

Embedded Systems / Eingebettete Systeme

BSc-Studiengang Informatik
Campus Minden

Matthias König



FH Bielefeld
University of
Applied Sciences

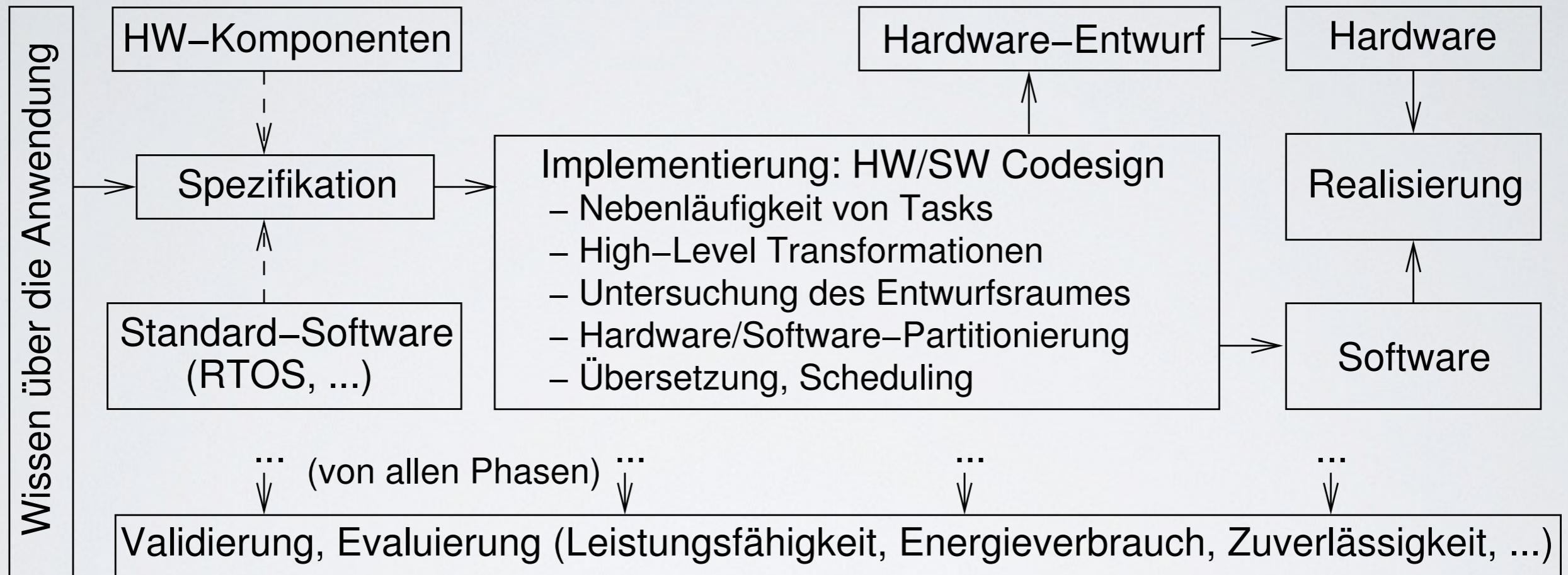
Beispiel einer Anwendung: Toaster

- Sensor für Einstellungen und Start/Stop
- Steuerung des Röstens mit Timer
- Üblich ist Temperatursensor und An-/Aus-Steuerung der Heizvorrichtung (Oszillieren)



Beispiel eines Toasters mit Digitalanzeige

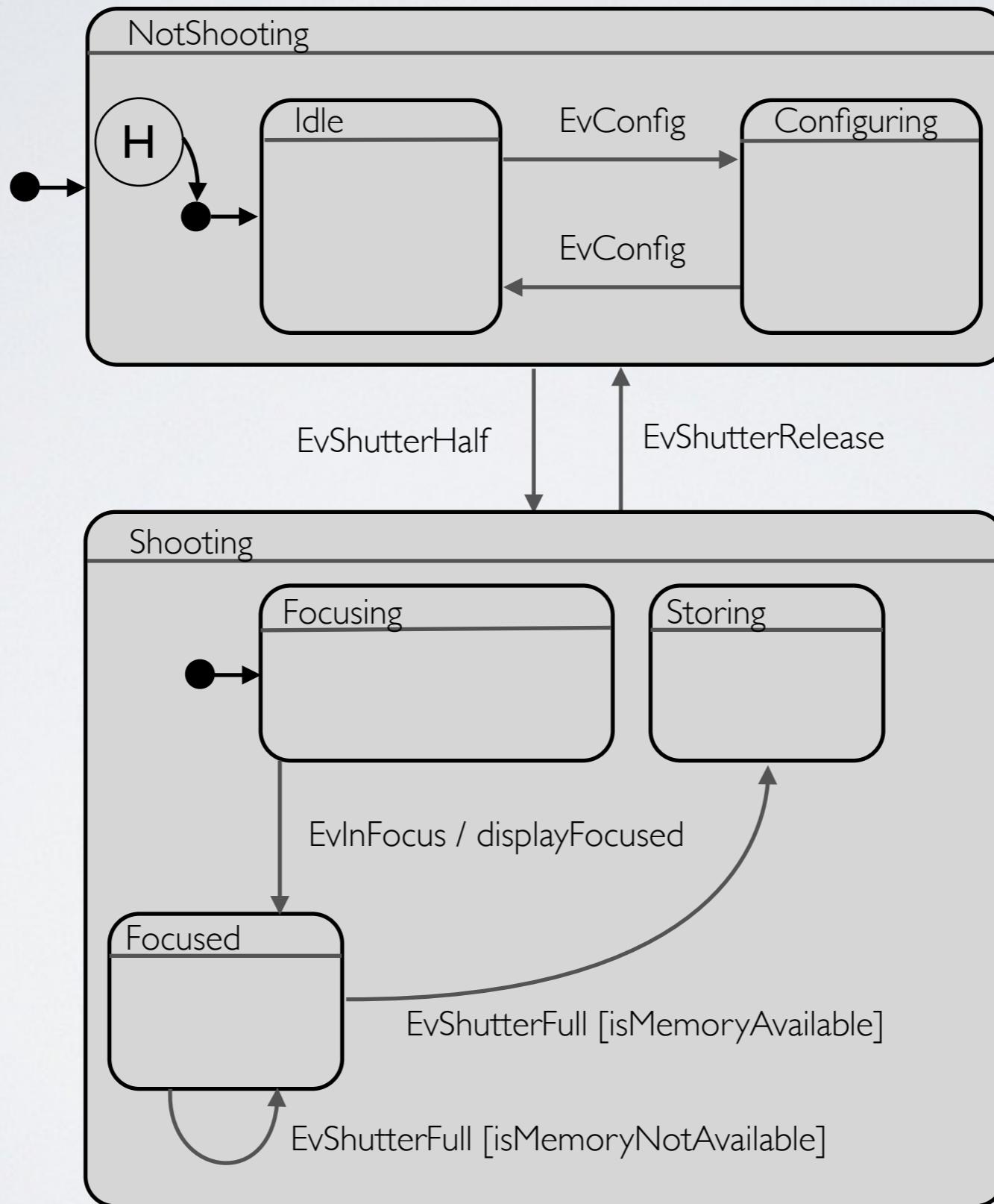
Hardware/Software Codedesign



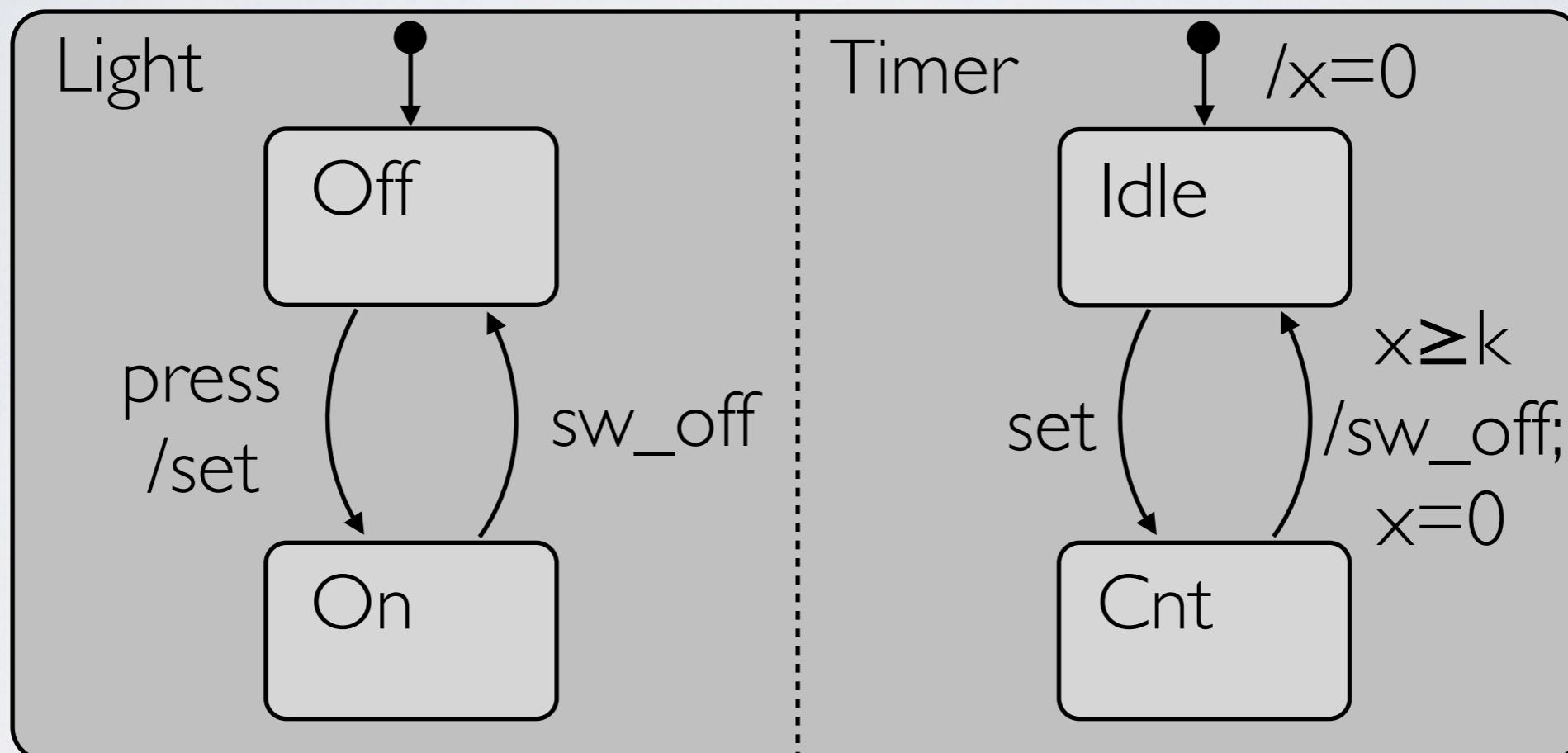
Entwurf Eingebetteter Systeme (nach Marwedel)

[Quelle: Marwedel, Eingebettete Systeme]

Wiederholung: Statecharts



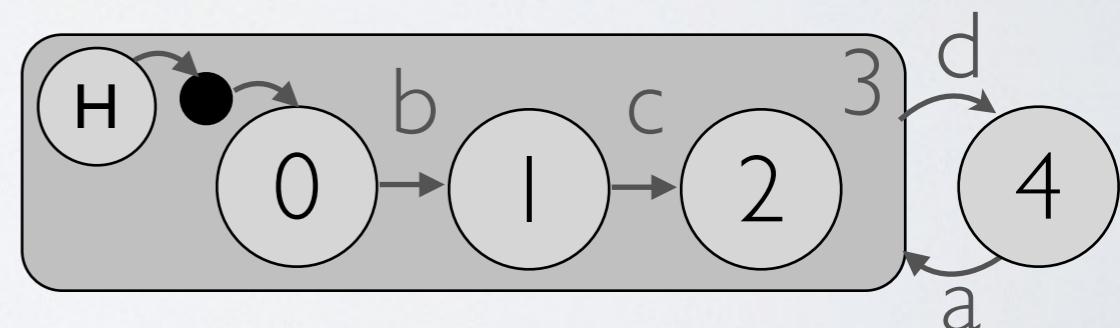
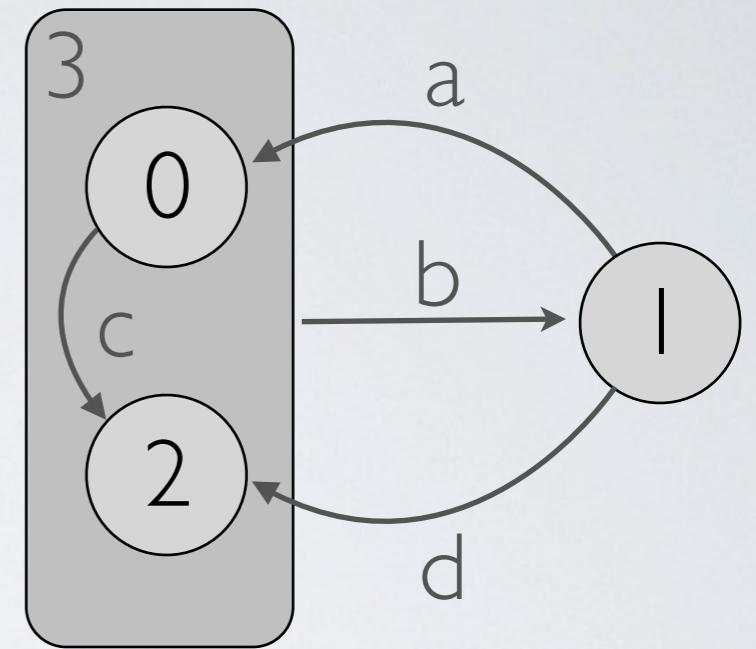
Wiederholung: Statecharts



In Cnt: tick/ $x=x+1$

Wiederholung: Statecharts

- Erweiterung von endlichen Automaten durch
 - Hierarchie / Modularität
 - Nebenläufigkeit
- Begrenzt einsetzbar für
 - komplexe Berechnungsverfahren
 - verteilte Systeme



UML/SysML

Unified Modeling Language UML

- Graphische Modellierungssprache
- Ausgelegt für Spezifikation von Software
- Viele UML-Diagramme an anderen graphischen Modellierungssprachen angelehnt

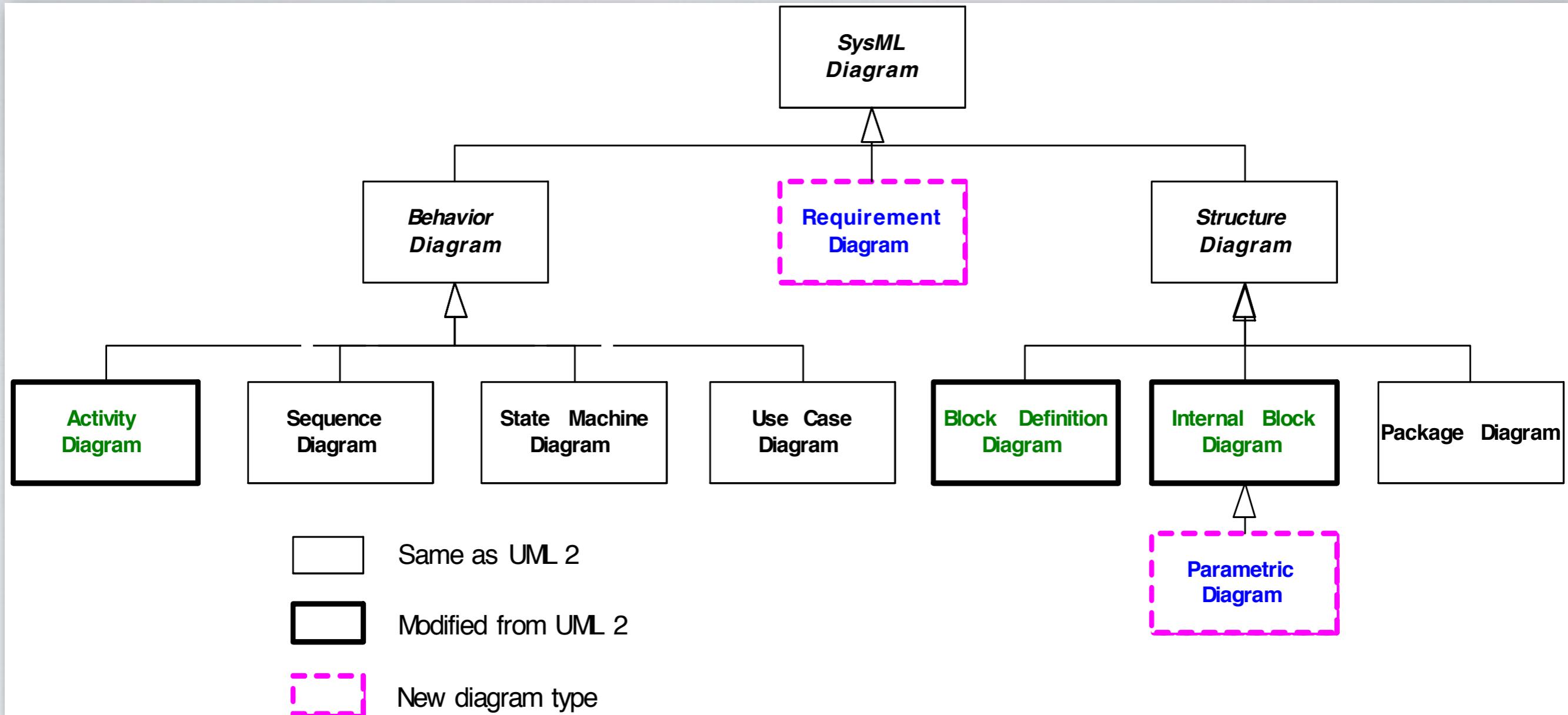
UML: Diagrammarten

- Use-Case-Diagramm
Anwendung, Aufteilung,
Klassenbeziehungen
 - Komponentendiagramm
 - Paketdiagramm
 - Klassendiagramm und Kommunikationsdiagramm
-
- Automatendiagramm (ähnlich zu StateChart)
 - Aktivitätsdiagramm
 - Verteilungsdiagramm
 - Zeitverlaufsdiagramm und Sequenzdiagramm...

