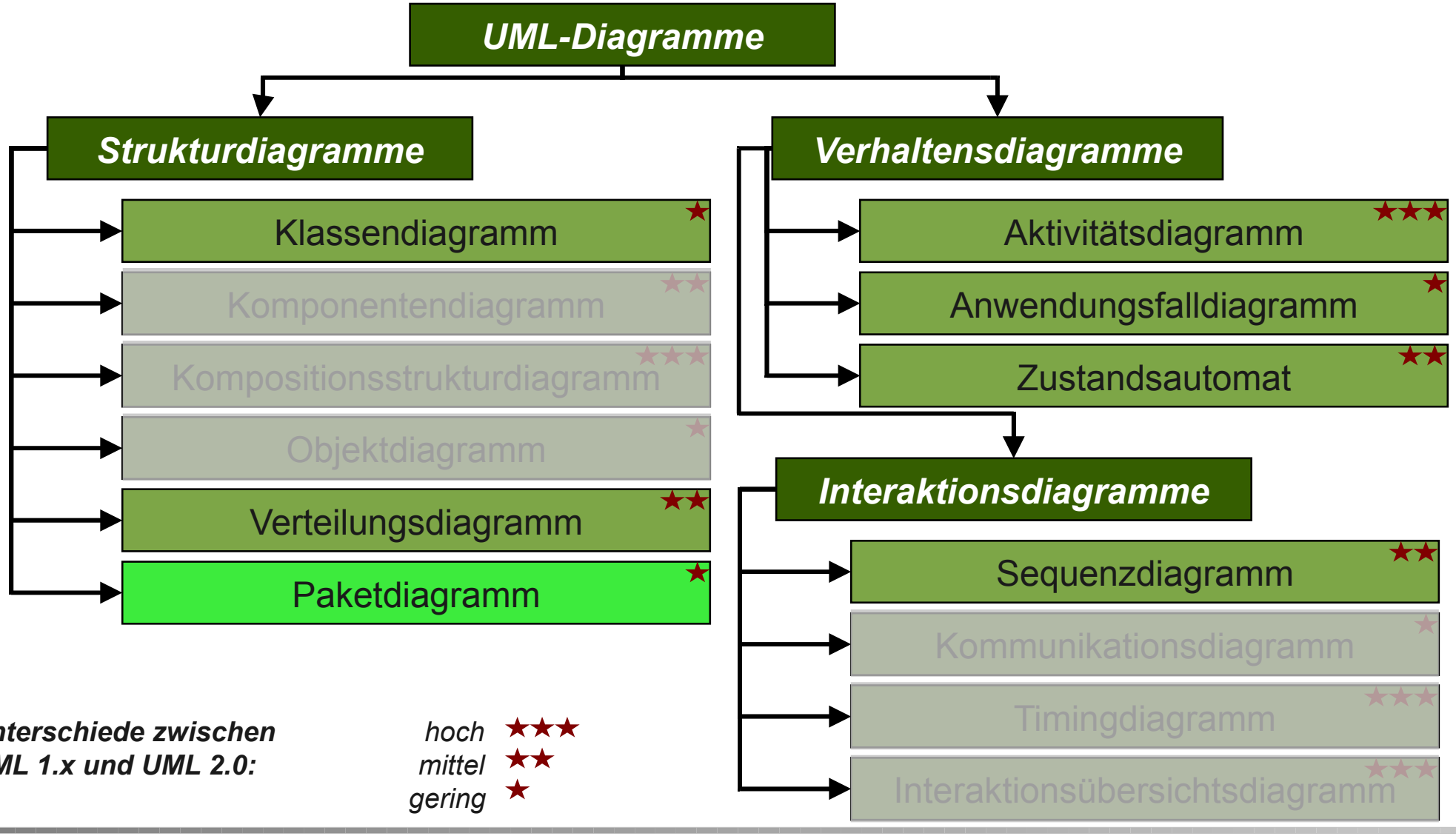


UMLsec Beispiel Verteilungsdiagramm



Erklärt die physikalische Ebene, auf der das System implementiert wird.

UML im Schnelldurchlauf
Paketdiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

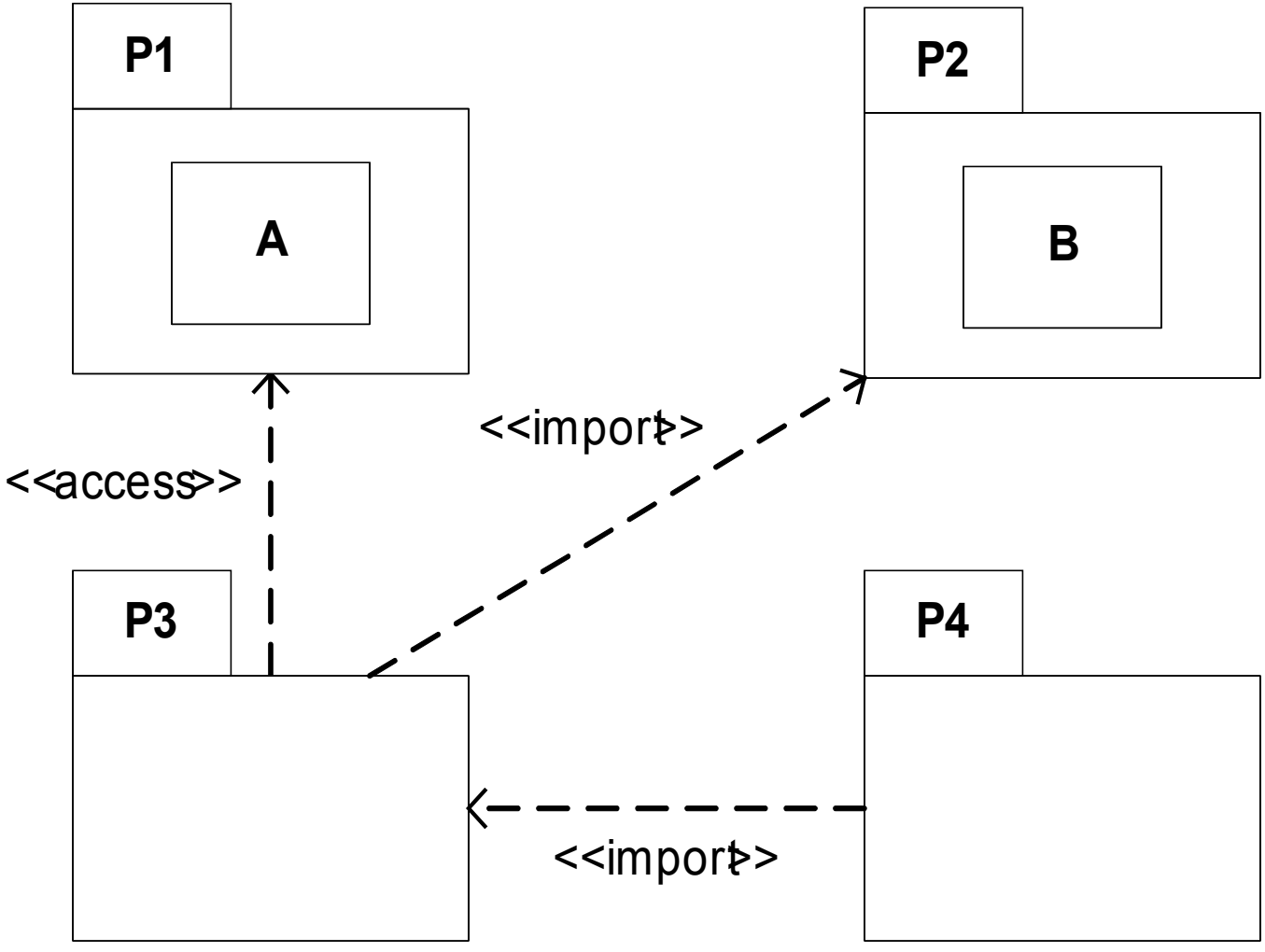
UML im Schnelldurchlauf
Paketdiagramm

- Problem:
  - Große Softwaresysteme mit mehreren 100 Klassen lassen sich nicht mehr von einer Person überblicken.
- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Wie kann ich mein Modell so schneiden, dass ich den Überblick bewahre?
- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - organisiert das Systemmodell in größeren Einheiten durch logische Zusammenfassung von Modellelementen
  - Modellierung von Abhängigkeiten und Inklusionen ist möglich

