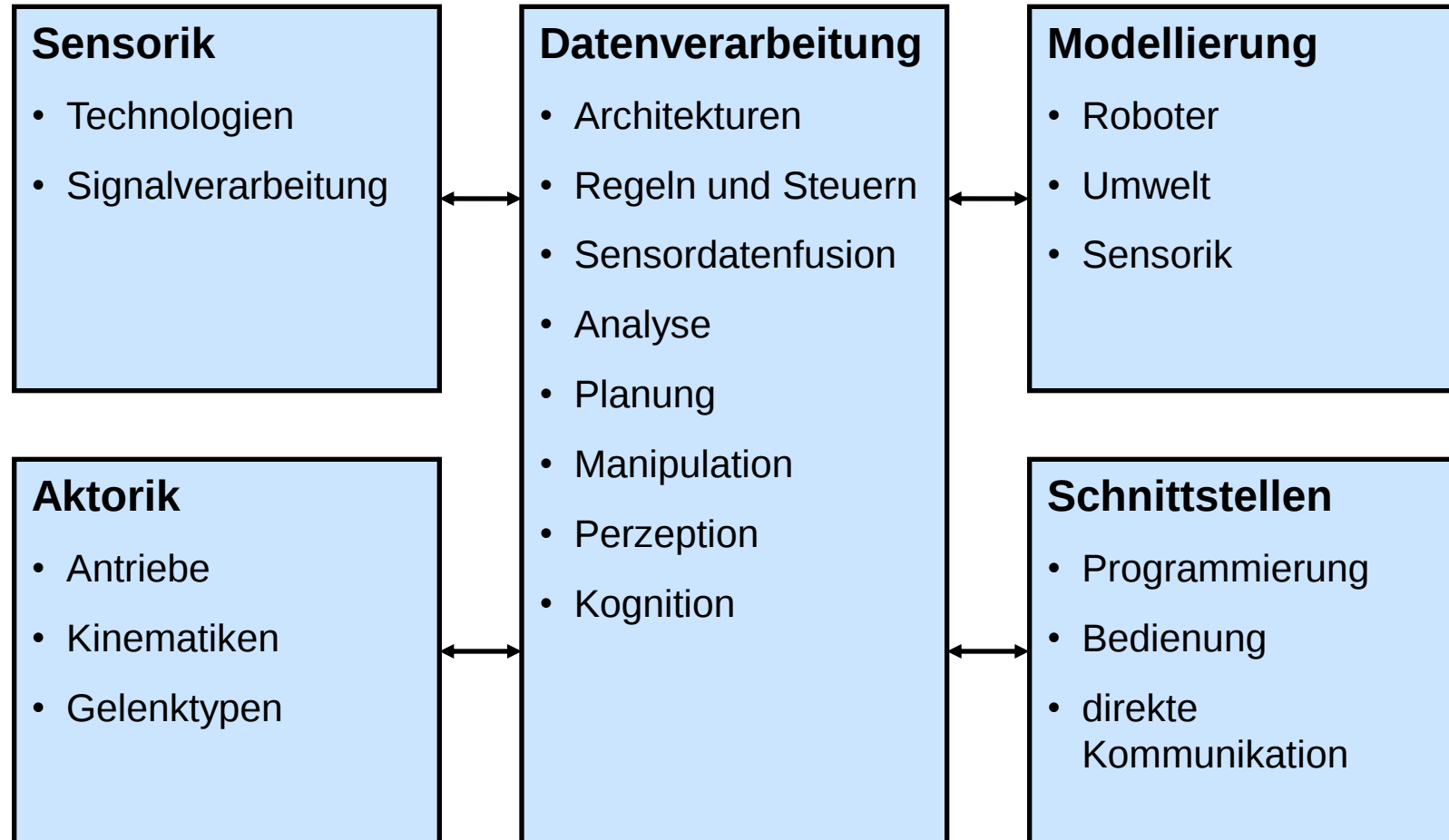


XIV. Architekturen von Robotern

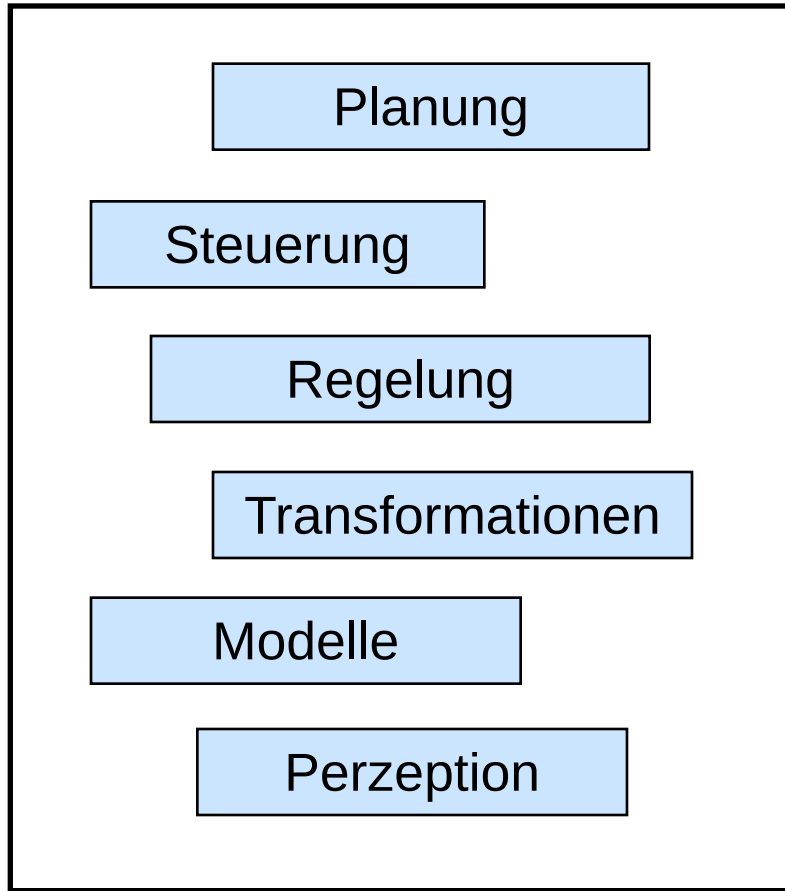
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann



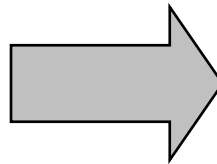
- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