System Modeling Language SysML

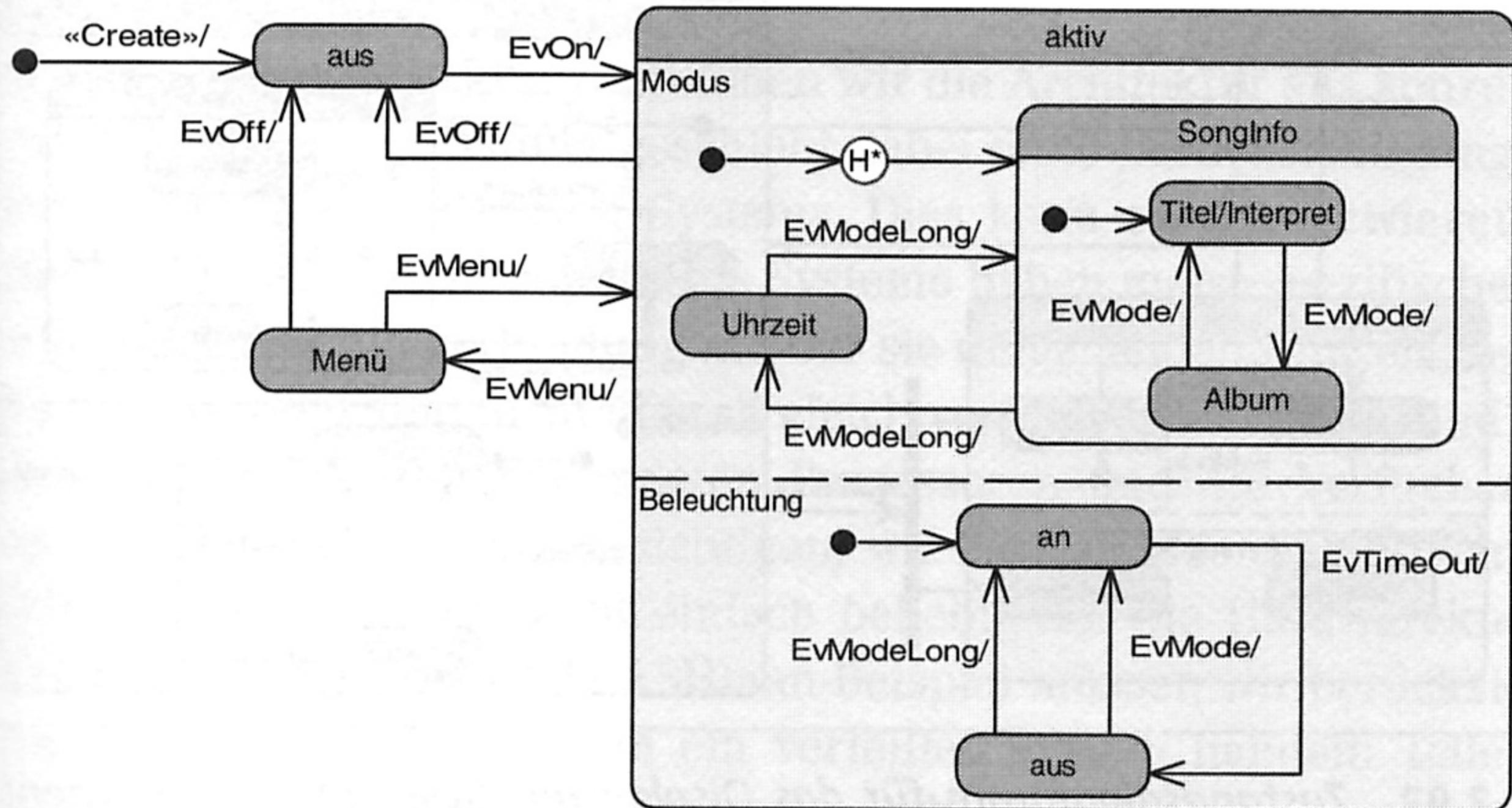
- Basiert auf UML
- von Software zum System
- Modellierung von komplexen Systemen
- Unterstützt Design, Analyse und Test
- Umfasst insbesondere für Embedded Systems
 - Erweitertes Aktivitätsdiagramm
 - Erweitertes Automatendiagramm
 - Parameterdiagramm und Anforderungsdiagramm

SysML-Taxonomie



Beispiel: Zustandsdiagramm

state Zustandsdiagramm für das Display mit Beleuchtung



Anwendungsfalldiagramm (UML/SysML)

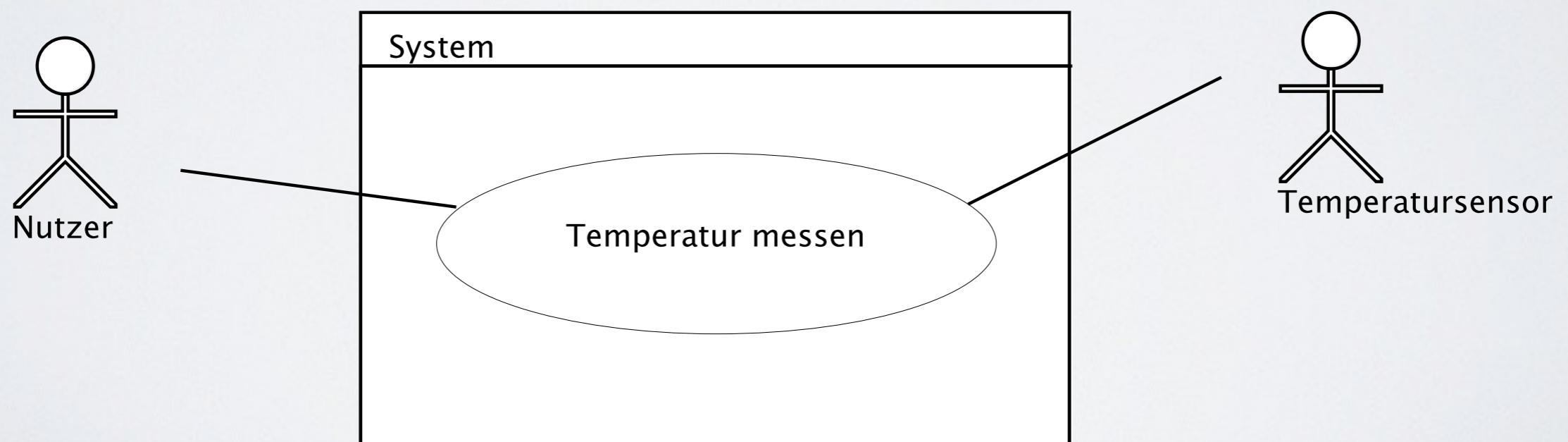
- Engl. Use case diagram
- Darstellung von
 - Akteuren
 - Anwendungsfällen
 - Subjekt/System
 - Beziehungen zwischen diesen
- Kein Ablaufdiagramm!

Anwendungsfalldiagramm (UML/SysML)

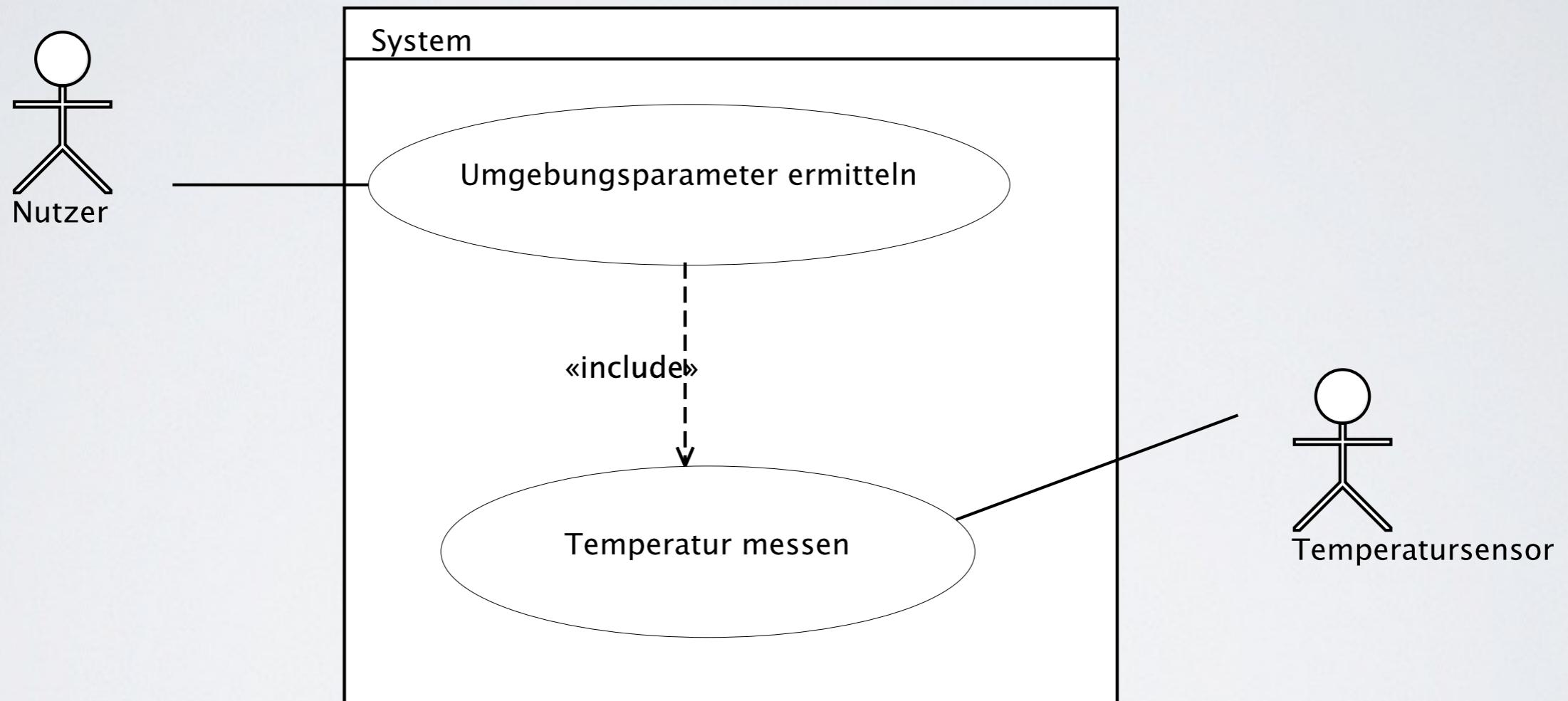
- Aus Sicht des Akteurs
- System als Blackbox
- Exemplarische Modellierung
- Textuelle Information zur weiteren Beschreibung
- Spätere Detaillierung des Verhaltens mittels weiteren Diagrammen

Anwendungsfall: Beispiel

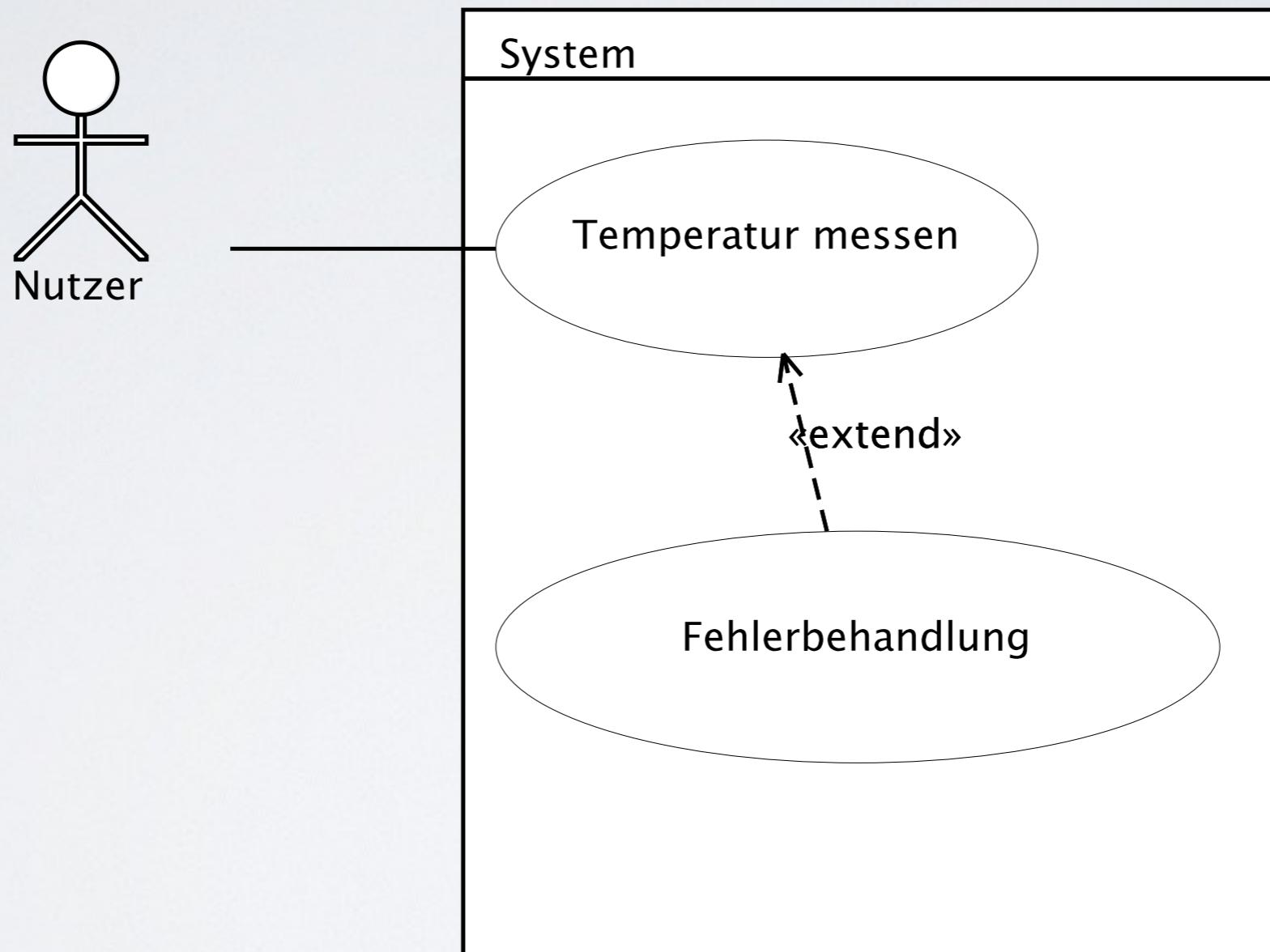
- Primäre Akteure (links) initiieren.
- Sekundäre Akteure (rechts) nehmen teil.