UML im Schnelldurchlauf
Paketdiagramm

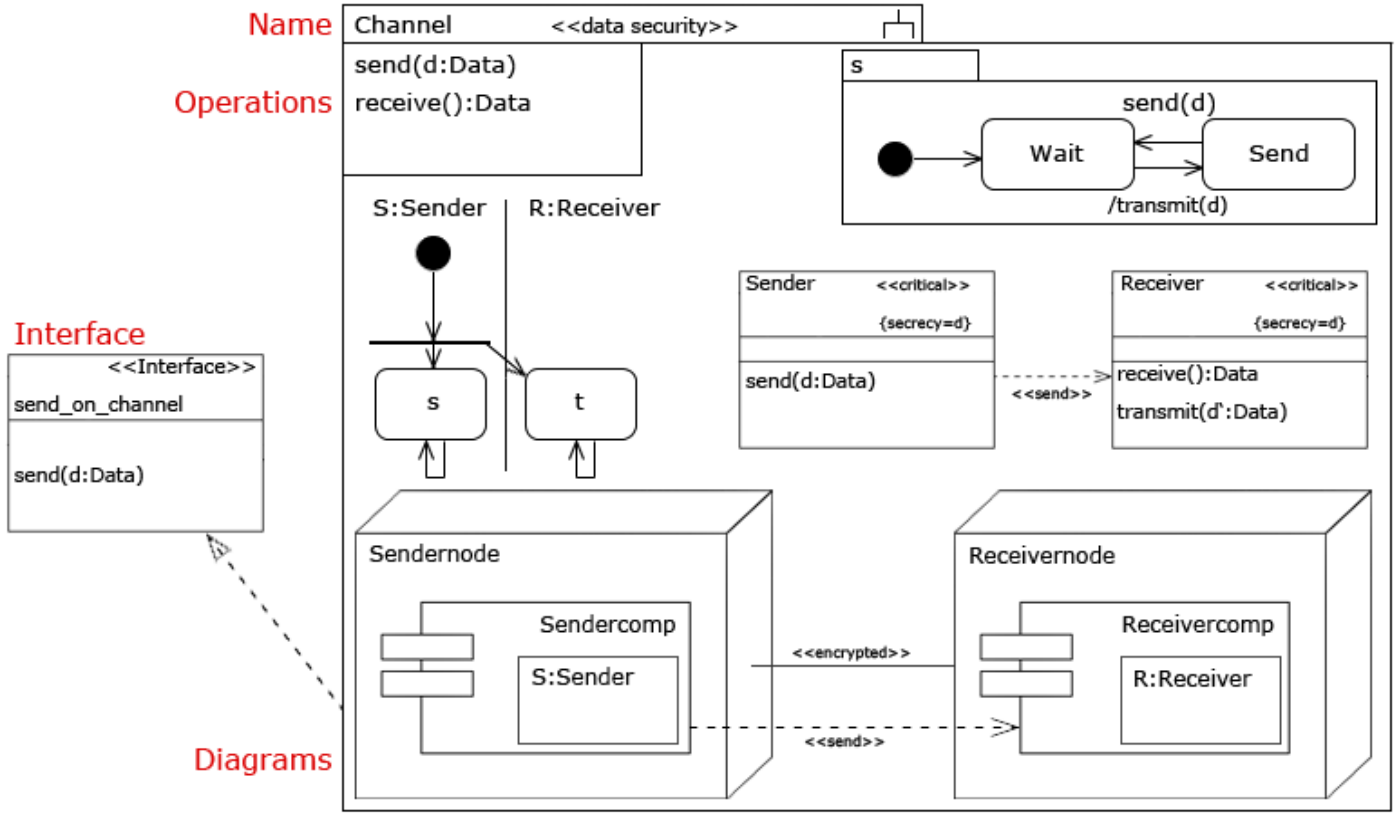
- Änderungen durch UML 2:
  - Insgesamt: keine Änderungen!
  - Jedoch: Der Importmechanismus (insbesondere Behandlung und Verschmelzung von Namensräumen) prominenter dokumentiert

UML im Schnelldurchlauf
Paketdiagramm



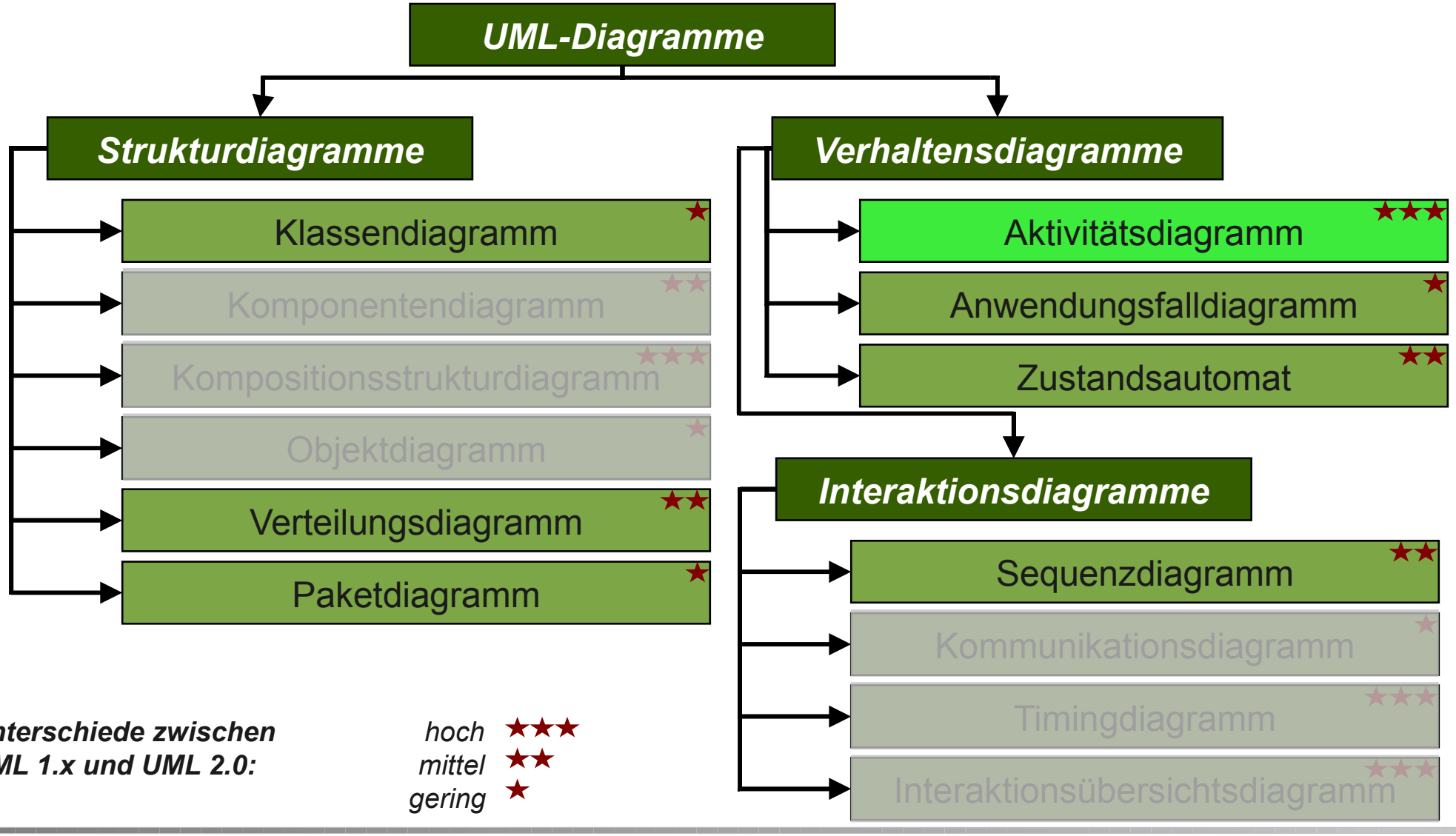
- Inhalt:
  - P3 importiert A (P1) als private
  - P3 importiert B (P2) als public
  - P4 importiert P3
- Folge:
  - P4 darf nicht auf A zugreifen
  - P4 darf auf B zugreifen

UMLsec Beispiel
Paketdiagramm



Kann benutzt werden, um UML Element zu einer Gruppe zusammen zu fügen.

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm

- Problem:
  - Es sollen Abläufe, z.B. Geschäftsprozesse, modelliert werden. Im Vordergrund steht dabei eine Aufgabe, die in Einzelschritte zerlegt werden soll.
  - Es sollen Details eines Anwendungsfalles festgelegt werden.
- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Wie realisiert mein System ein bestimmtes Verhalten?

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm

- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - Detaillierte Visualisierung von Abläufen mit Bedingungen, Schleifen und Verzweigungen.
  - Parallelisierung und Synchronisation ist möglich.
  - Darstellung von Daten- und Kontrollflüssen.

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm

- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - sind jetzt keine Sonderform der Zustandsdiagramme mehr, sondern basieren auf erweiterten Petri-Netzen
  - damit sind viele Einschränkungen beseitigt:
    - verbesserte Testbarkeit
    - fast automatisch erkennbare Verklemmungsfreiheit
    - bessere Unterstützung paralleler Flüsse
    - Ausführbarkeit fast vollständig möglich
    - mehr Flexibilität in der Modellierung durch das Tokenkonzept

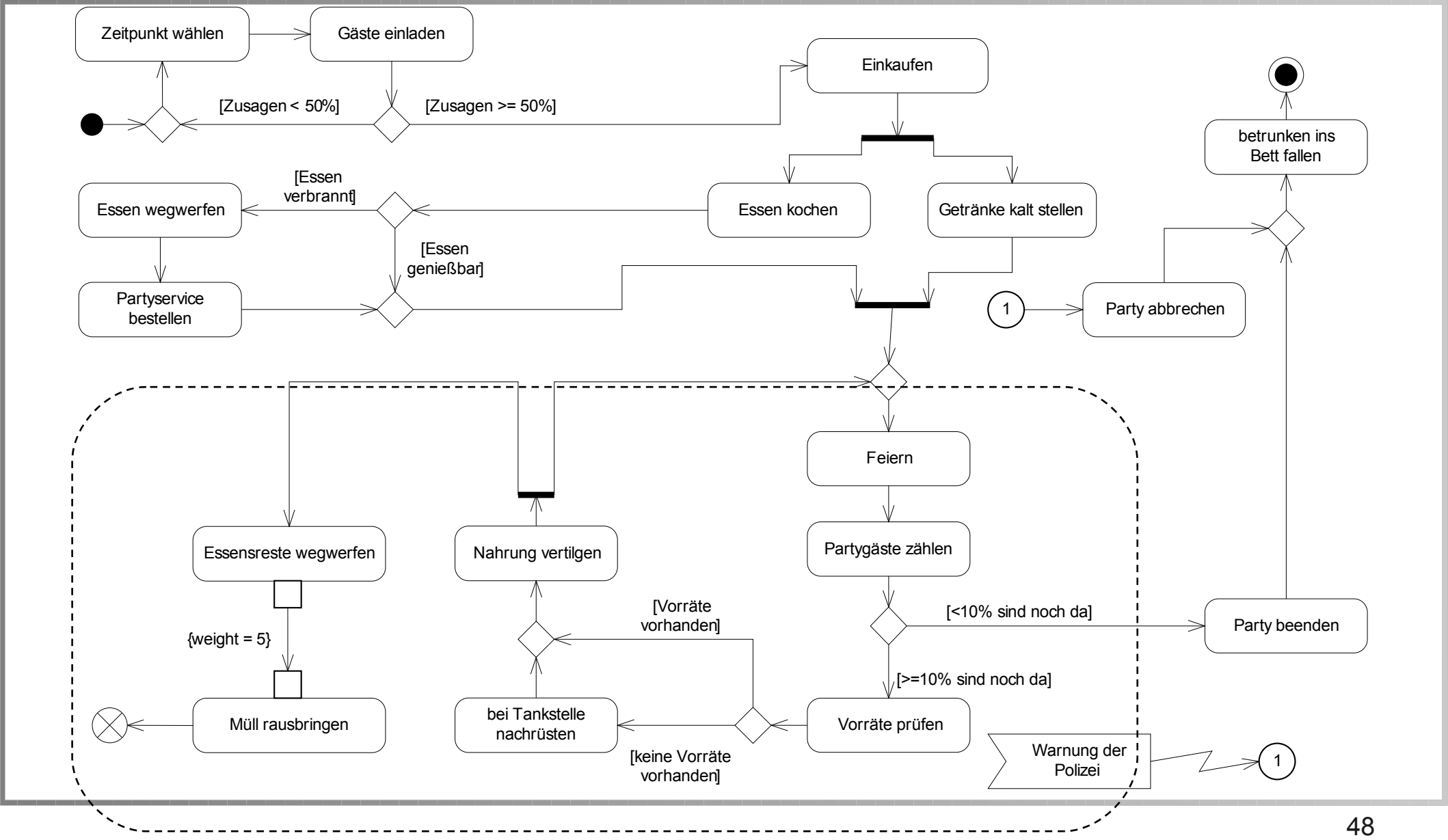
UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm stark geändert in UML2

- Tokenkonzept
  - Ein Token (auch: Marke) zeigt an, an welchem Punkt sich der Ablauf gerade befindet.
  - Es können beliebig viele Token unterwegs sein (parallele Abläufe).
  - Token werden graphisch nicht dargestellt, sondern dienen nur der Erklärung der Abläufe.