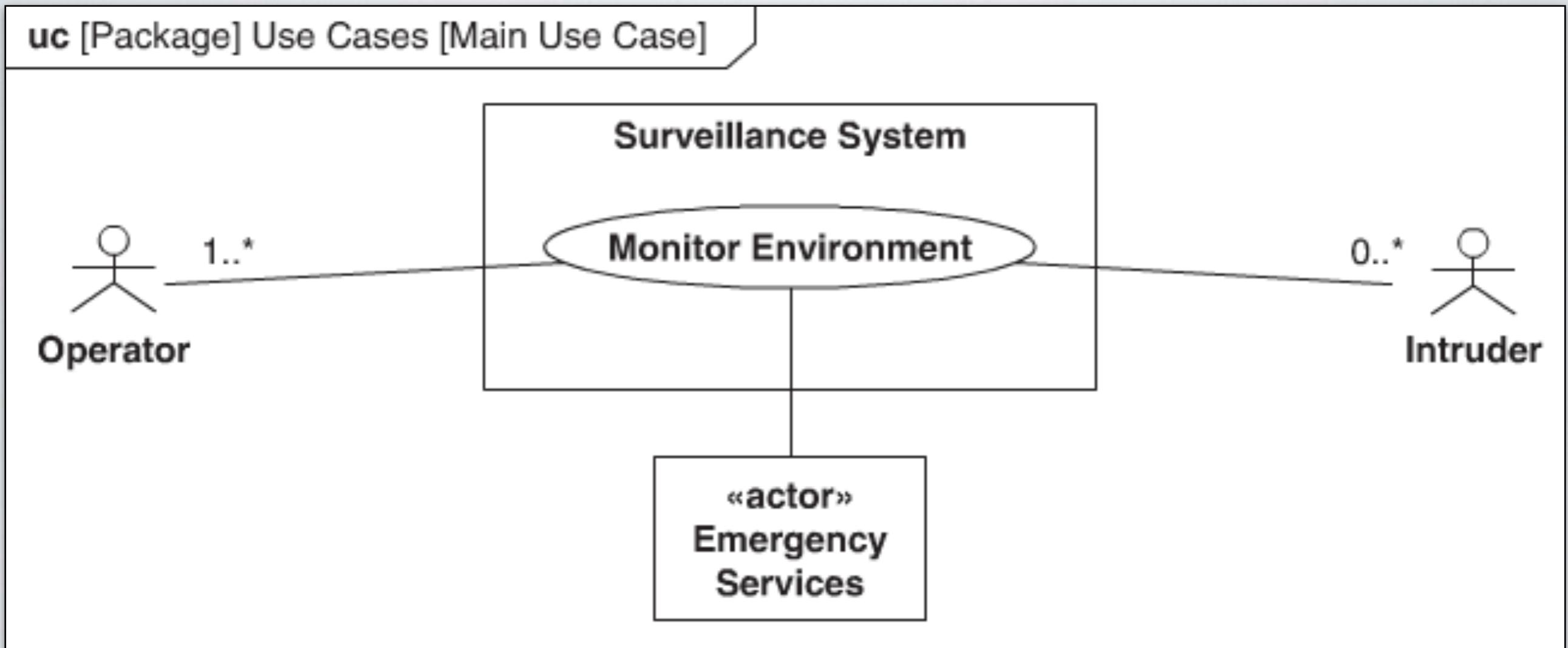
Anwendungsfall: include



Anwendungsfall: extend

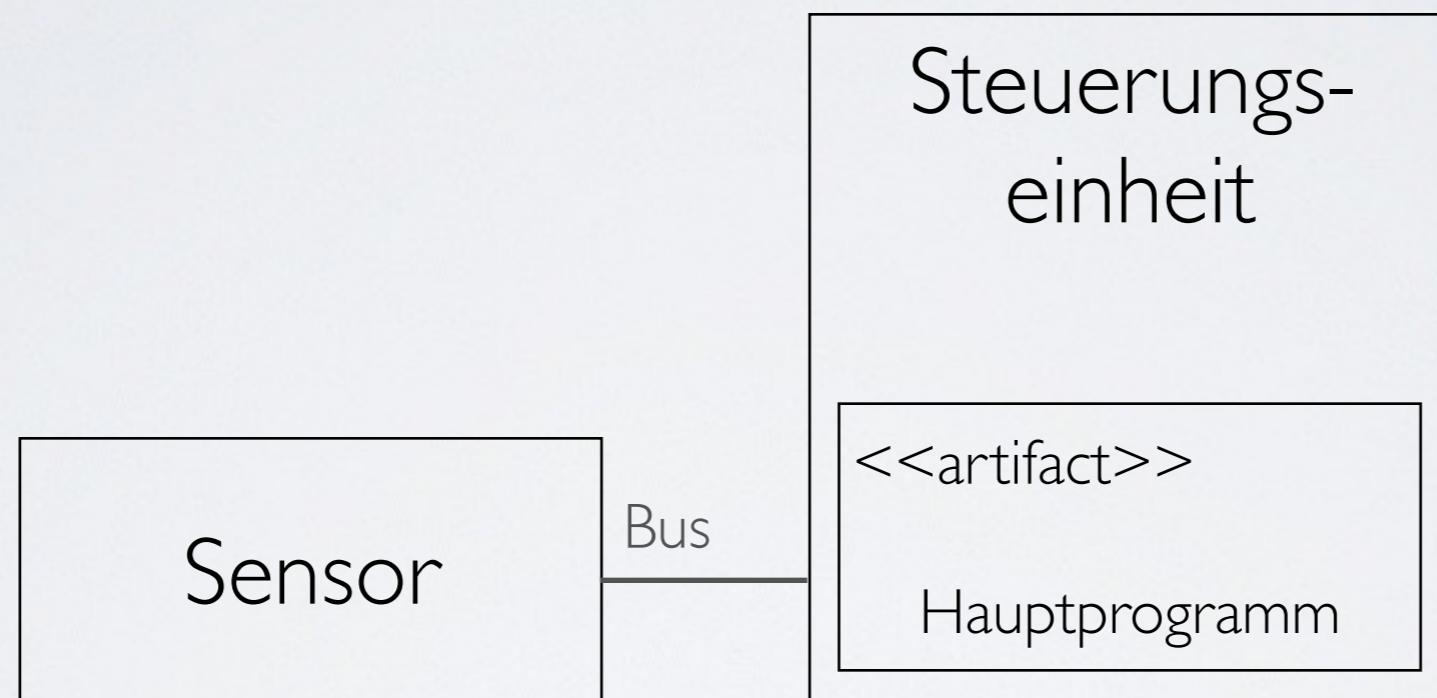


Anwendungsfall: weiteres Beispiel

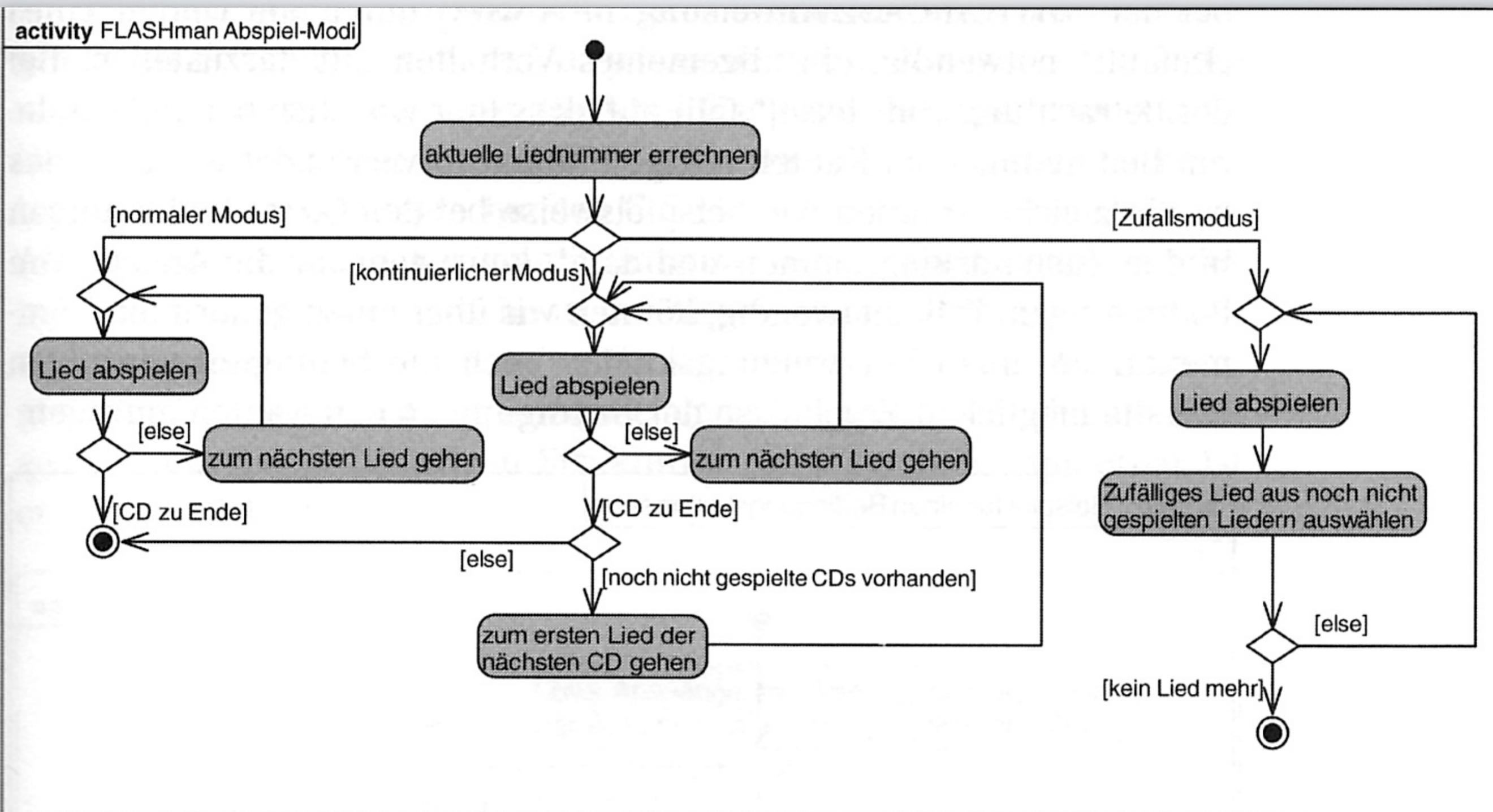


UML: Verteilungsdiagramm

- Aufteilung von Software (Artefakten) auf Hardware (Knoten)

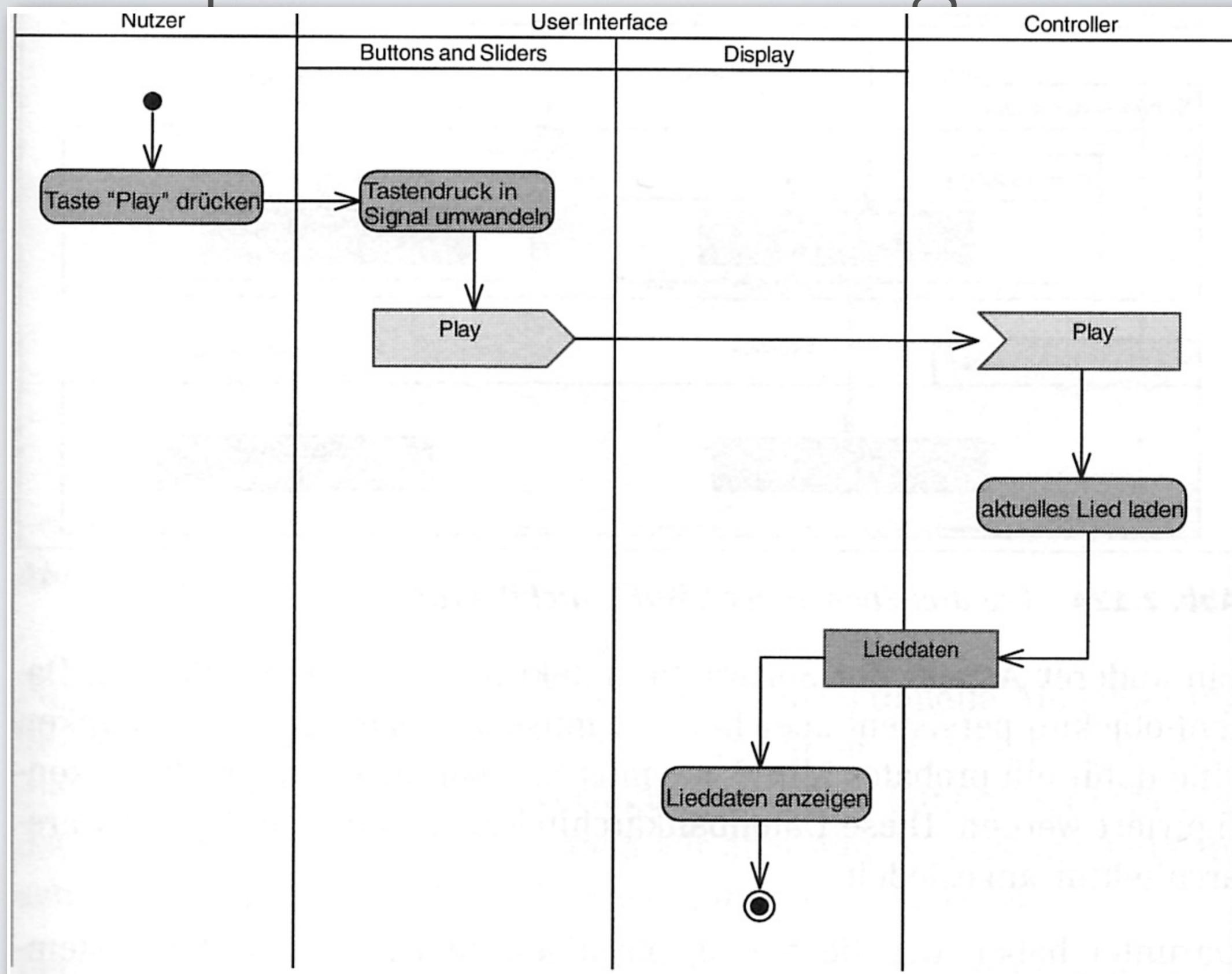


Beispiel: Aktivitätsdiagramm



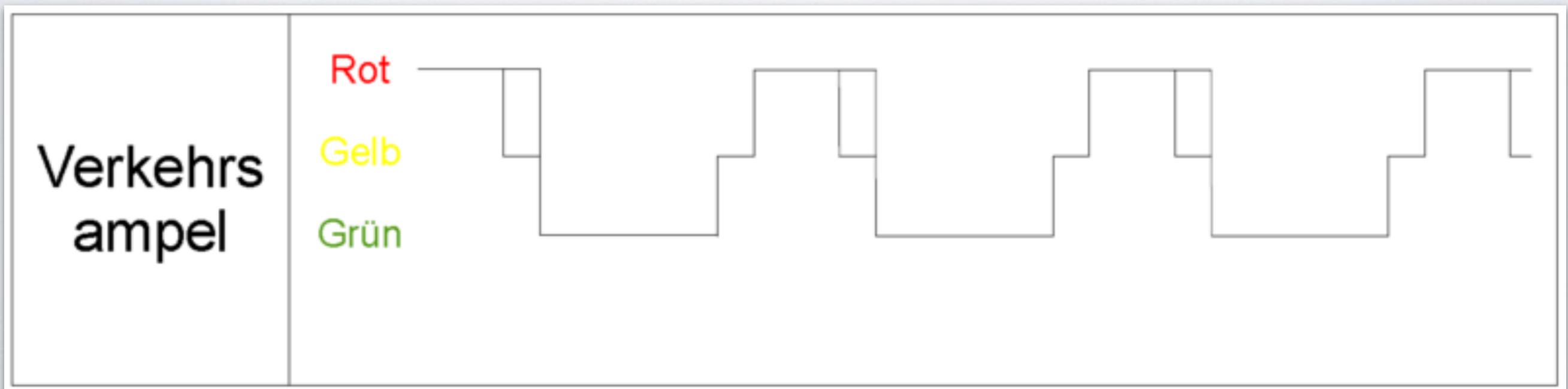
Quelle: A. Korff, Modellierung von eingebetteten Systemen mit UML und SysML, Spektrum Verlag, 2008

Beispiel: Aktivitätsdiagramm



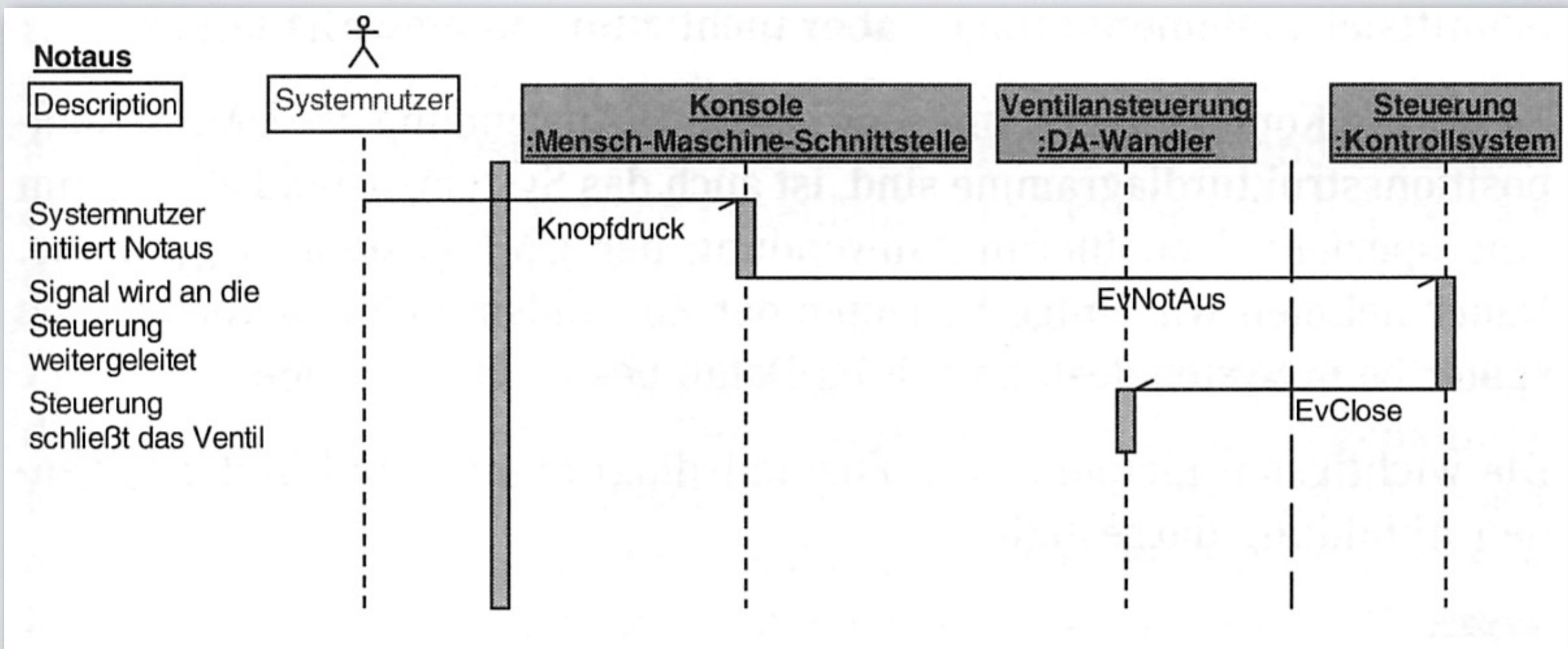
UML: Zeitverlaufsdiagramm

- Zweidimensionale Darstellung von Objektzuständen
- Zustand gegenüber Zeit
- Einsatzbar für Echtzeitsysteme



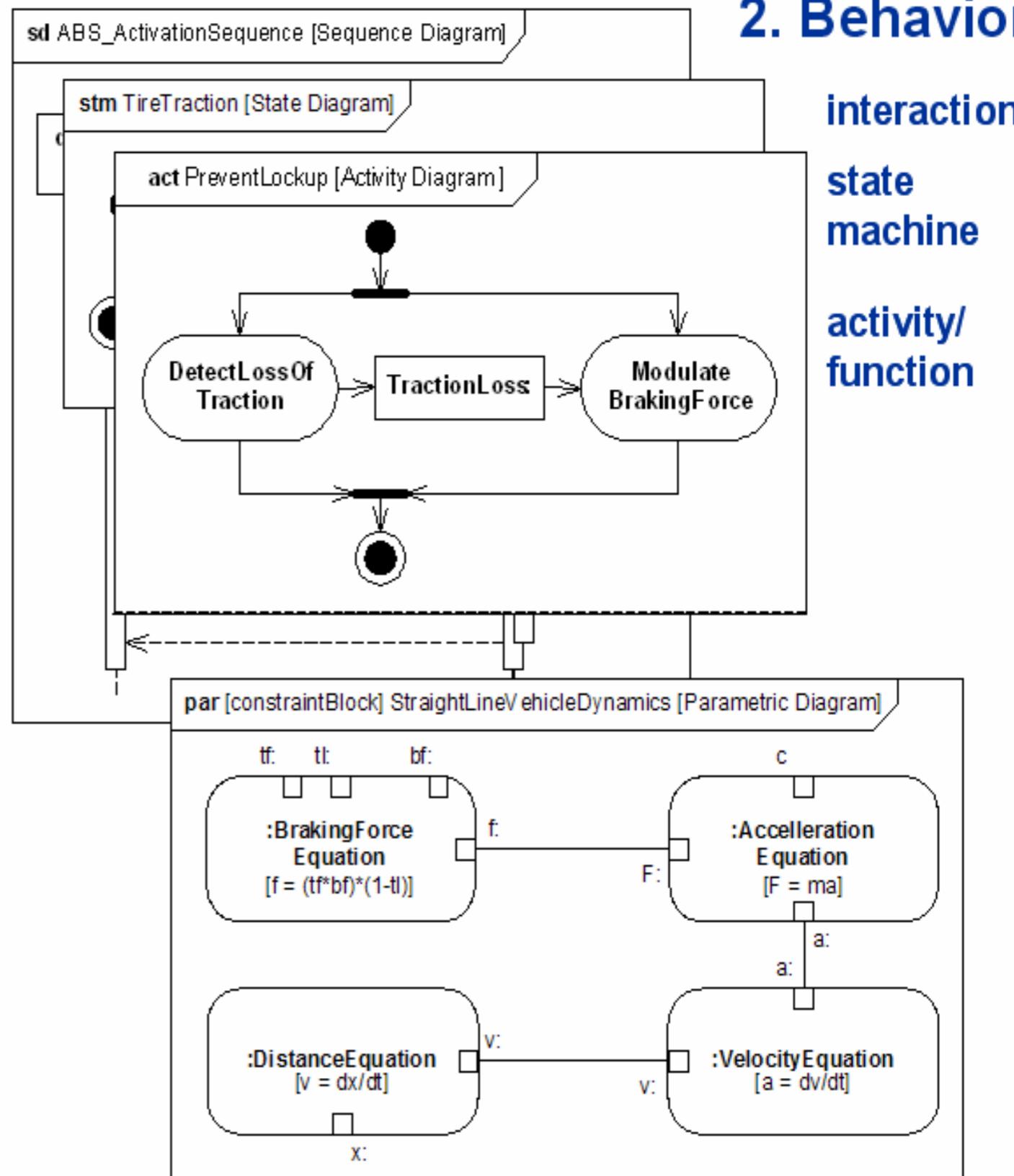
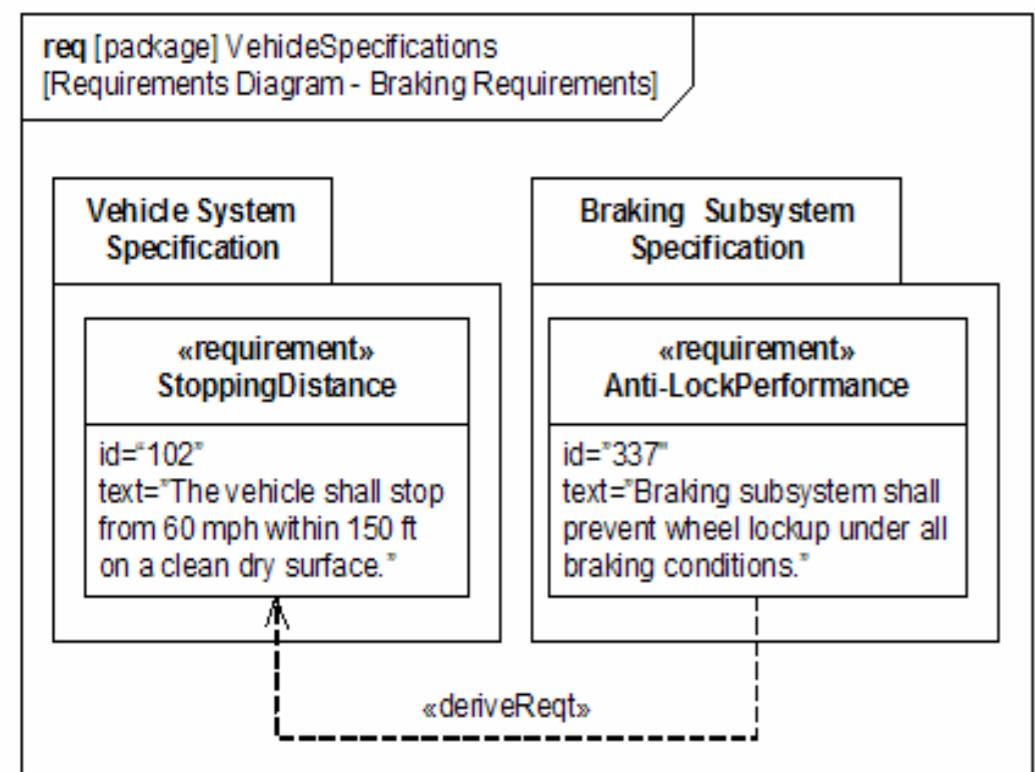
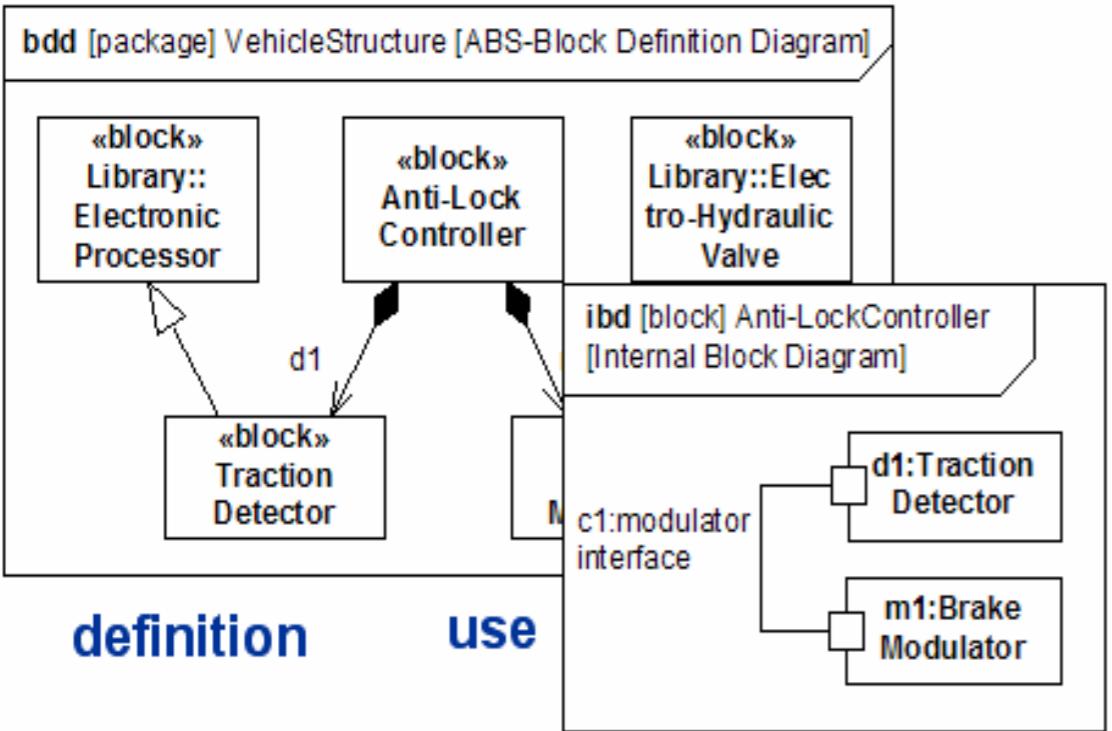
[Quelle: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/5/55/
Zeitverlafsdiagramm.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/5/55/Zeitverlafsdiagramm.png)]