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm

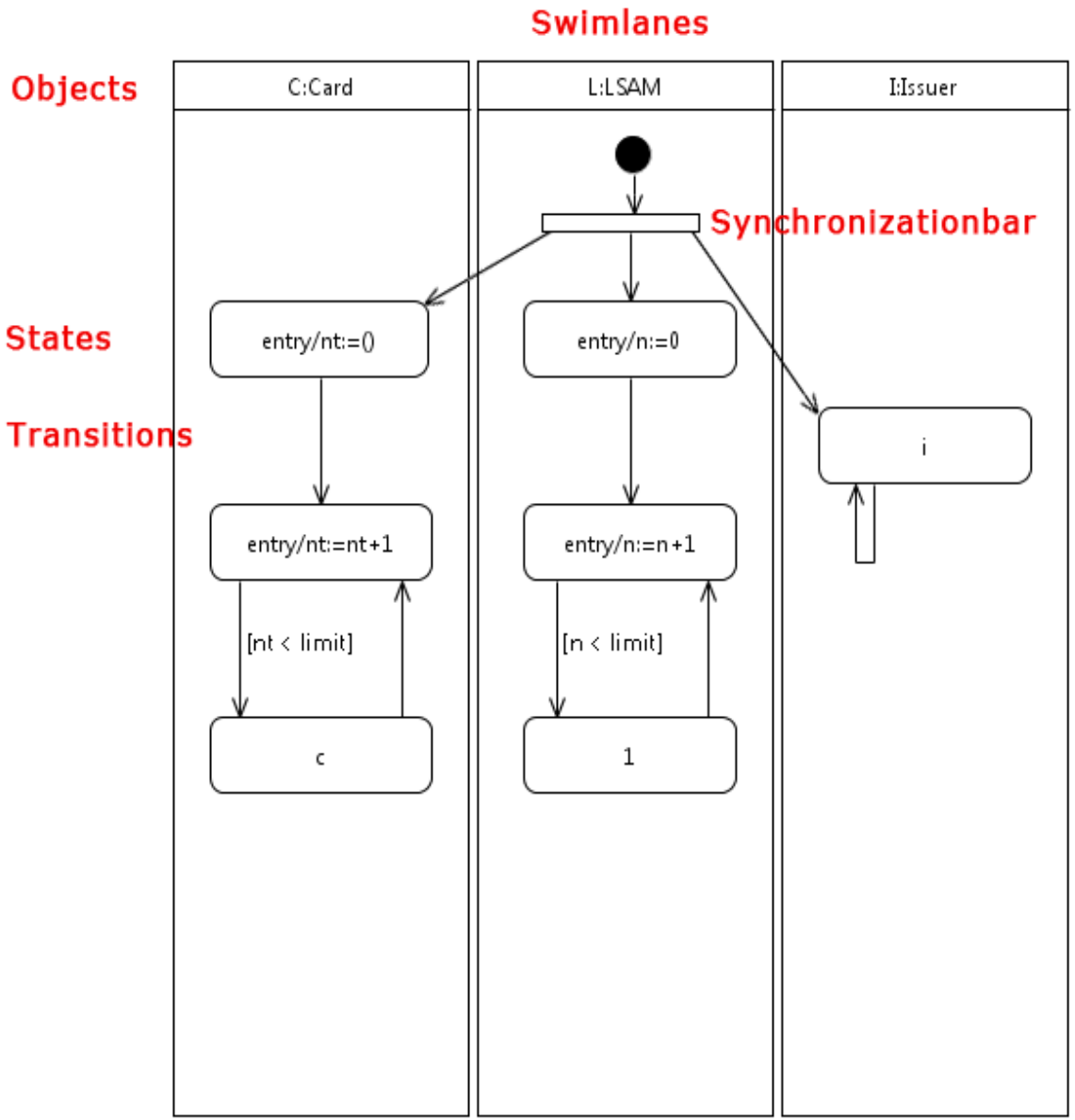
- Besondere Hinweise
  - Für die Modellierung reaktiver Systeme sollten lieber Zustandsautomaten verwendet werden.
  - Verzweigungen und deren Bedingungen sollten immer exakt modelliert werden.

UML im Schnelldurchlauf
Aktivitätsdiagramm

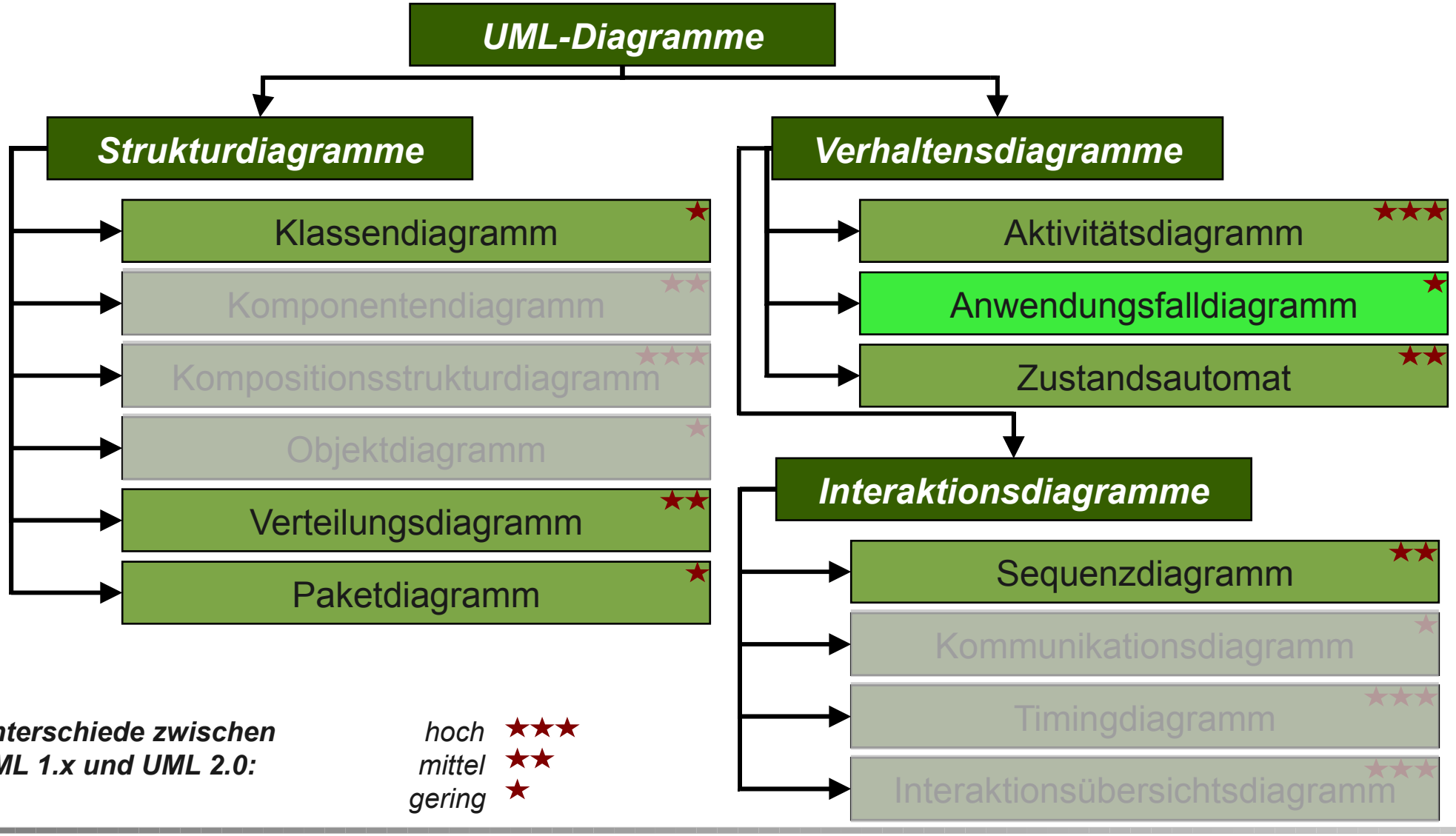


UMLsec Beispiel Aktivitätsdiagramm

Spezifiziert den Kontrollfluss zwischen Komponenten desselben Systems. Ist auf einer höheren Abstraktionsebene als Zustands- und Sequenzdiagramme.