Beispiel: Sequenzdiagramm



Quelle: A. Korff, Modellierung von eingebetteten Systemen mit UML und SysML, Spektrum Verlag, 2008

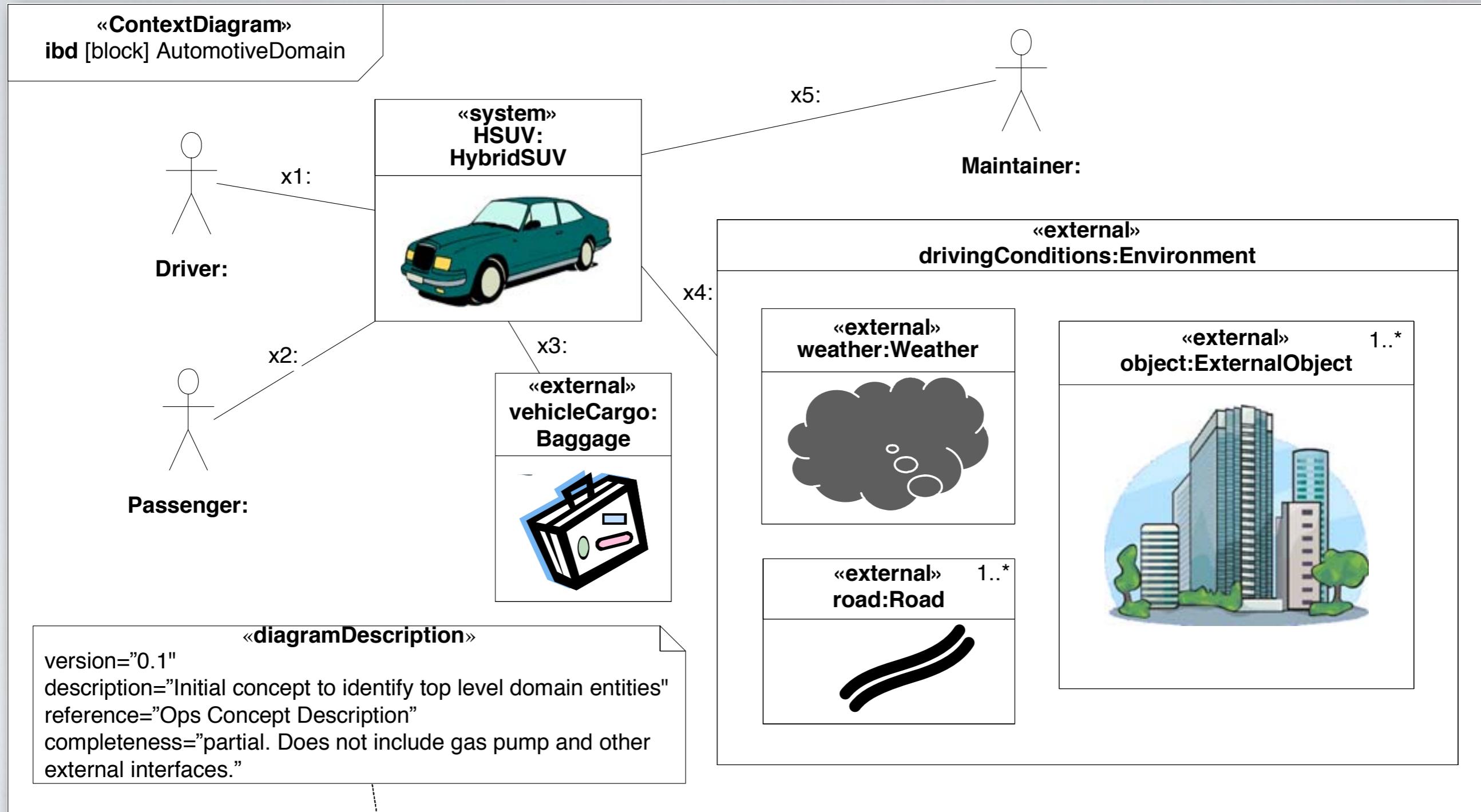
1. Structure



3. Requirements

4. Parametrics

Nutzerdefiniertes Kontextdiagramm (SysML)

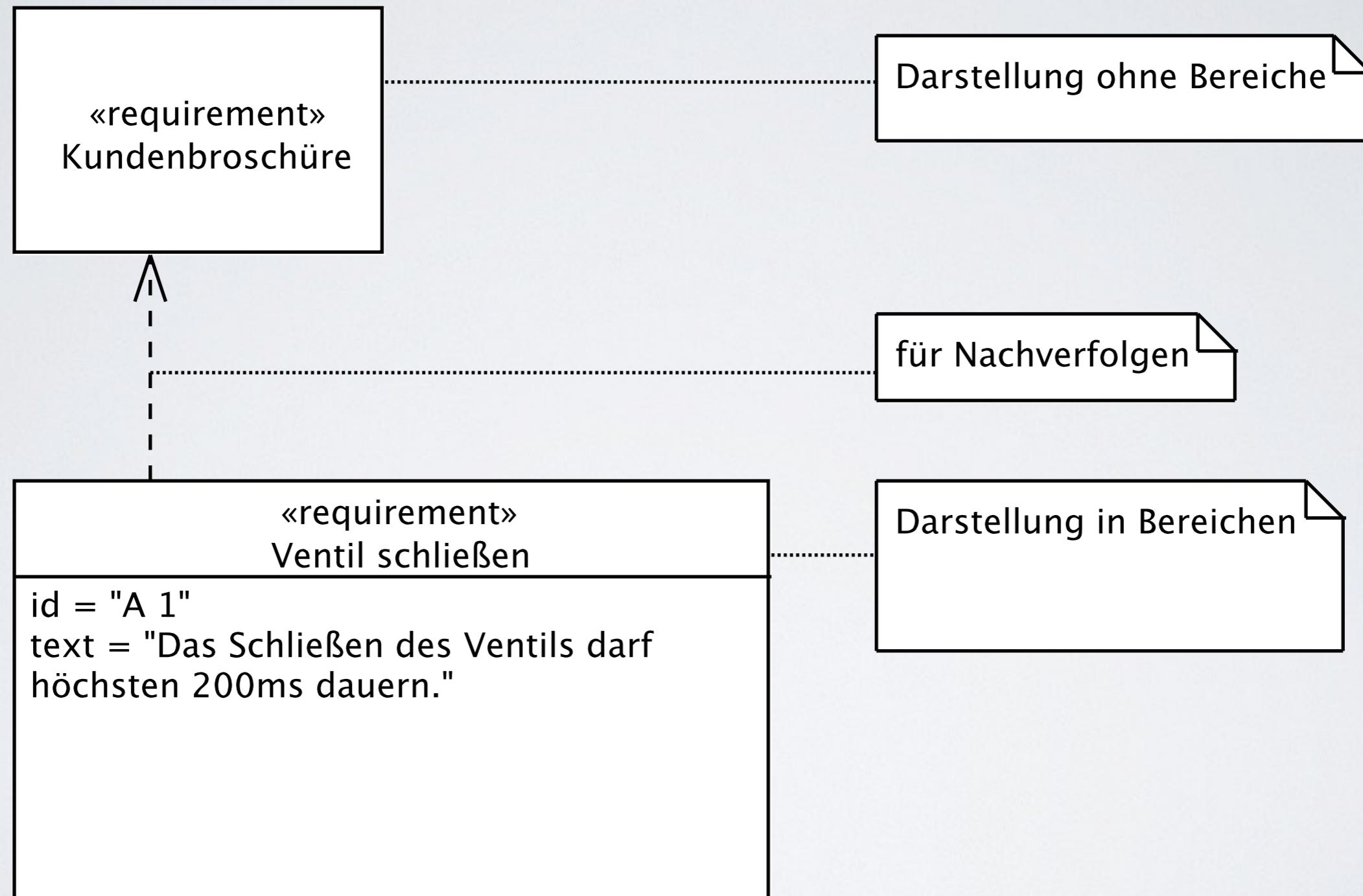


Quelle: OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), S.164 , <http://www.omg.org/spec/SysML/1.2/>

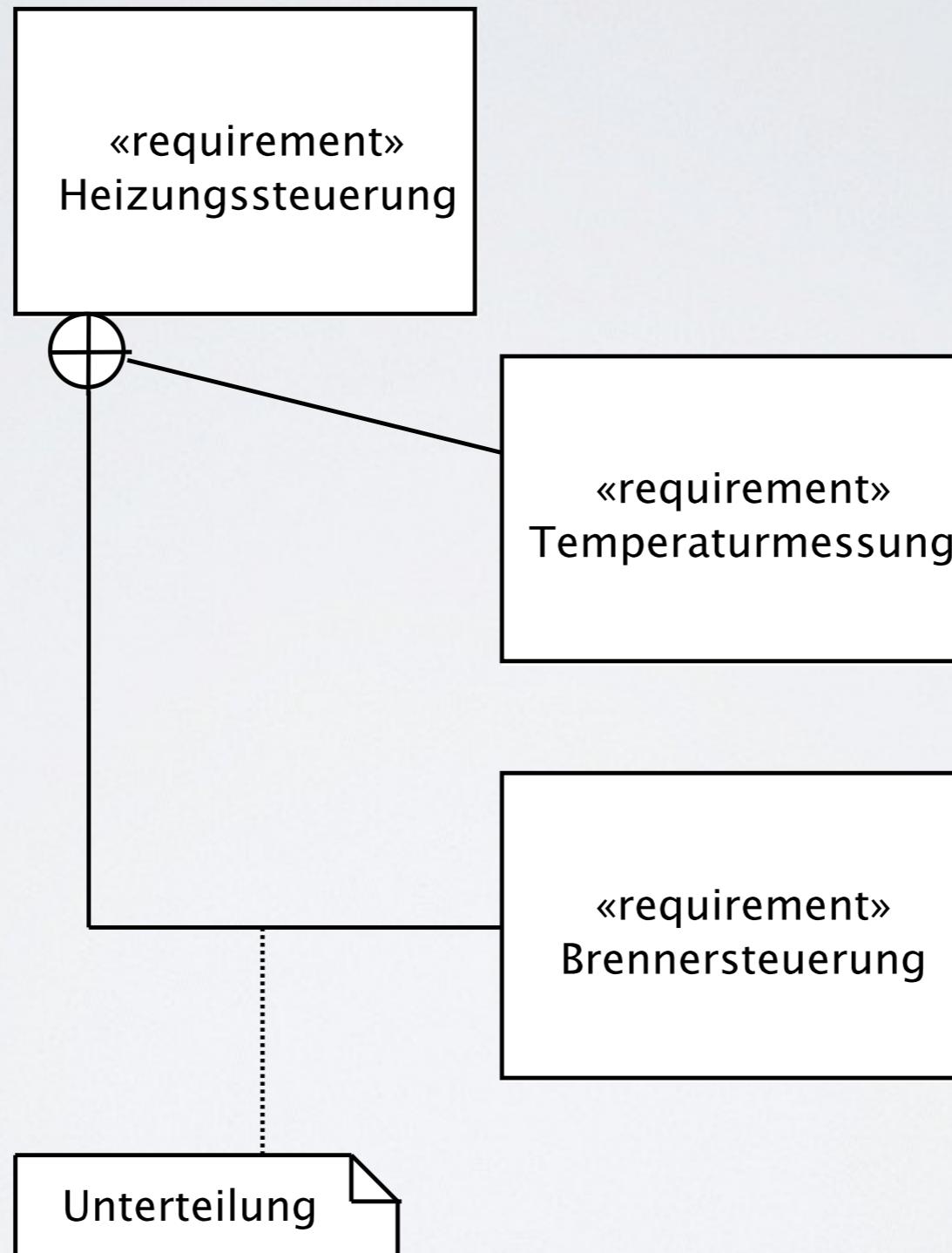
Anforderungsdiagramm (SysML)

- Engl. requirements diagram
- Darstellung
 - von Anforderungen mit
 - Name
 - ID (einzigartig)
 - Anforderungstext
 - Beziehungen von Anforderungen

Anforderungsdiagramm (SysML)



Anforderungsdiagramm (SysML)