UML im Schnelldurchlauf
Anwendungsfalldiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

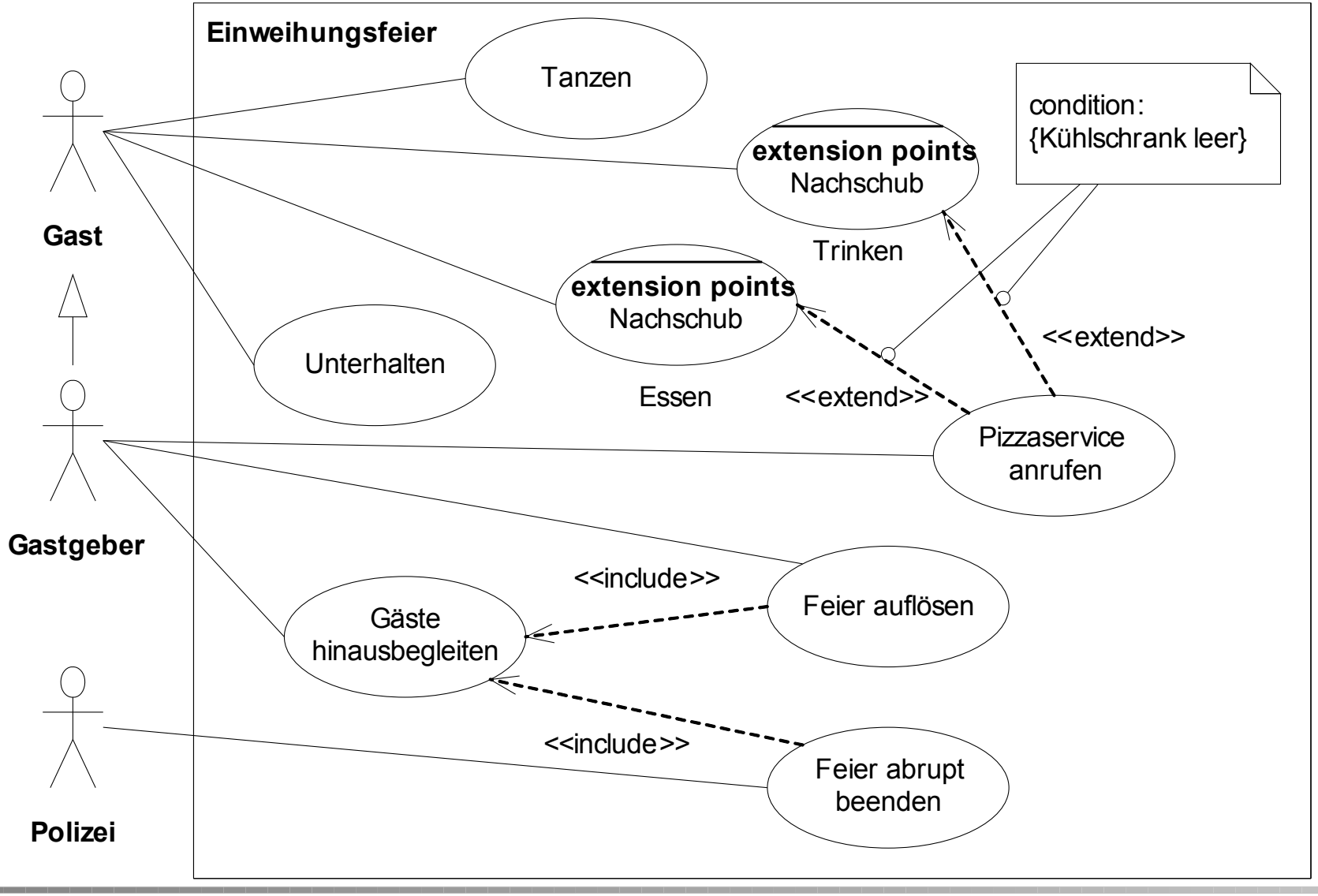
UML im Schnelldurchlauf
Anwendungsfalldiagramm

- Problem:
  - Das externe Verhalten des Systems soll aus Nutzersicht dargestellt werden.
- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Was leistet mein System für seine Umwelt (Nachbarsysteme, Stakeholder)?
- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - präsentiert die Außensicht auf das System
  - geeignet zur Kontextabgrenzung
  - hohes Abstraktionsniveau, einfache Notationsmittel

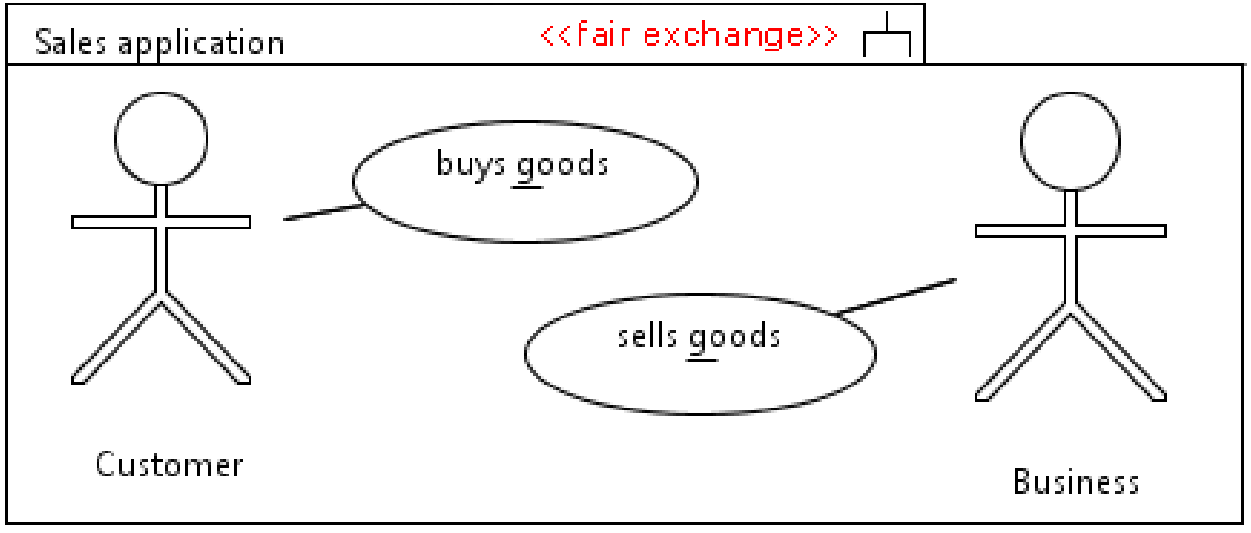
UML im Schnelldurchlauf
Anwendungsfalldiagramm

- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - Akteure müssen benannt werden
  - Die <<extend>>-Beziehung kann Vorbedingungen und extension points besitzen.
- Besondere Hinweise
  - Anwendungsfälle sollten nicht zur detaillierten Beschreibung von Operationen oder Funktionen verwendet werden.
  - Es sollten keine nicht-funktionalen Anforderungen beschrieben werden.
  - Anwendungsfälle sollten immer die Anwendersicht, nie die Entwicklersicht widerspiegeln.