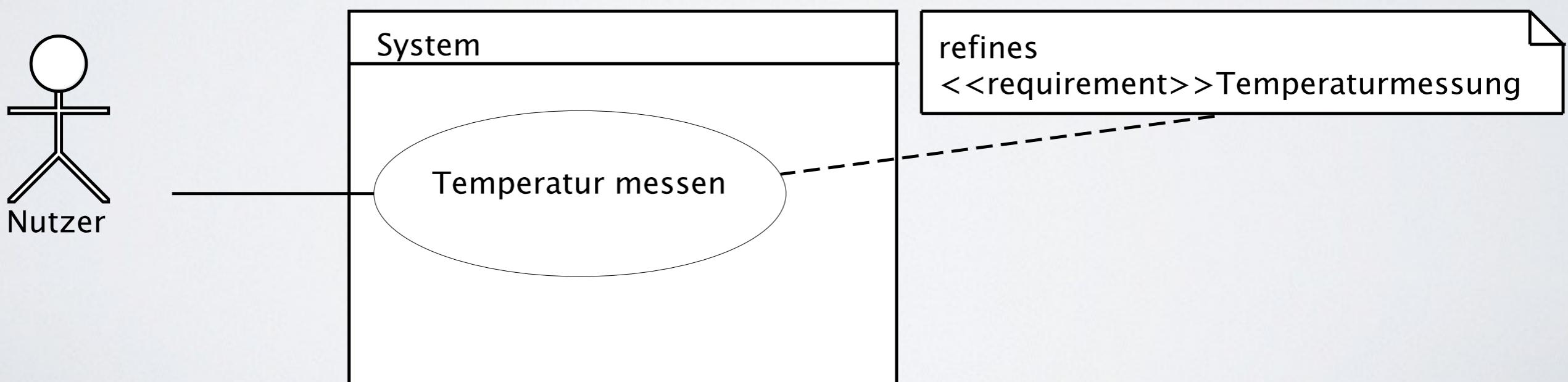


Anwendungsfall und Anforderung

- Zusammenhänge z.B. mittels

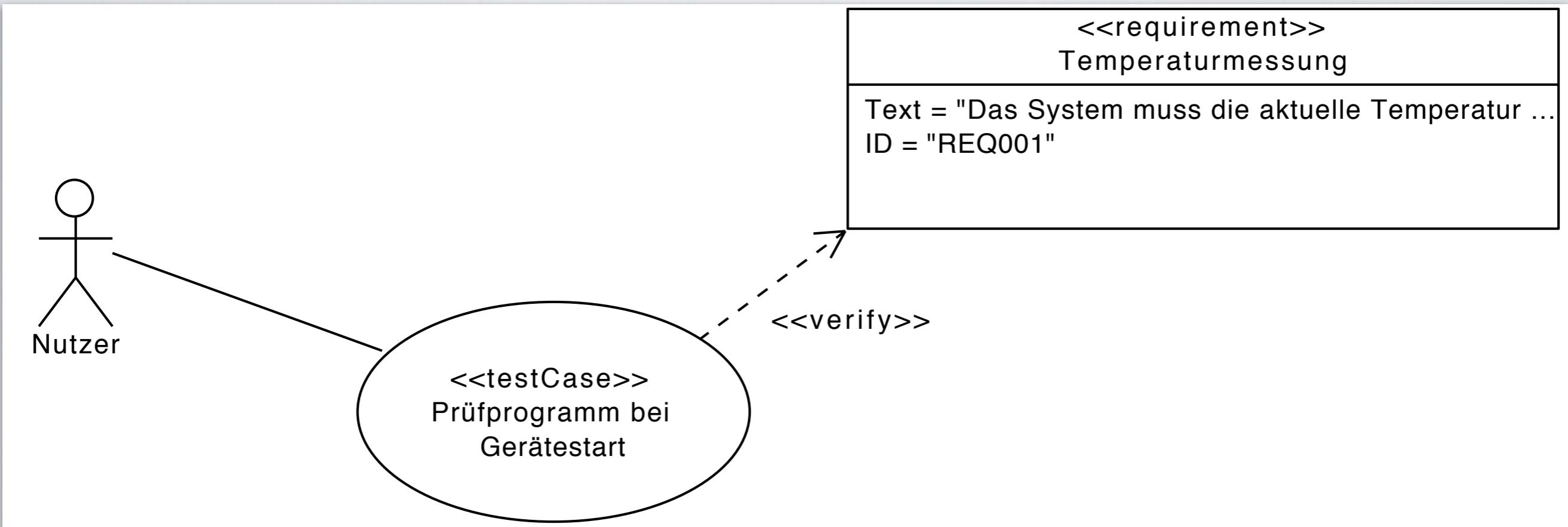
- refines

- verifies

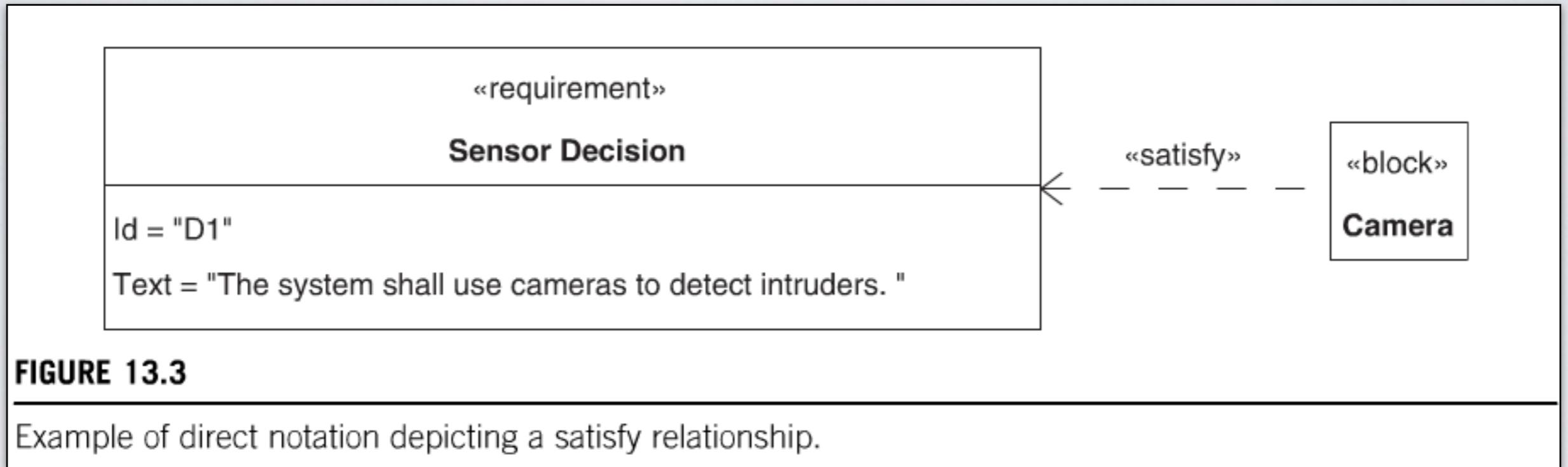


Anwendungsfall und Anforderung

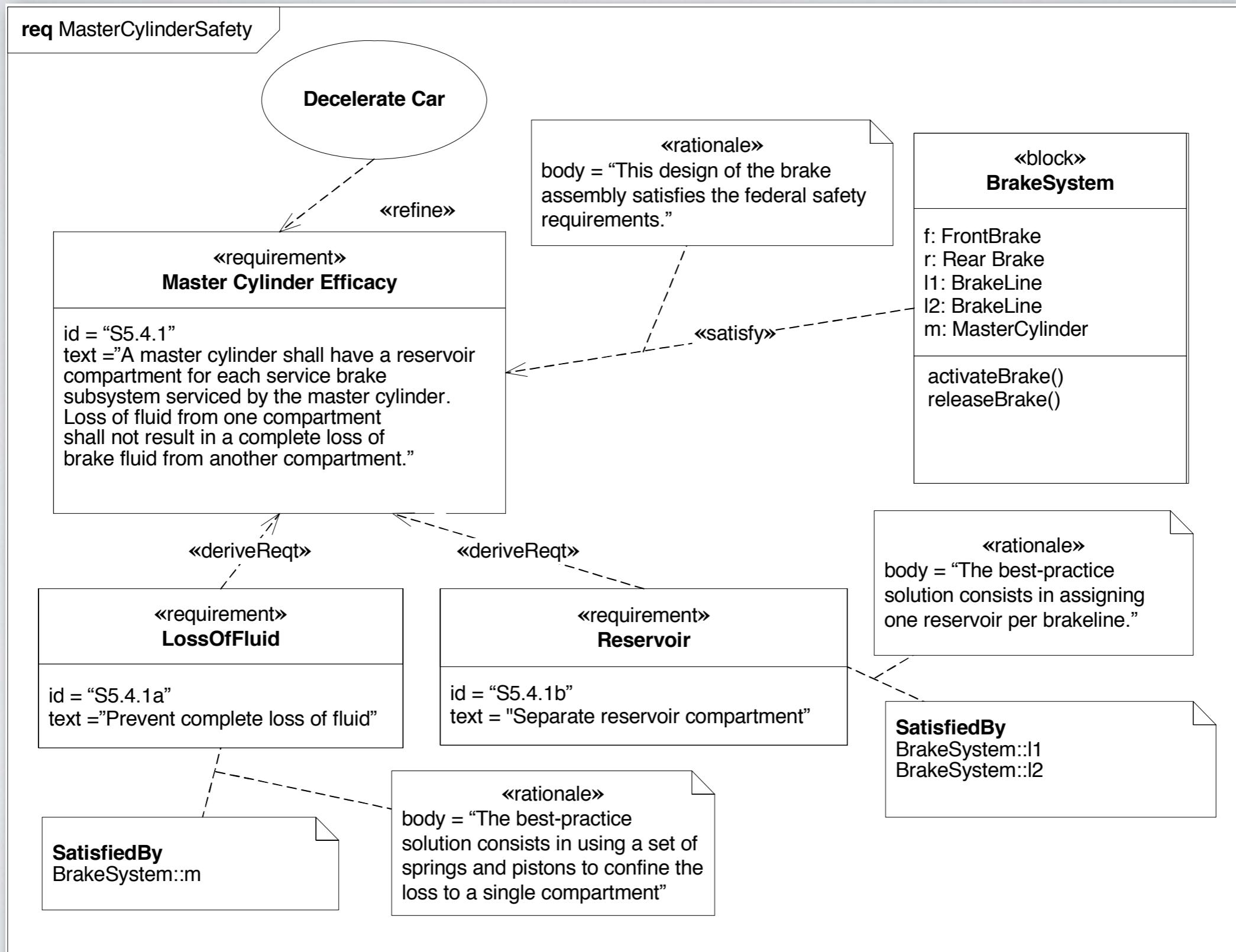
- Anwendungsfall als Testfall



Beispiel: Requirement Beziehungen (SysML)



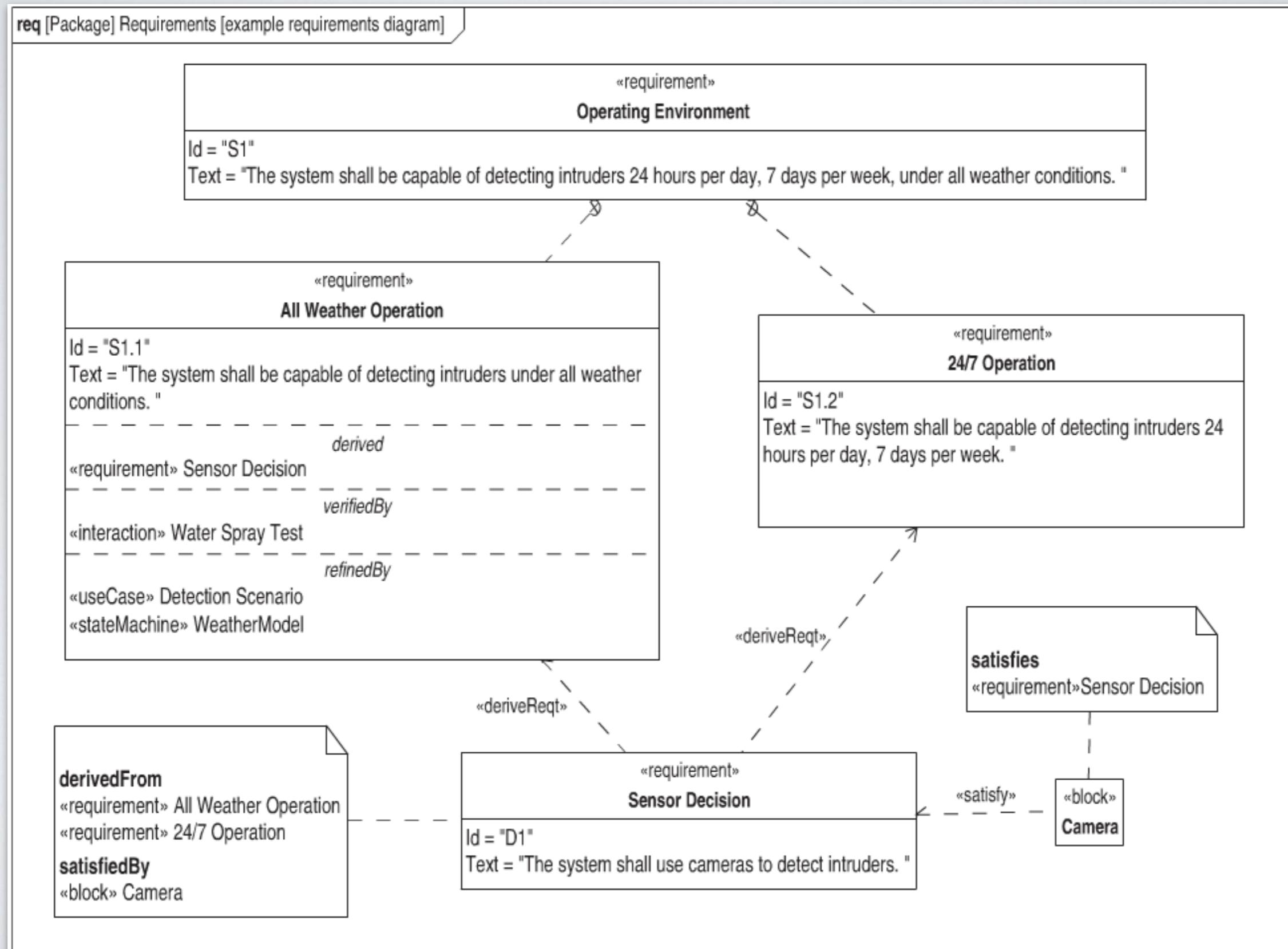
Requirements-Diagramm



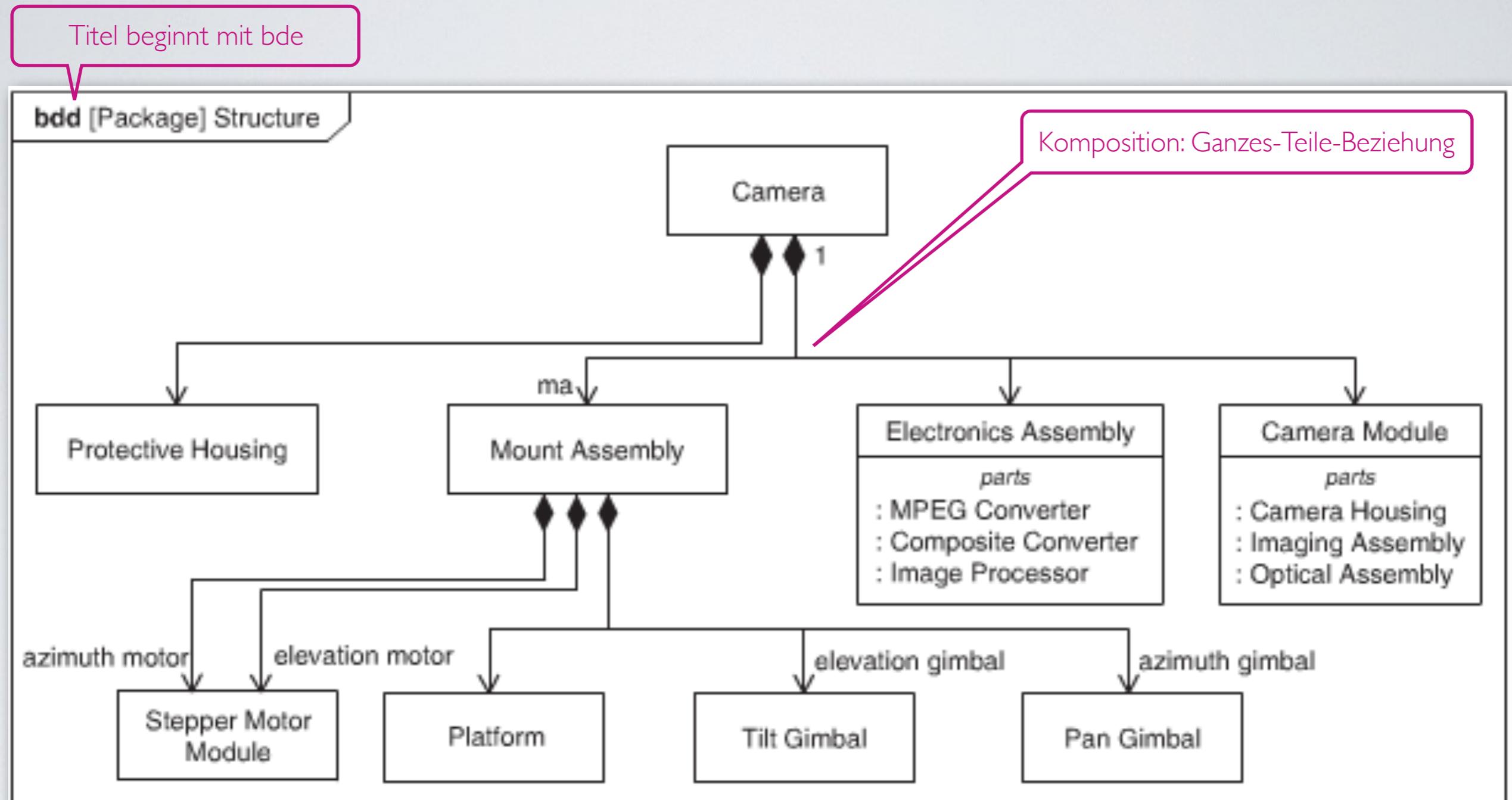
Blockdefinitionsdiagramm (SysML)

- Darstellung von Hierarchien und Verbindungen zwischen Komponenten (Blöcken)
 - Block als Element mit Eigenschaften, wie konzeptionelle, logische oder physikalische Entitäten, beispielsweise
 - Hardware
 - Software
 - Daten
 - System aus Blöcken
 - Vergleichbar, aber generischer als Klassendiagramme

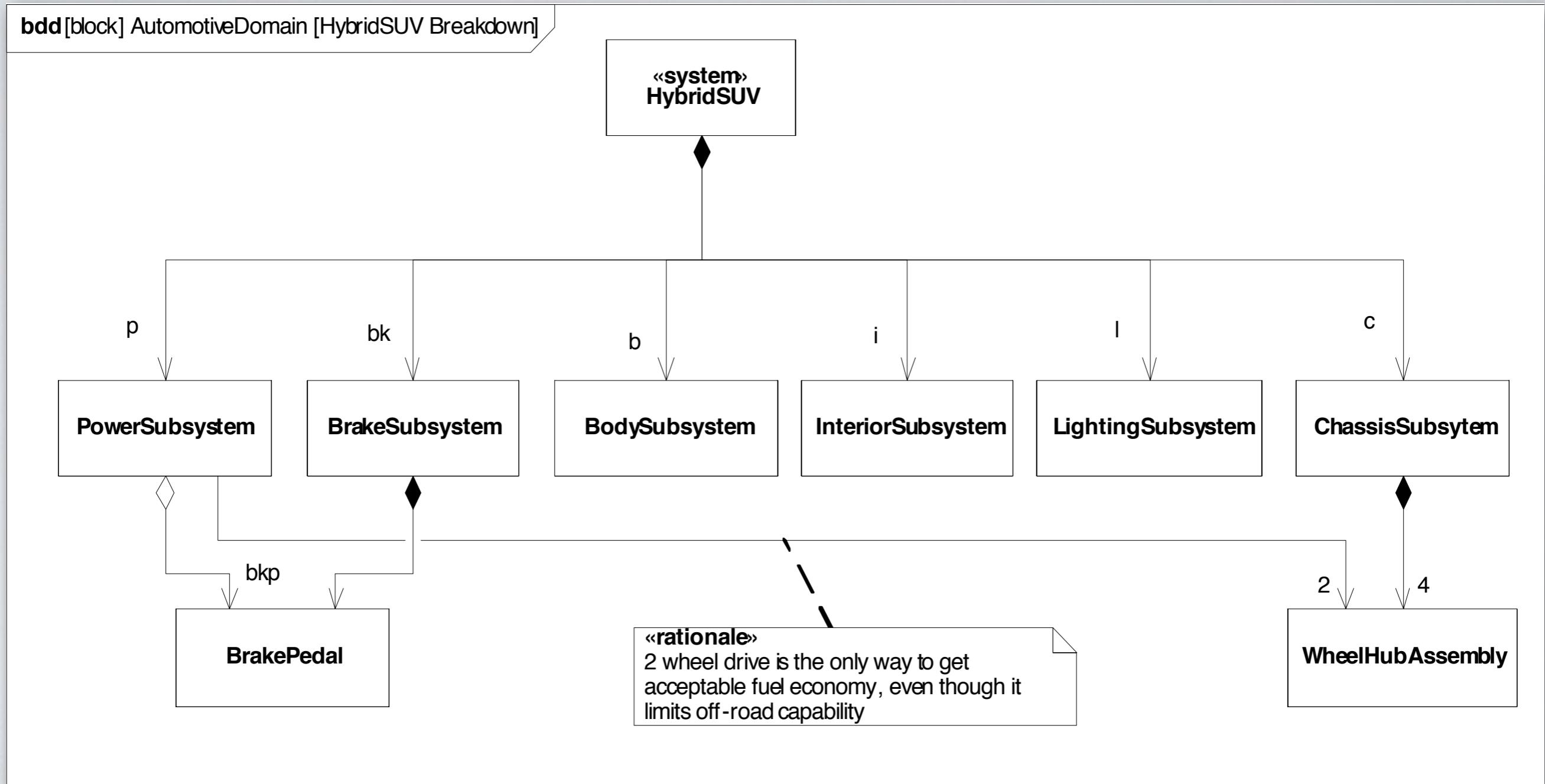
Beispiel: Requirements mit Beziehungen (SysML)



Beispiel: Blockdefinitionsdiagramm (SysML)

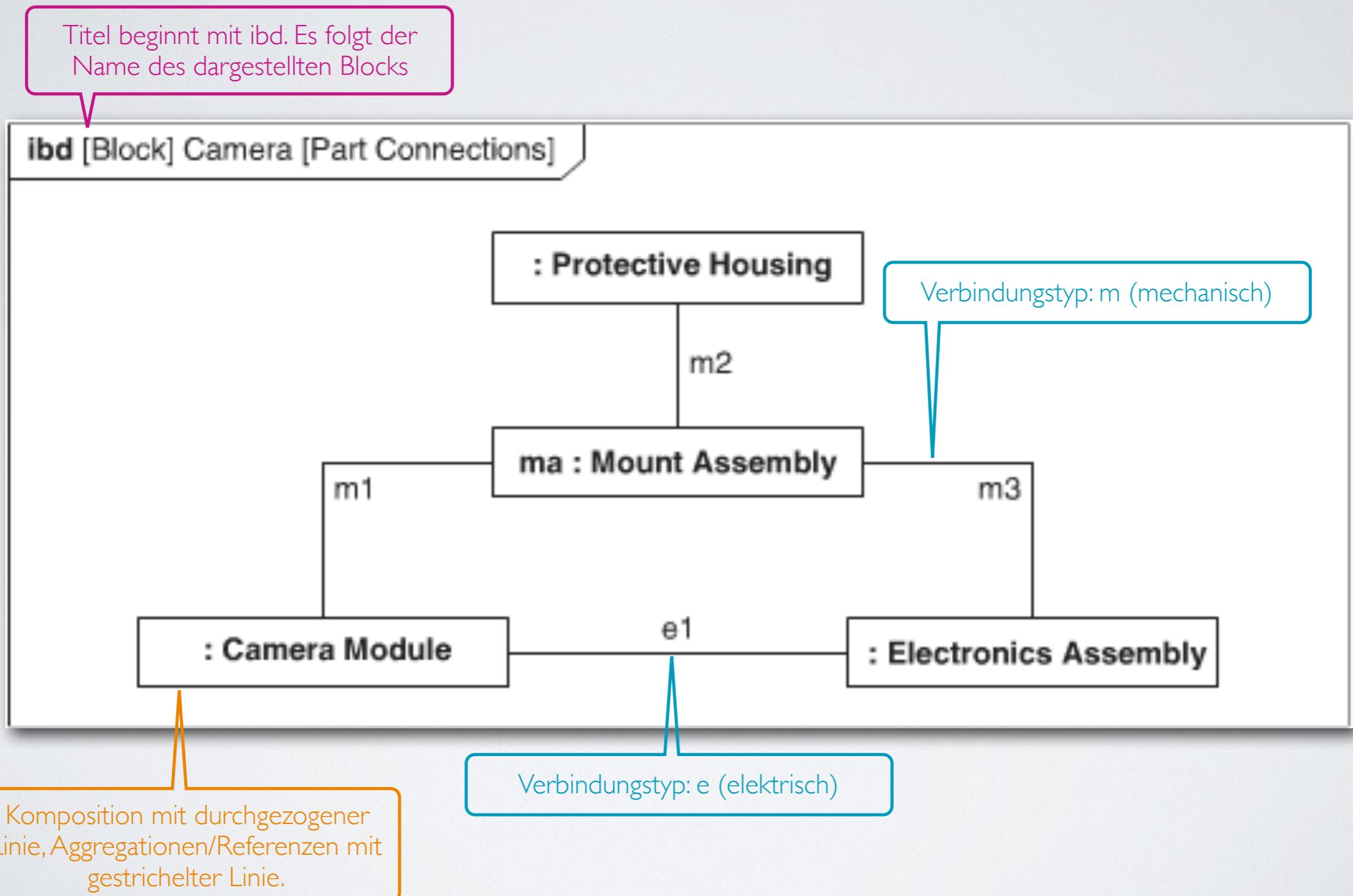


Beispiel: Blockdefinitionsdiagramm (SysML)



Quelle: OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), S.174 , <http://www.omg.org/spec/SysML/1.2/>

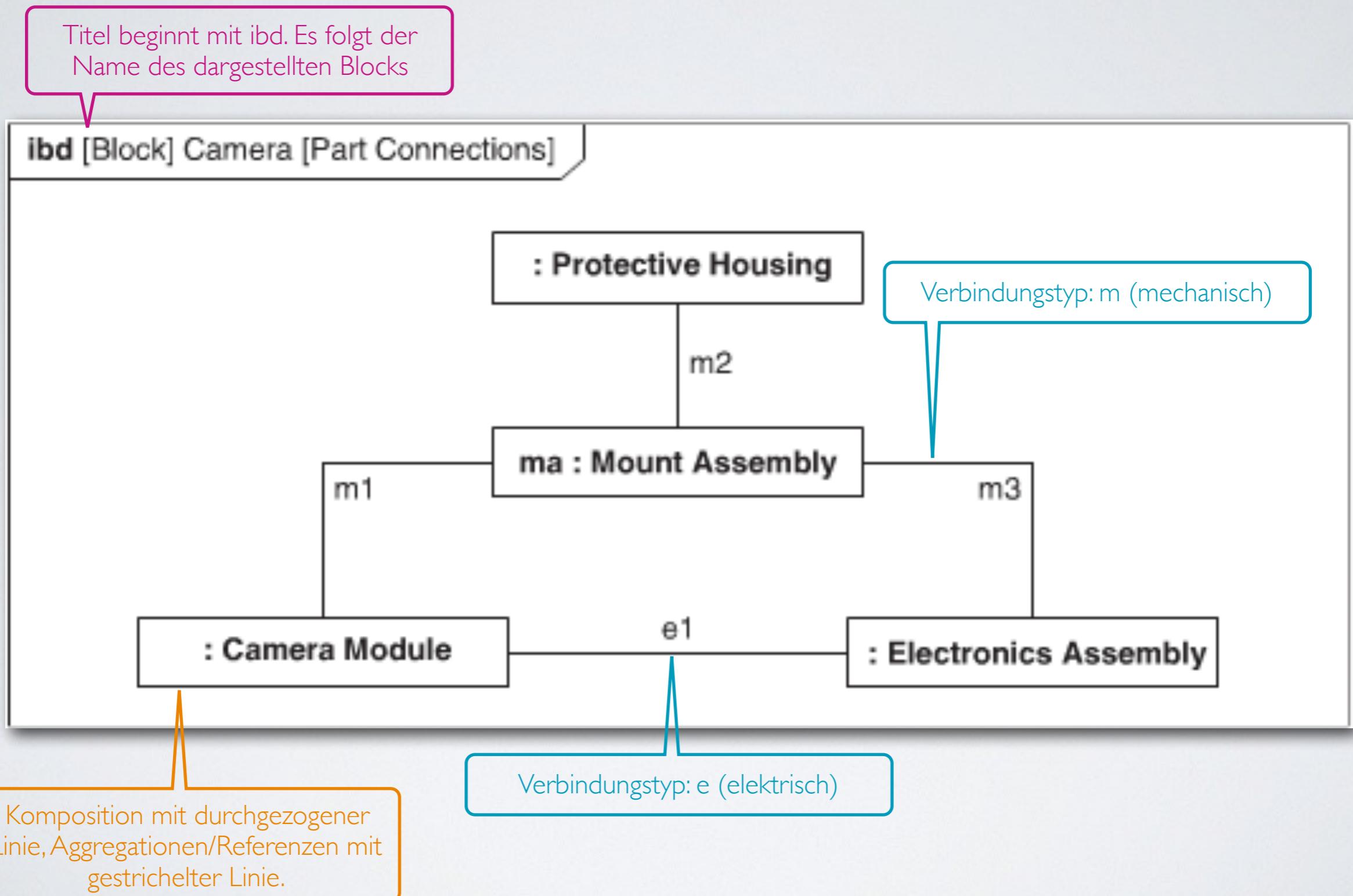
Beispiel: Internes Blockdiagramm (SysML)



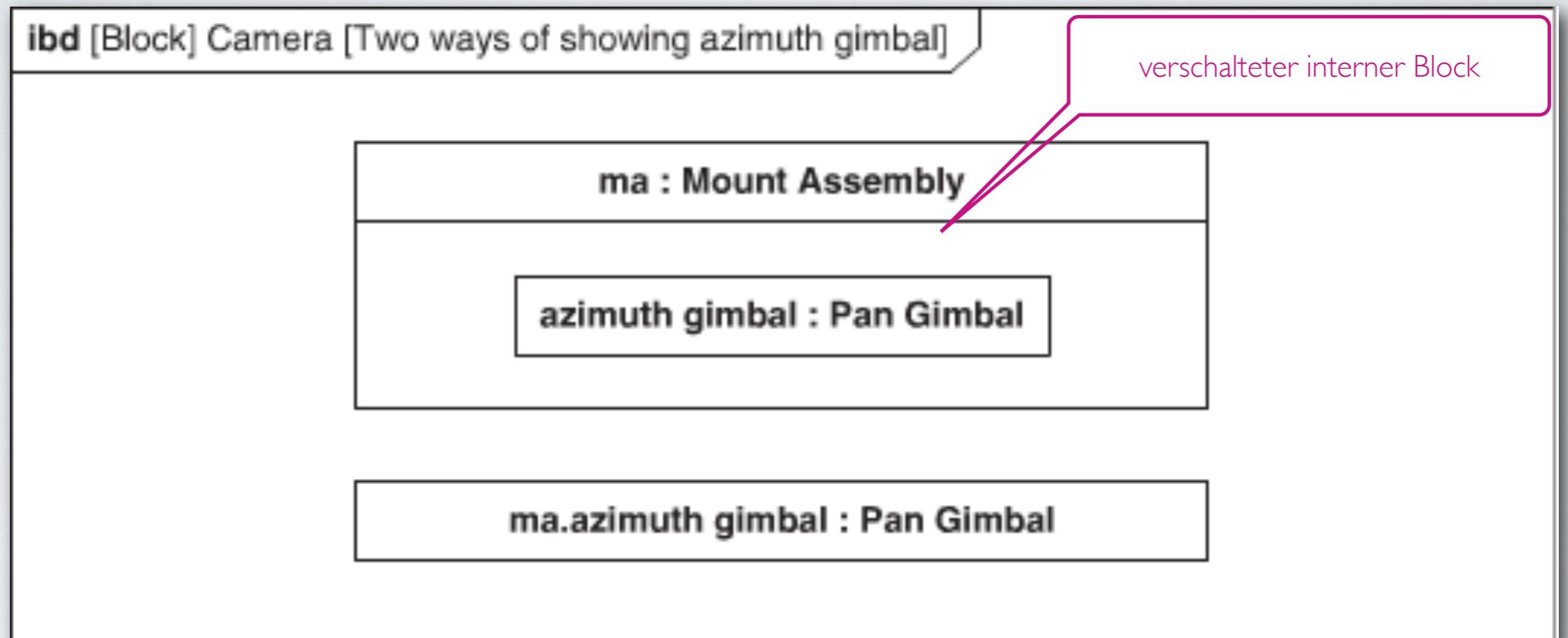
Internes Blockdiagramm (SysML)

- Darstellung der internen Struktur eines Blocks mit
 - Parts
 - Ports und Verbindungen
 - Hierarchien / Interne abbildbar
- Aufgebaut auf Kompositionssstrukturdiagramm

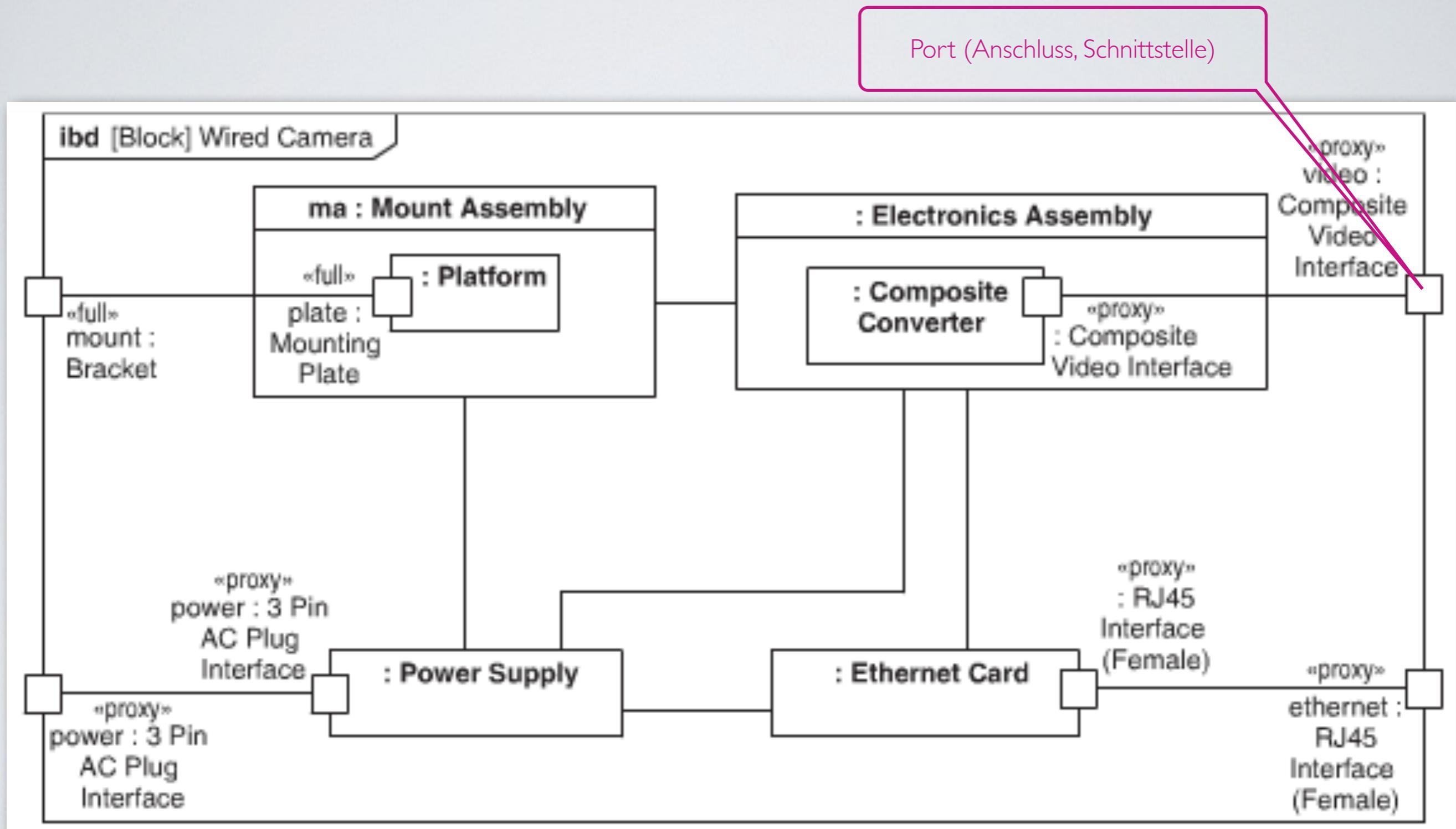
Beispiel: Internes Blockdiagramm (SysML)



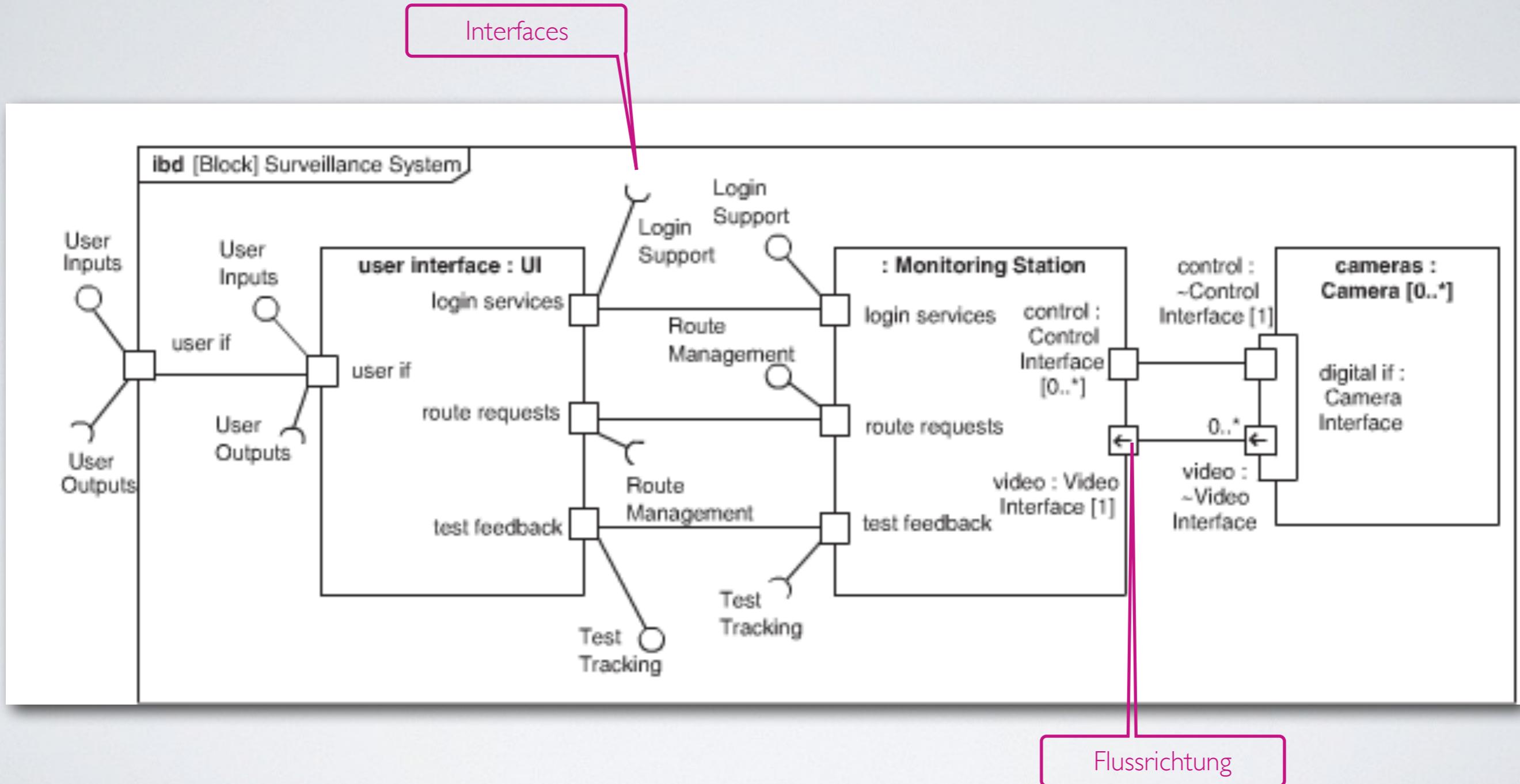
Beispiel: Internes Blockdiagramm (SysML)