UML im Schnelldurchlauf
Anwendungsfalldiagramm



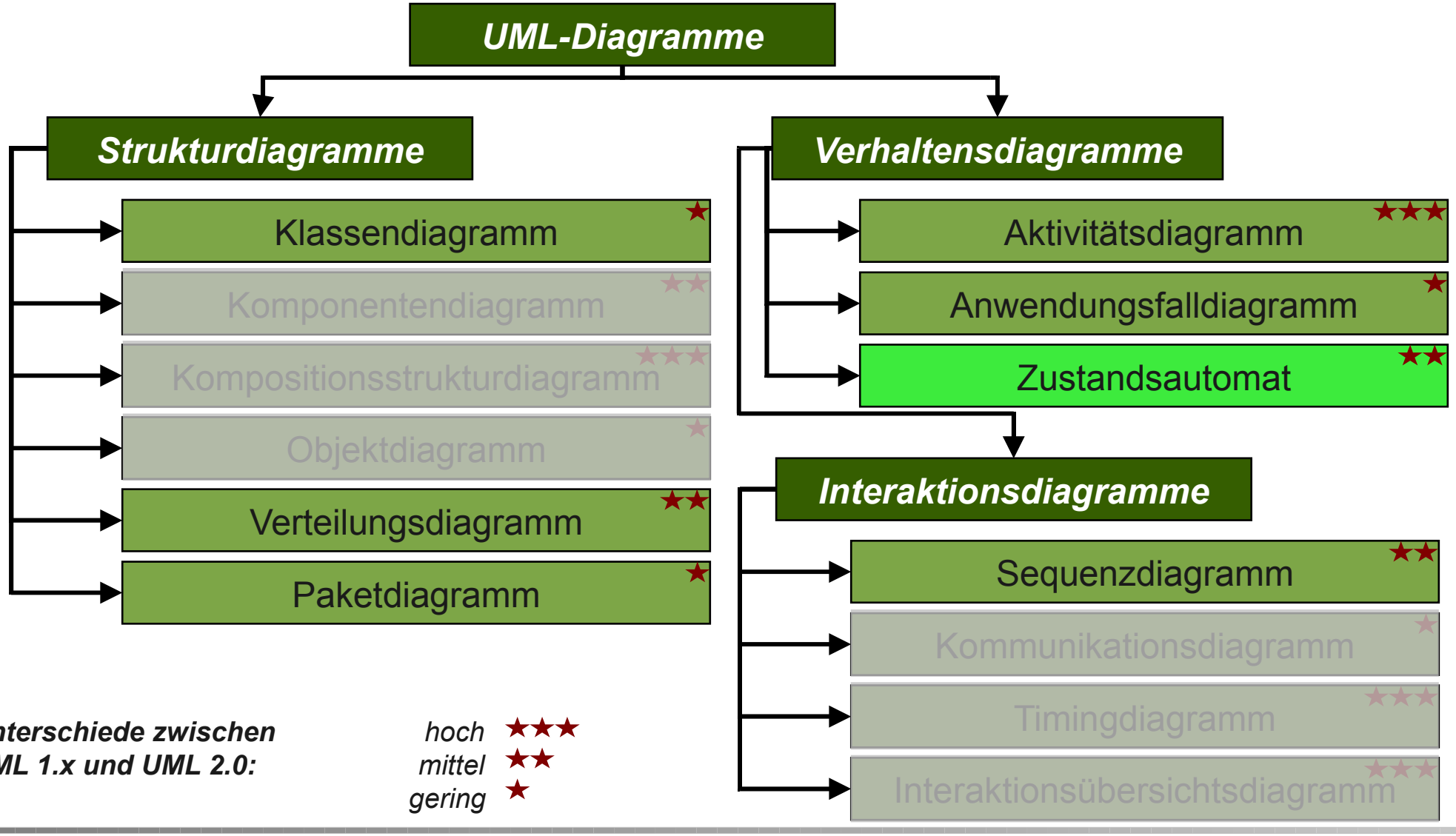
UMLsec Beipspiel
Anwendungsfalldiagramm



Spezifiziert einen Anwendungsfall des Systems:
Szenario einer Funktionalität, die einem Benutzer oder einem anderen System angeboten wird.

Akteure die mit einer Aktivität verknüpft sind.

UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat

- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Welche Zustände kann ein Objekt, eine Schnittstelle, ein Anwendungsfall etc. bei welchen Ereignissen annehmen?
- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - Präzise Abbildung eines Zustandmodells mit Zuständen, Ereignissen, Nebenläufigkeiten, Bedingungen, Ein- und Austrittsaktionen
  - Schachtelung möglich

UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat

- Beschreibung des Verhaltens von Anwendungsfällen
  - Die formale Modellierung von Anwendungsfällen hat folgende Vorteile:
    - Sie sind eindeutig und weniger interpretierbar.
    - Es können Testfälle abgeleitet werden.
- Beschreibung des Verhaltens von Klassen
  - Dem Attribut einer Klasse wird im Allgemeinen ein Datentyp zugeordnet.
  - Wenn der Datentyp eine endliche Menge von gültigen Werten besitzt, dann ergeben sich die verschiedenen Zustände der Klasse aus allen möglichen Kombinationen dieser Zustandsvariablen.

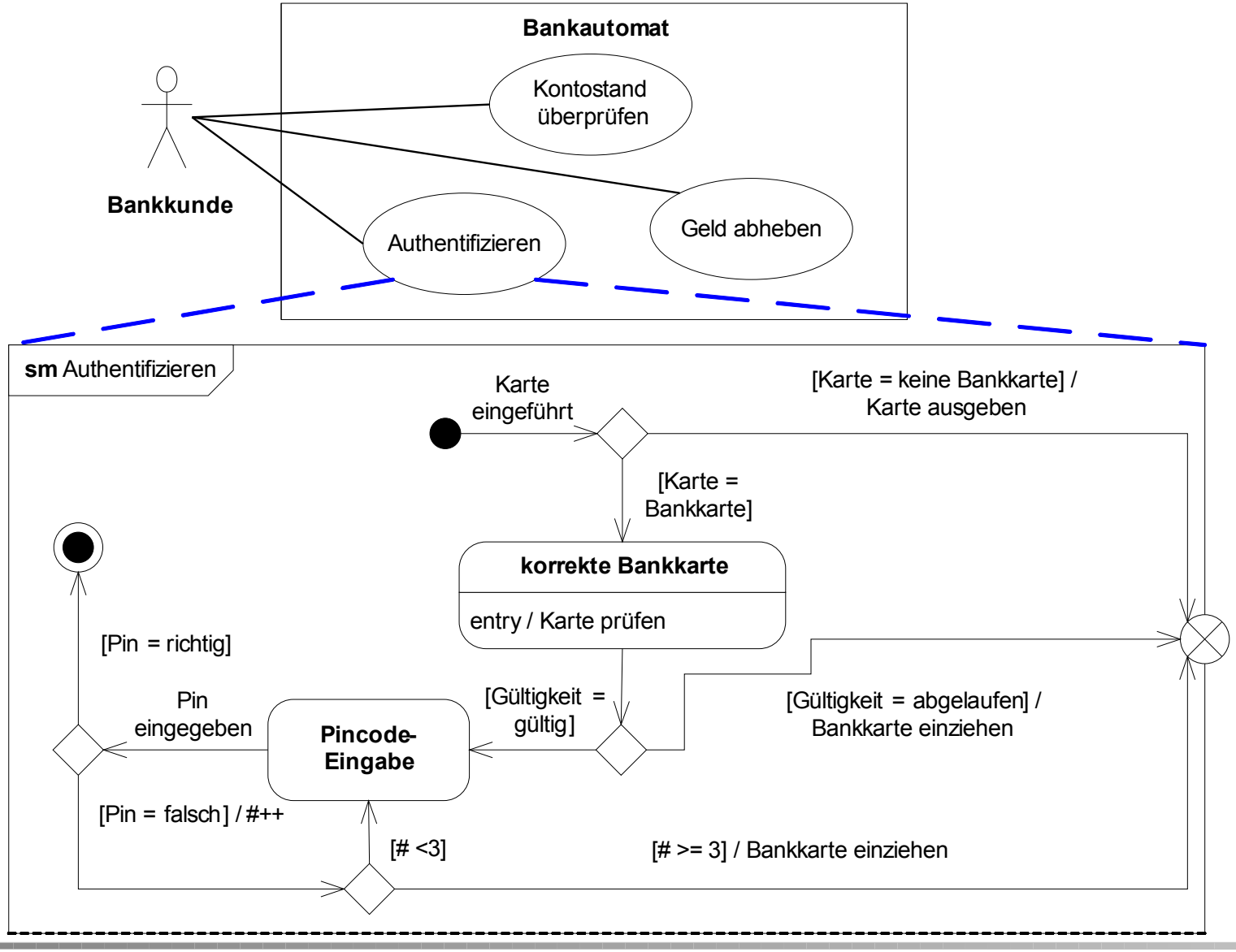
UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat

- Protokollzustandsautomaten
  - Unter einem Protokoll versteht man hier die erlaubte Abfolge von Aufrufen der Operationen, die von einem Classifier angeboten werden.

UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat

- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - verbesserte Verknüpfung von statischen Elementen und dahinter liegenden Zustandsmodellen
  - Protokollzustandsautomaten wurden zur präzisen Definition von Schnittstellen und Ports eingeführt.
- Besondere Hinweise
  - Es sollten niemals Zustände existieren, die nur eingehende, aber keine ausgehenden Transitionen besitzen (ansonsten ist das Modell unvollständig).
  - Es sollten nach Möglichkeit häufig Kreuzungspunkte verwendet werden, um die Lesbarkeit zu erhöhen.

UML im Schnelldurchlauf
Zustandsautomat

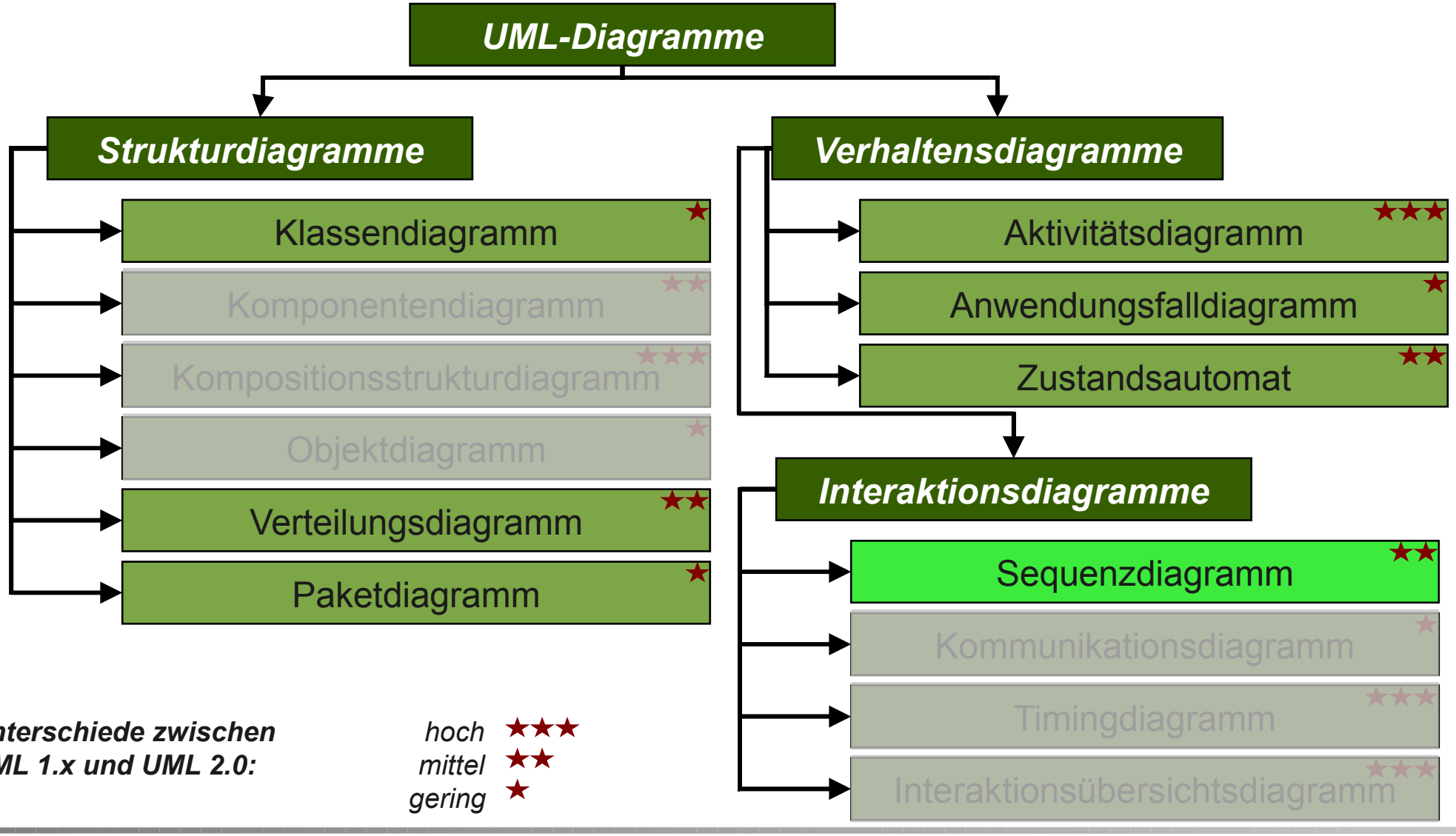


UMLsec Beispiel
Zustandsautomat

Dynamisches Verhalten der einzelnen Komponenten.

Die Eingabe verursacht einen Zustandsübergang und möglicherweise eine Ausgabe.

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm



Unterschiede zwischen UML 1.x und UML 2.0:

hoch ★★★
mittel ★★
gering ★

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm

- Diese zentrale Frage beantwortet das Diagramm:
  - Wer tauscht mit wem welche Informationen in welcher Reihenfolge aus?
- Diese Stärken hat das Diagramm:
  - stellt detailliert den Informationsaustausch zwischen Kommunikationspartnern dar
  - sehr präzise Darstellung der zeitlichen Abfolge auch mit Nebenläufigkeiten
  - Schachtelung und Flusssteuerung (Bedingungen, Schleifen, Verzweigungen) möglich

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm

- Bedeutung des Diagramms
  - Das Sequenzdiagramm ist das meistverwendeste unter den Interaktionsdiagrammen.
- Gegenstand des Diagramms
  - Es zeigt den zeitlichen Verlauf der Interaktion zwischen mehreren Kommunikationspartnern (2 Dimensionen).