Beispiel: Internes Blockdiagramm (SysML)



Beispiel: Internes Blockdiagramm (SysML)

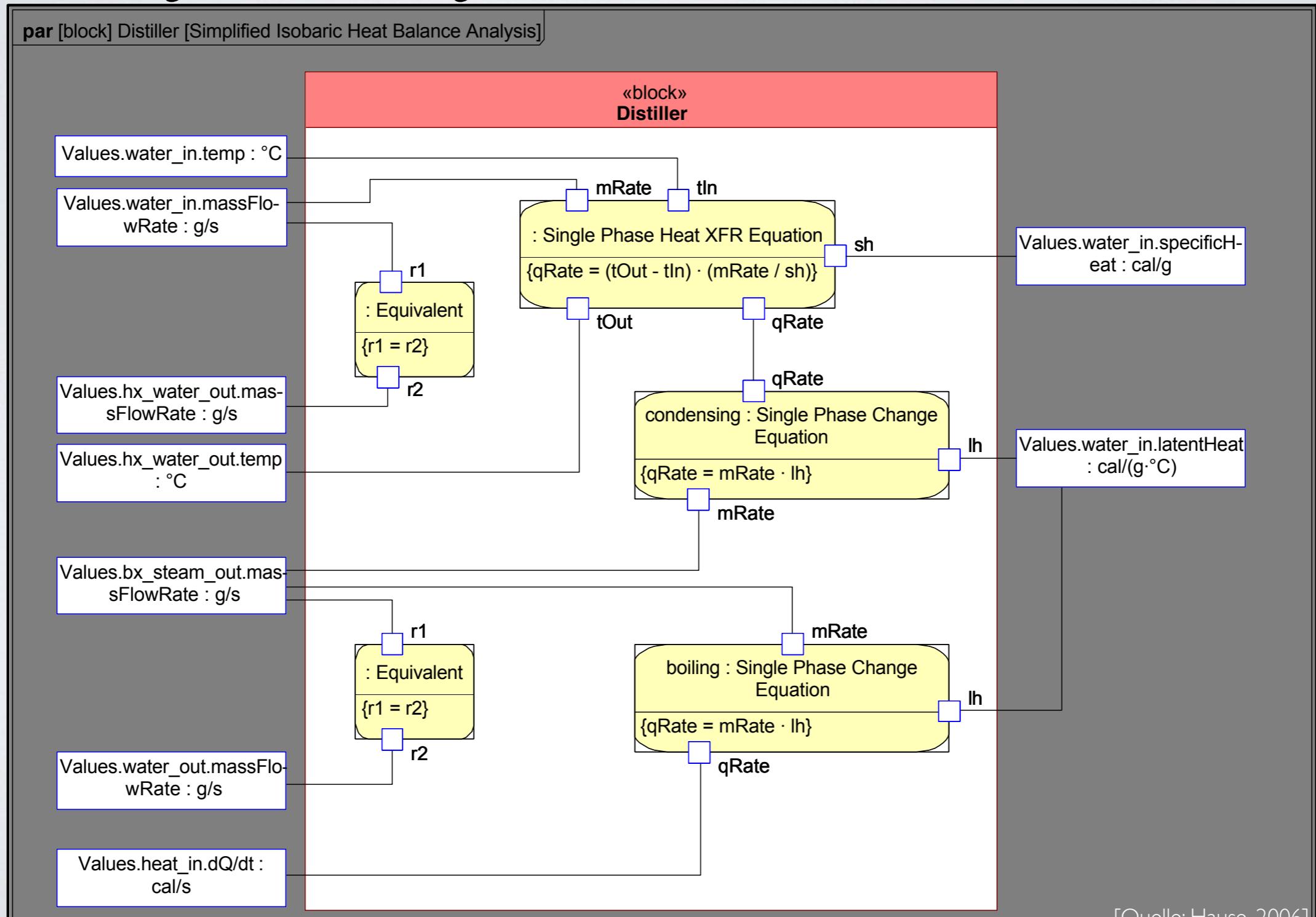


Parameterdiagramm (SysML)

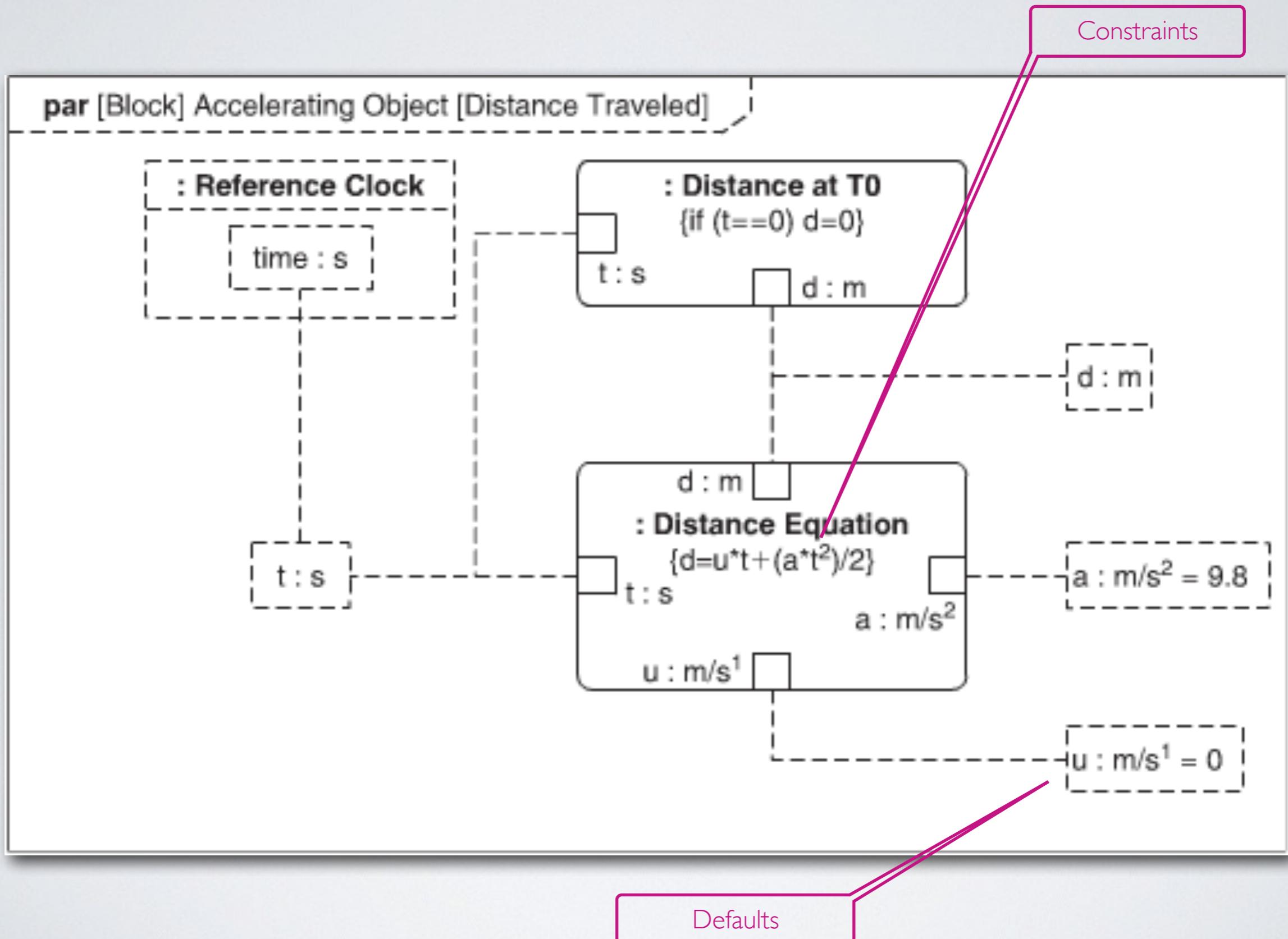
- Spezielle Art des internes Blockdiagramm
- beinhaltet Parameter und Bedingungen (Constraints)

SysML: Parameterdiagramm (SysML)

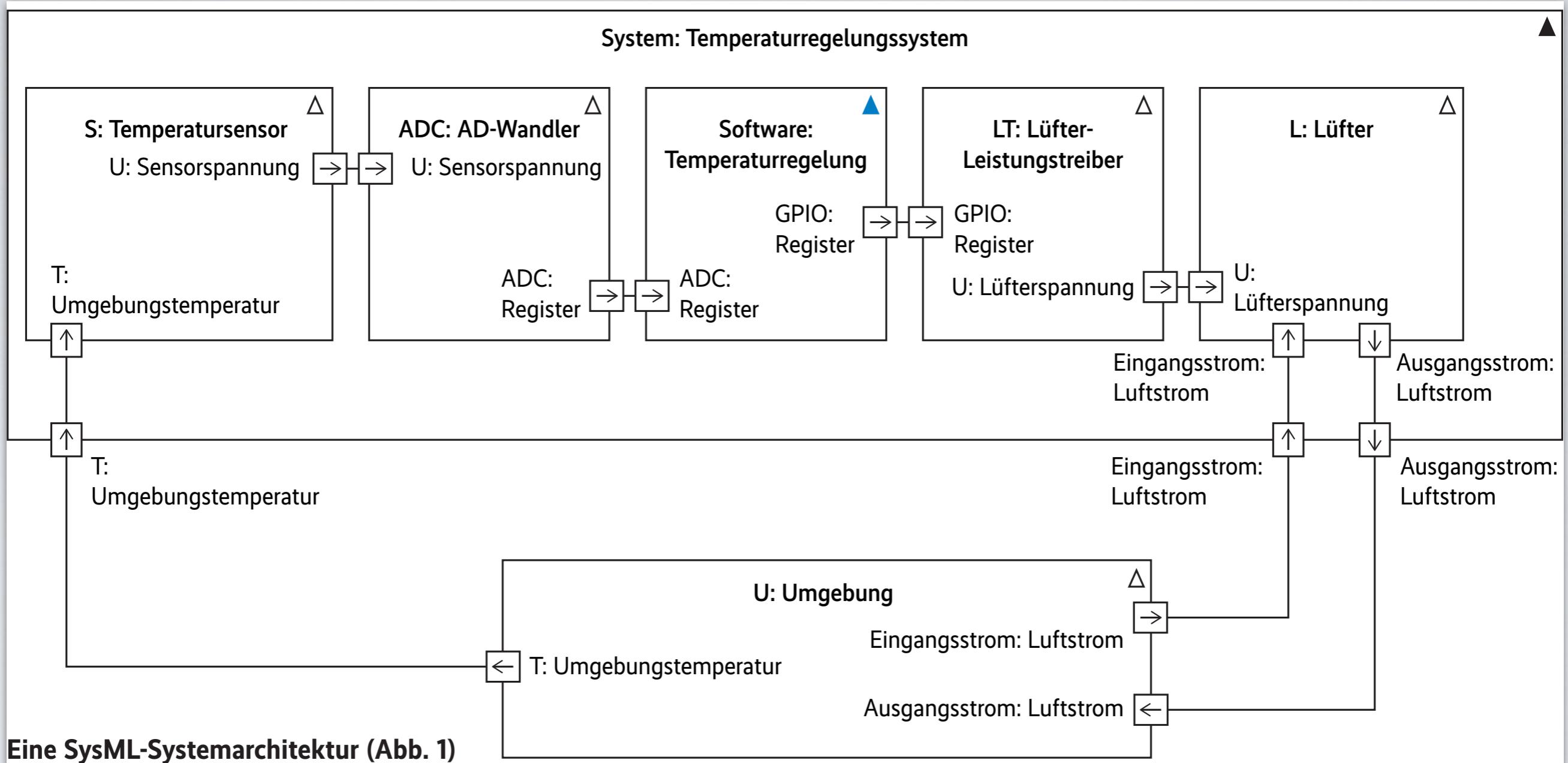
- definiert quantitative Bedingungen / mathematische Formeln.



Beispiel: Parameterdiagramm (SysML)

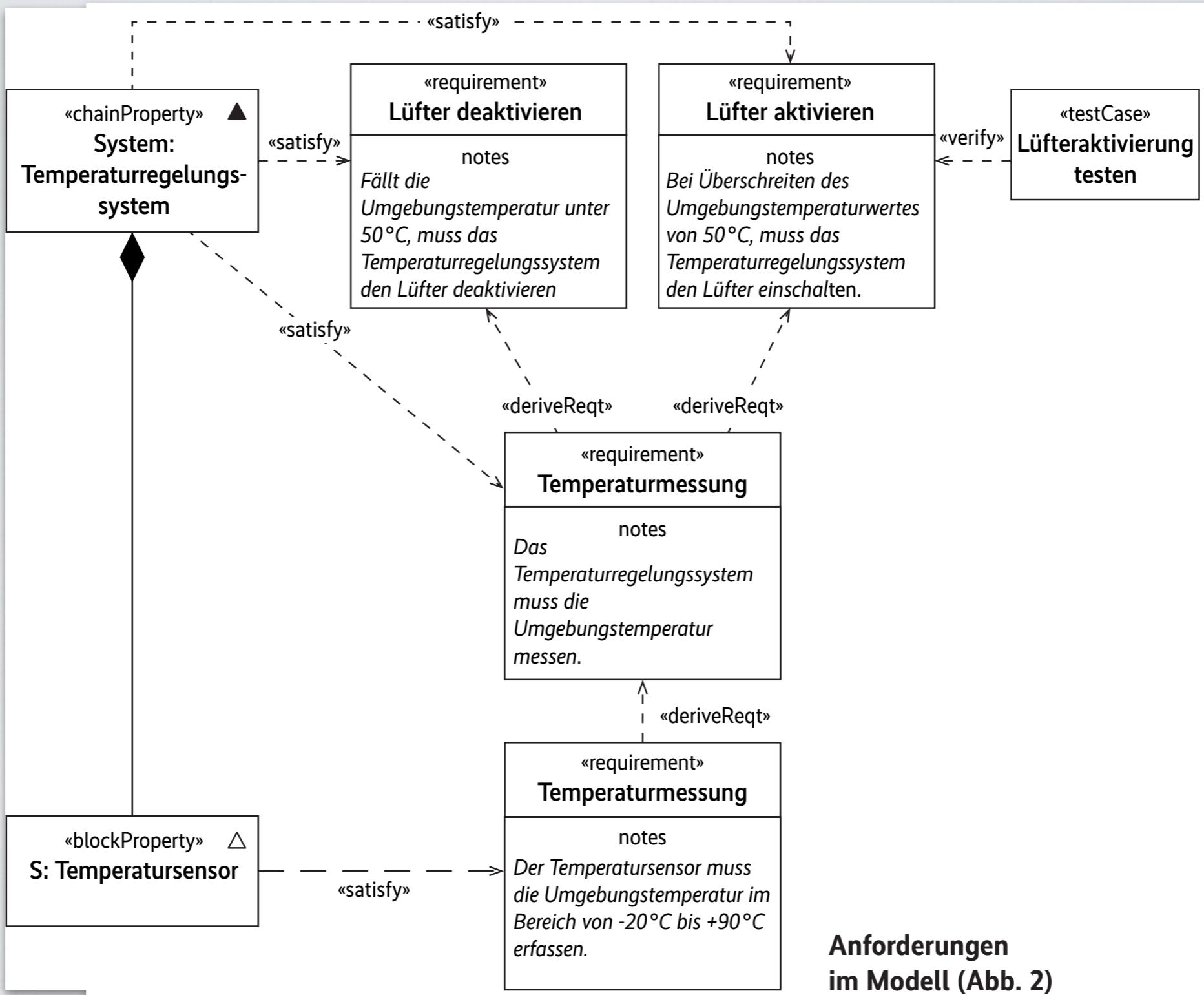


Beispiel: Lüfterregelung

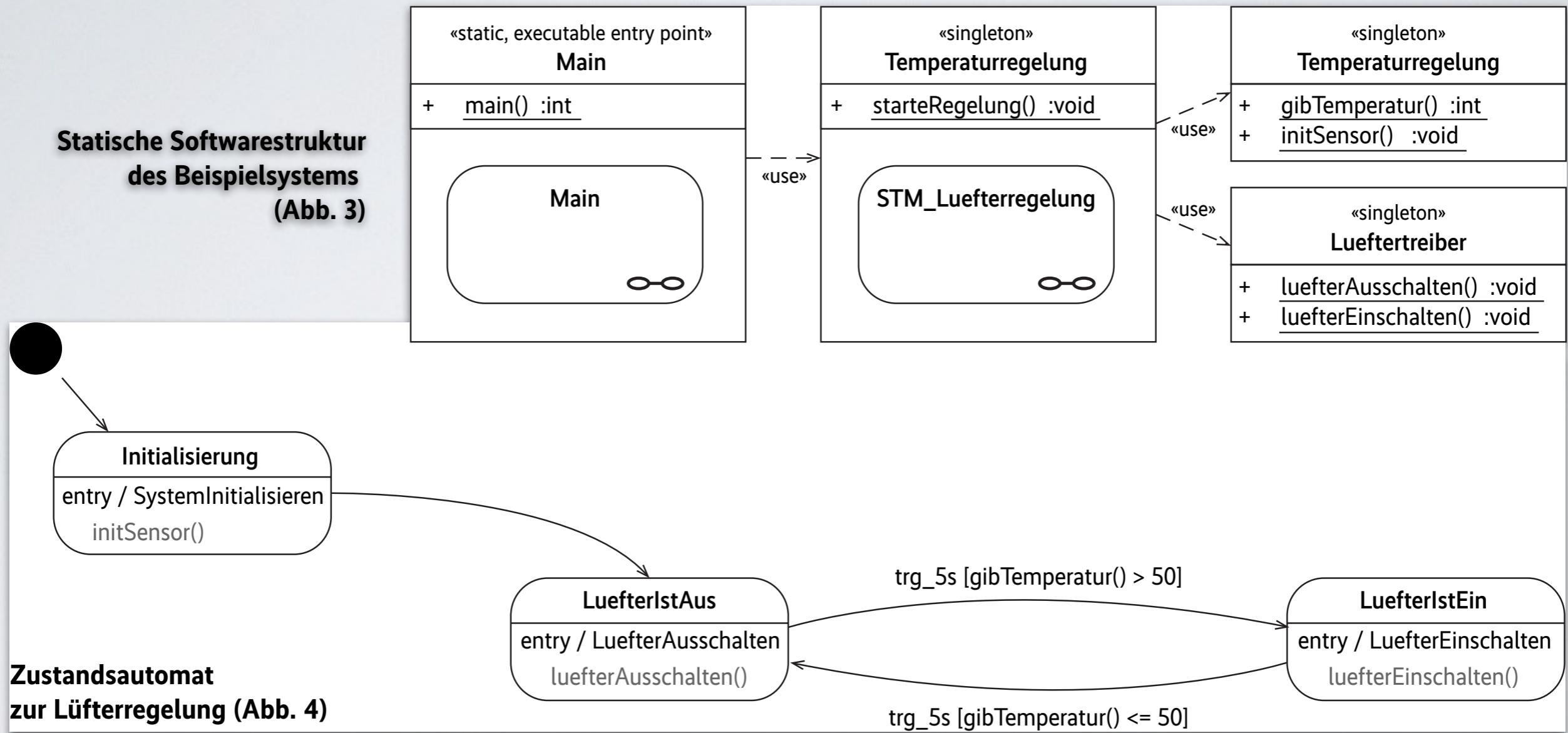


Quelle: O. Alt, System- und Softwareentwicklung mit SysML und UML für eingebettete Systeme, iX Developer 2/2014, Heise-Verlag, 2014