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm

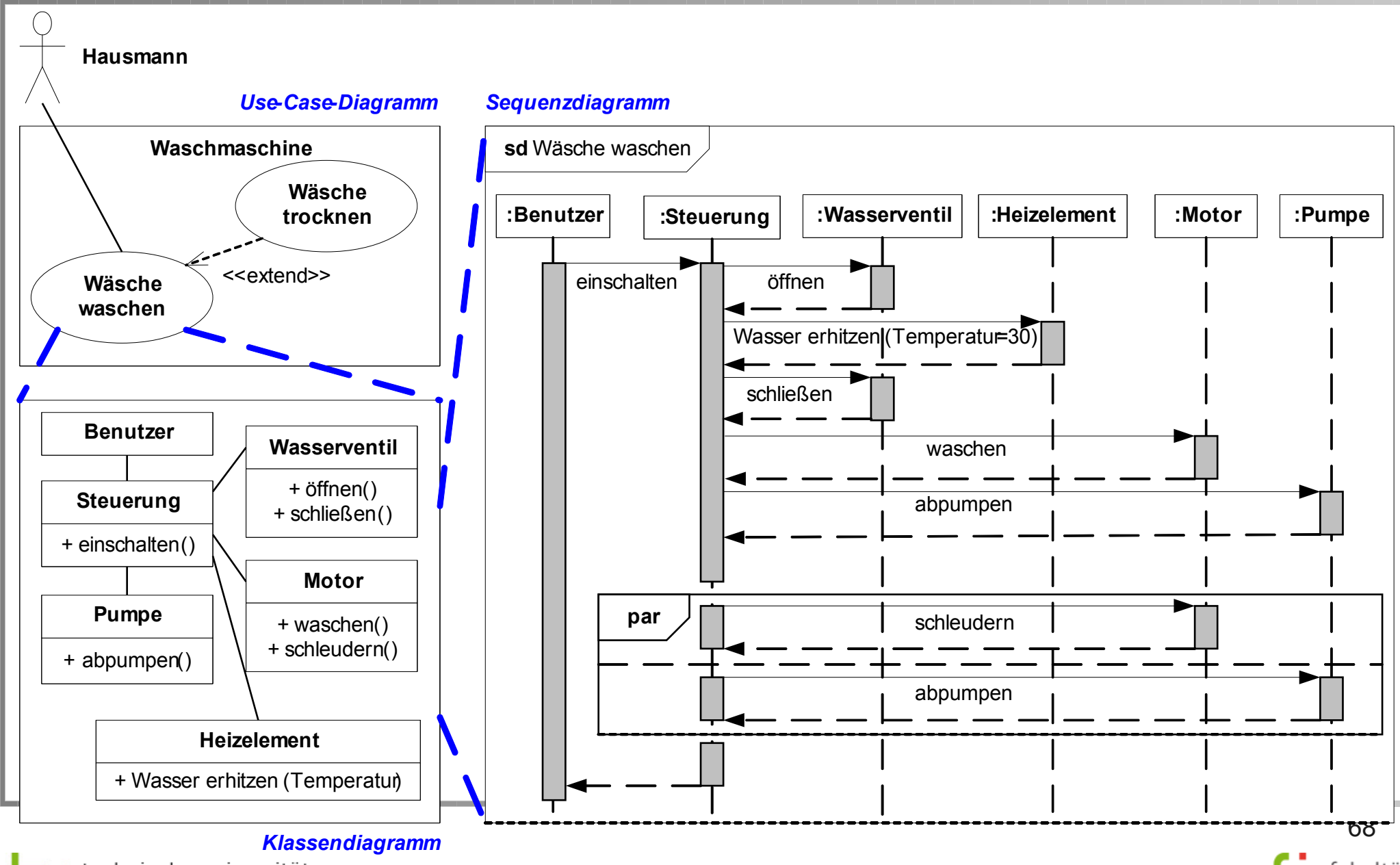
- Häufige Anwendungsfälle
  - Die Abfolge der Nachrichten ist wichtig.
  - Die durch Nachrichten verursachten Zustandsübergänge sind kaum relevant.
  - Die Interaktionen sind kompliziert.
  - Die strukturelle Verbindung zwischen den Kommunikationspartner ist nicht relevant.
  - Es stehen Ablaufdetails im Vordergrund.

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm

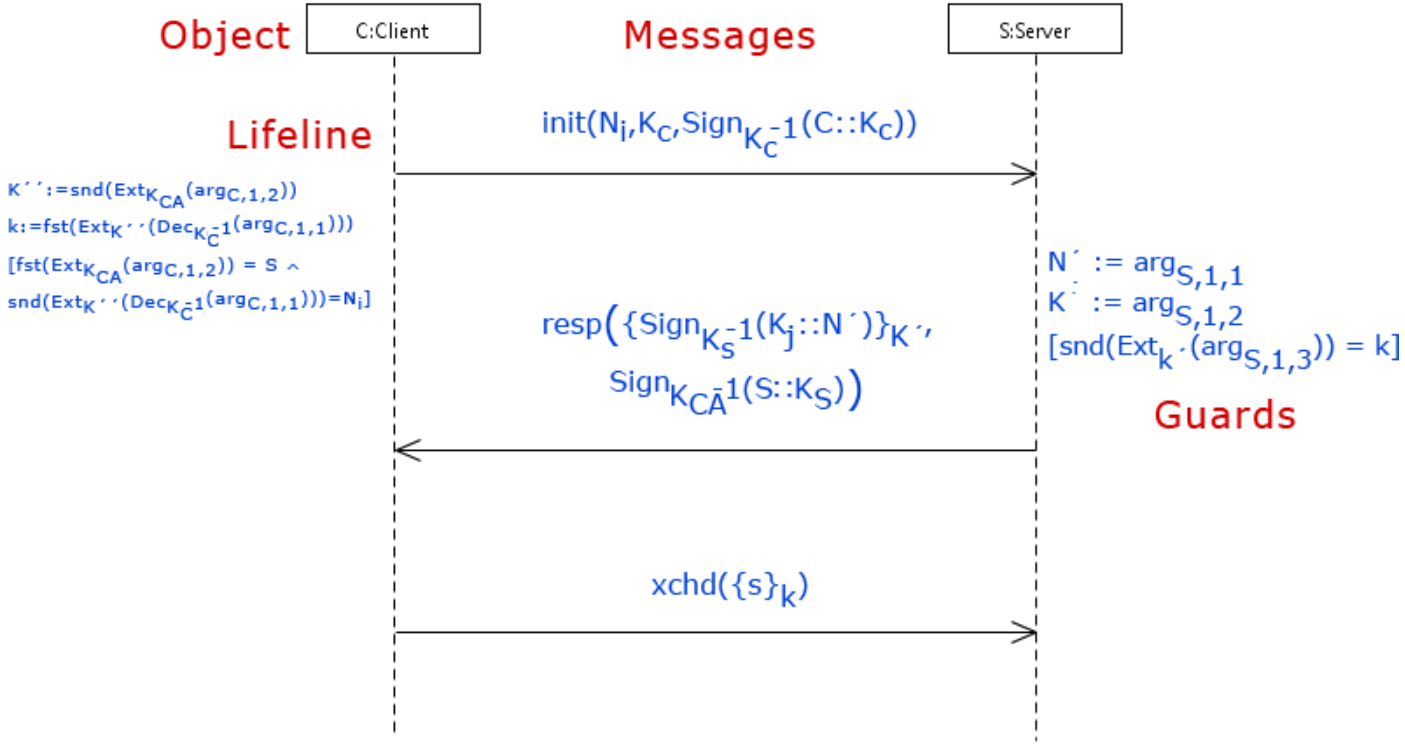
- Änderungen gegenüber früheren UML-Versionen
  - ist strukturier- und zerlegbar
  - Sequenzen können damit beliebig ineinander verschachtelt werden.
  - viele Möglichkeiten zur Steuerung von Kontrollflüssen und Nebenläufigkeiten
  - Alle wesentlichen Konstrukte aus den beliebten Message Sequence Charts (MSC) wurden übernommen.

- Besondere Hinweise
  - Es sollten häufig Interaktionsreferenzen genutzt werden, um das Diagramm übersichtlich zu gestalten.
  - Es sollten an kritischen Stellen auch die falschen Abläufe mit den entsprechenden kombinierten Fragmenten modelliert werden.

UML im Schnelldurchlauf
Sequenzdiagramm



UMLsec Beispiele
Sequenzdiagramm



Verdeutlicht die Interaktion zwischen Objekten und Komponenten per Nachrichtenaustausch.

Zusammenfassung

- Diese Folien beinhalteten:
  - UML & Metaebenen
  - UML Profil
  - UML Diagramme
    - Klassendiagramm
    - Verteilungsdiagramm
    - Paketdiagramm
    - Aktivitätsdiagramm
    - Anwendungsfalldiagramm
    - Zustandsdiagramm
    - Sequenzdiagramm