Beispiel: Lüfterregelung



Beispiel: Lüfterregelung



Quelle: O. Alt, System- und Softwareentwicklung mit SysML und UML für eingebettete Systeme, iX Developer 2/2014, Heise-Verlag, 2014

Modellbasierte Softwareentwicklung eingebetteter Systeme

Modellbasierte Softwareentwicklung

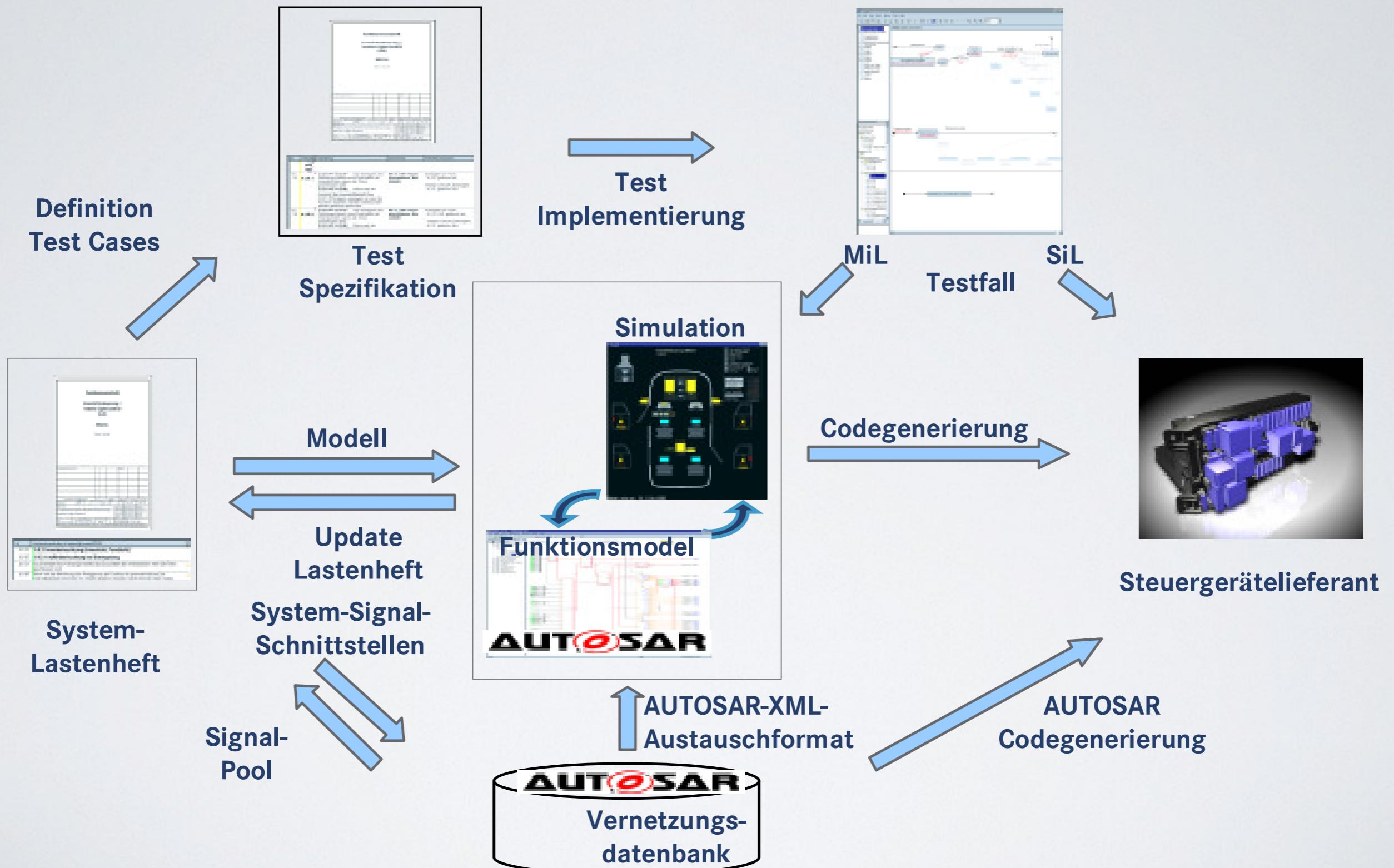
- Modelle als
 - höheren Abstraktionsgrad
 - plattformunabhängige Beschreibung
 - Ausgangsbasis zur Generierung von Quellcode
 - zur Simulation, Verifikation und Validierung

versprechen (\neq immer erreichen) mehr Produktivität

Eingebettete Systeme und Modelle

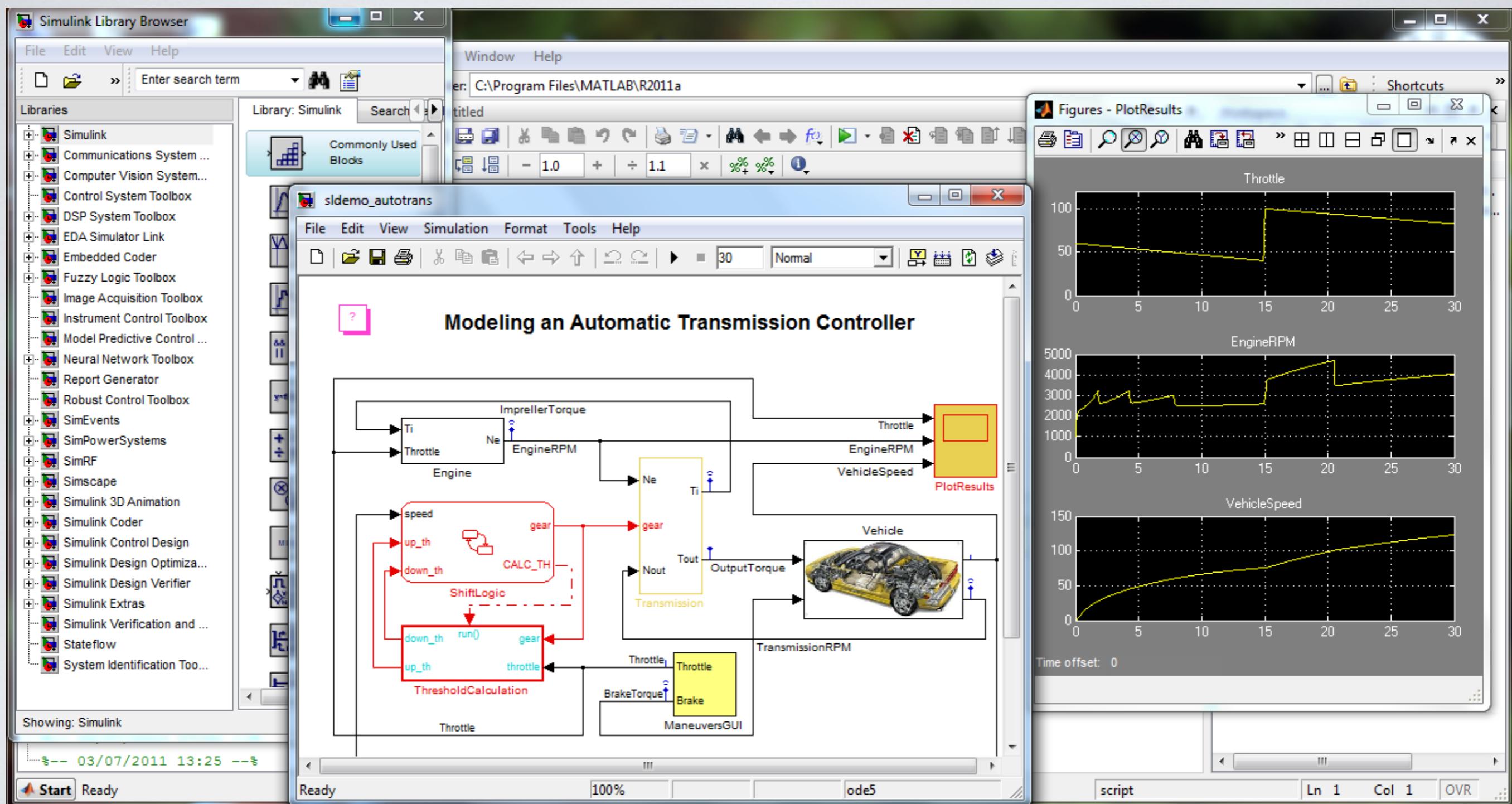
- Eingebettete Systeme: **Interaktion** mit der physikalischen Umwelt mittels Sensoren und Aktoren
- Modelle zur Beschreibungen dieser Interaktion
 - Zustandsmaschinen
 - Mathematische Modelle (z.B. Differentialgleichungen)
- (vgl. auch frühere Vorlesung)

Zusammenhänge bei der modellbasierten Entwicklung am Beispiel unter AUTOSAR

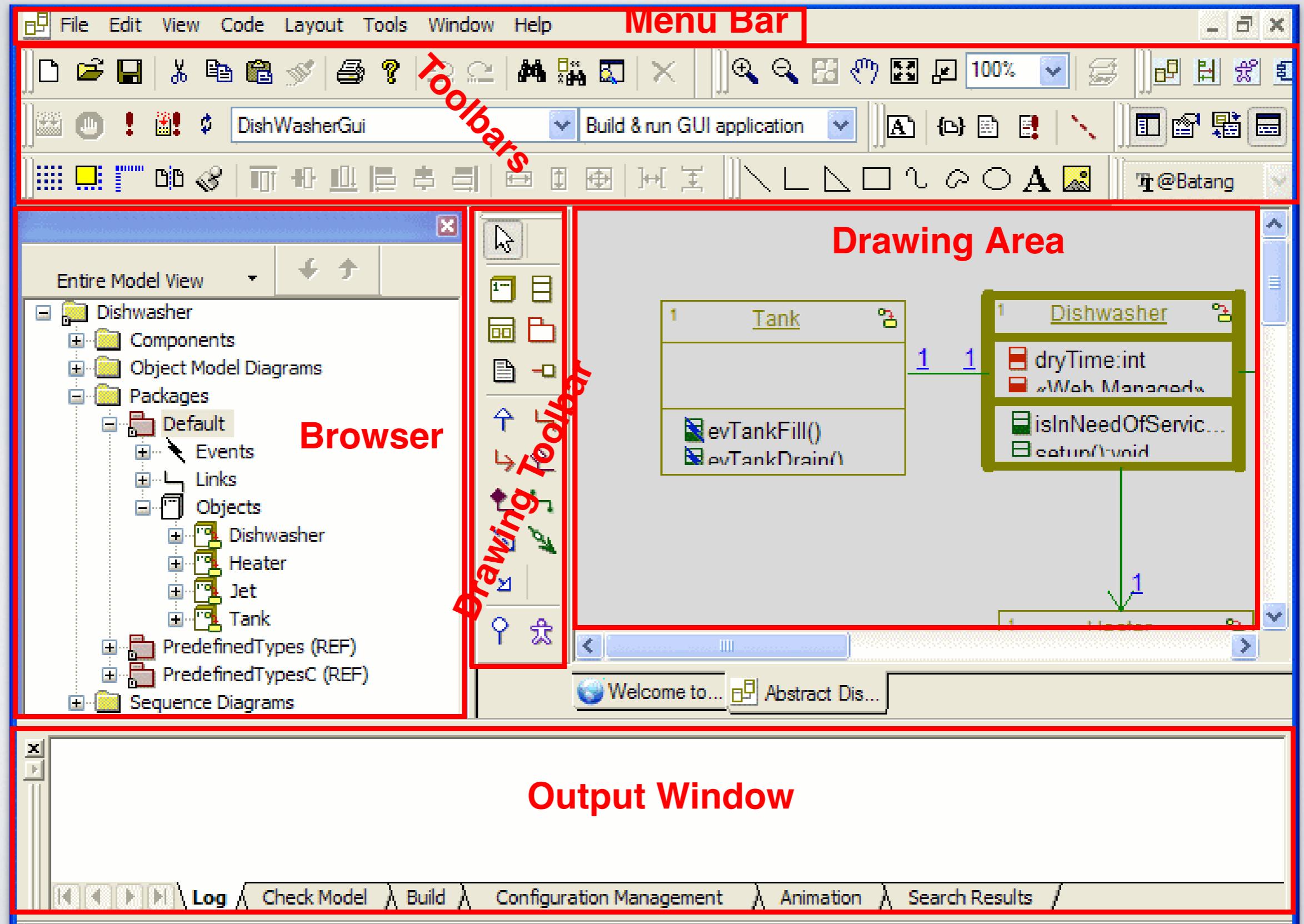


[Quelle: Dziobek et al, 2012, Herausforderungen bei der modellbasierten Entwicklung...]

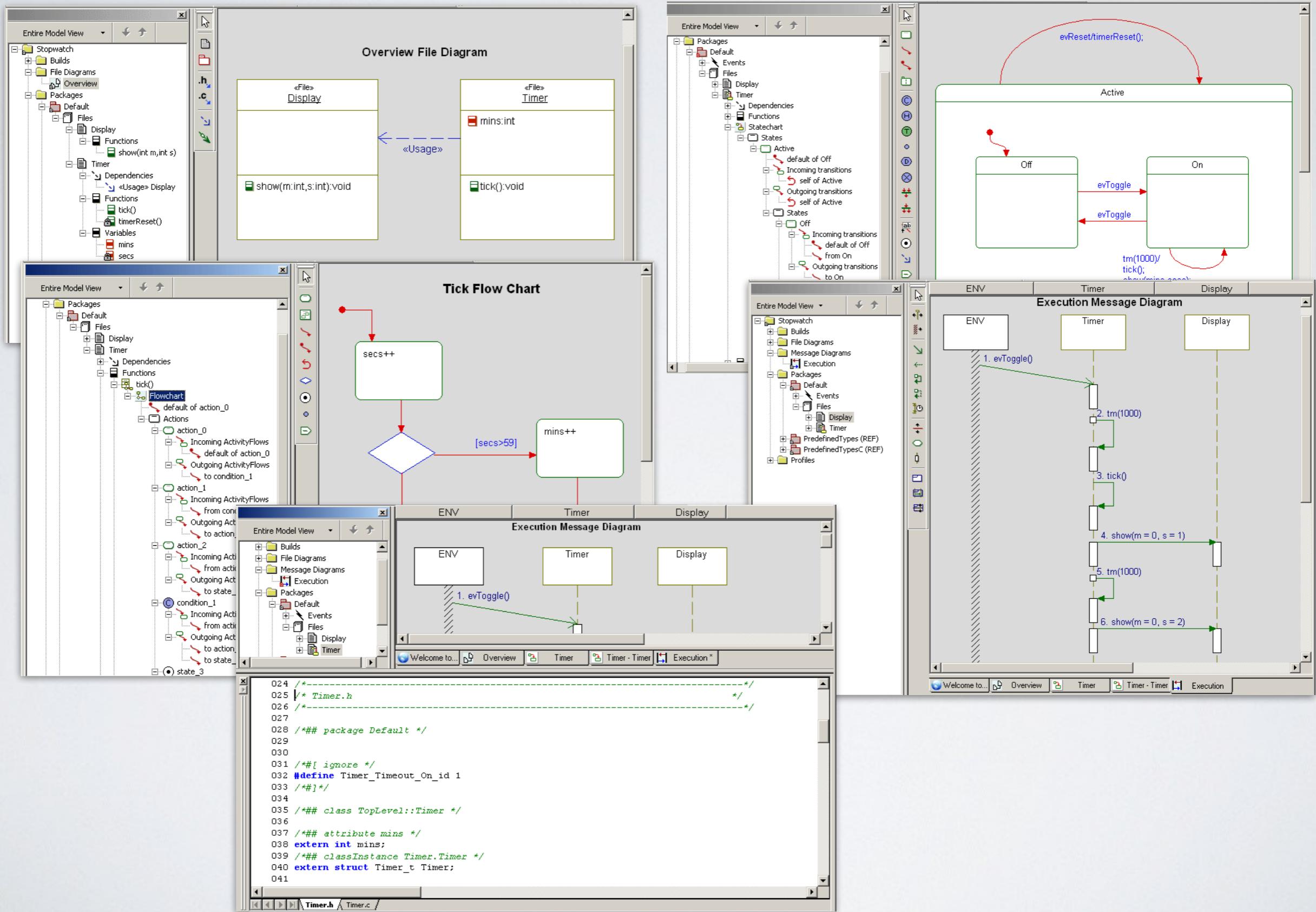
Beispiel: Matlab/Simulink für modellbasierte Entwicklung



Beispiel: Rhapsody für modellbasierte Entwicklung



Beispiel: Rhapsody für modellbasierte Entwicklung



[Quelle: IBM Telelogic Rhapsody C Tutorial 2008]

Wenig bekannte Anwendung: Intelligente Toilette

- Embedded System am unerwarteten Platz
- Steuerung von Geruchsabsaugung und Reinigung
- Regelung von Druck- und Temperatursensoren, Ventilen, Boiler, Fön
- Stand-by-Betrieb



[Quelle: M. Schmid, Programmierung per Blockschaltbild, Computer & Automation 14.02.2012]

Literatur / Quellen

- A. **Thums**, G. Schellhorn, F. Ortmeier, W. Reif, Interactive verification of statecharts. In H. Ehrig, editor, Integration of Software Specification Techniques for Applications in Engineering, pages 355 – 373. Springer LNCS 3147, 2004
- M. **Schmid**, Programmierung per Blockschaltbild, Computer & Automation 14.02.2012, URL: http://www.computer-automation.de/steuerungsebene/industrie-pc/fachwissen/article/85810/0/Programmierung_per_Blockschaltbild/, abgerufen 27.04.2012
- Matthew **Hause**, The SysML Modelling Language, Fifth European Systems Engineering Conference, 2006
- Elizabeth **Latronico**, Philip **Koopman**, Representing Embedded System Sequence Diagrams As A Formal Language, UML 2001, Toronto, 2001
- Peter **Marwedel**, Eingebettete Systeme, Springer-Verlag, 2008
- OMG, OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), Version 1.2, 2010OMG, OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), Version 1.3, 2012
- IBM, Telelogic **Rhapsody** C Tutorial, 2008OMG, OMG Unified Modeling Language™ (OMG UML), Superstructure, Version 2.4.1, 2011
- A. **Korff**, Modellierung von eingebetteten Systemen mit UML und SysML, Spektrum, 2008
- S. **Friedenthal**, A. Moore, R. Steiner, A practical guide to SysML, 2nd ed., Morgan Kaufmann, 2011
- O. **Alt**, System- und Softwareentwicklung mit SysML und UML für eingebettete Systeme, iX Developer 2/2014, Heise-Verlag, 2014