Motivation

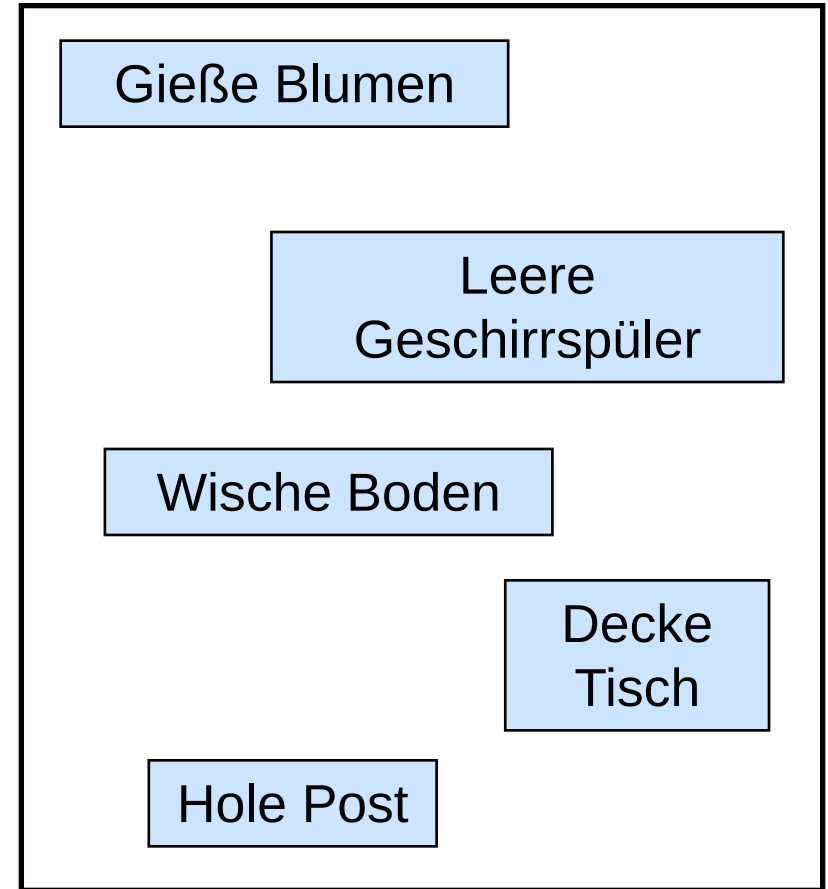
Komponenten



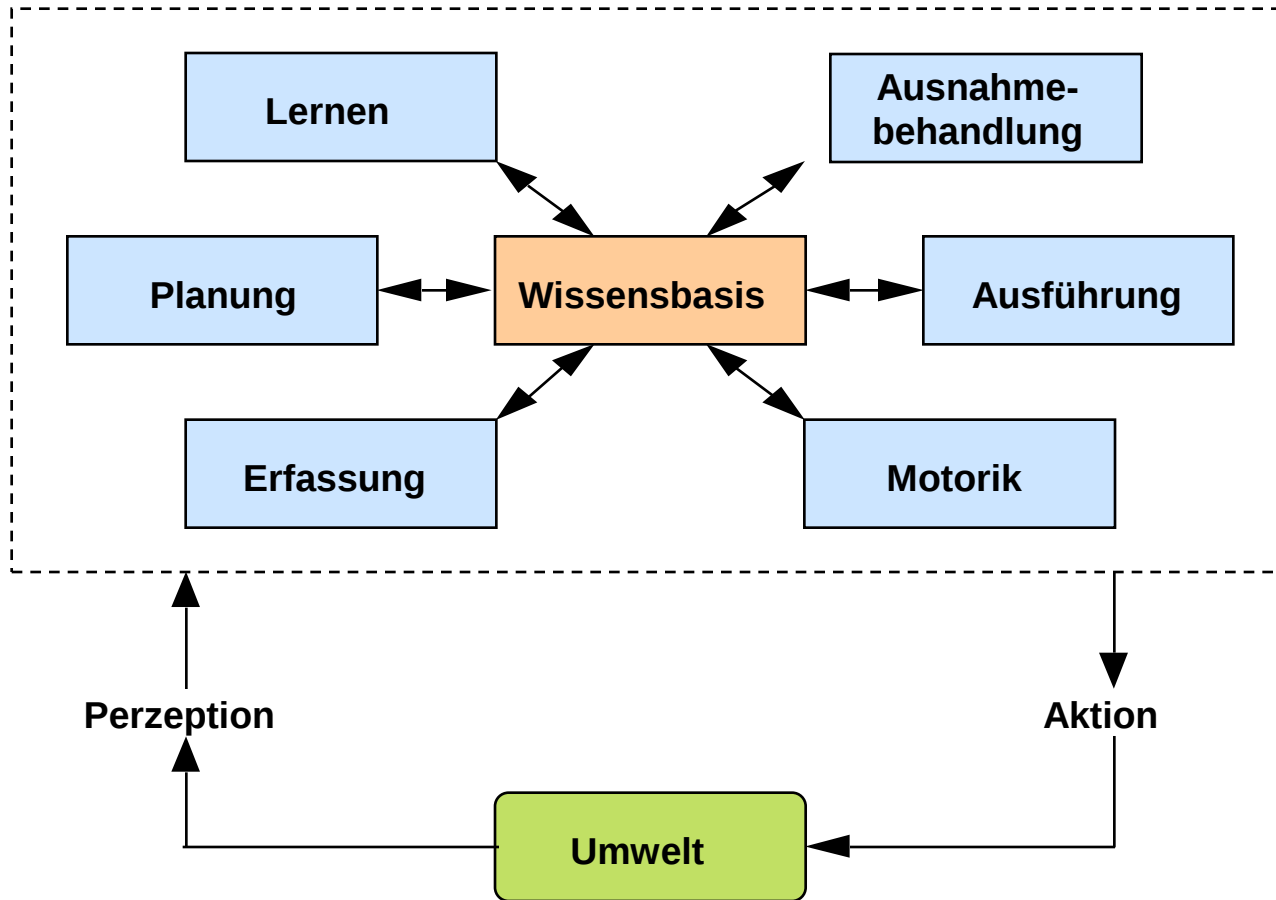
Architektur



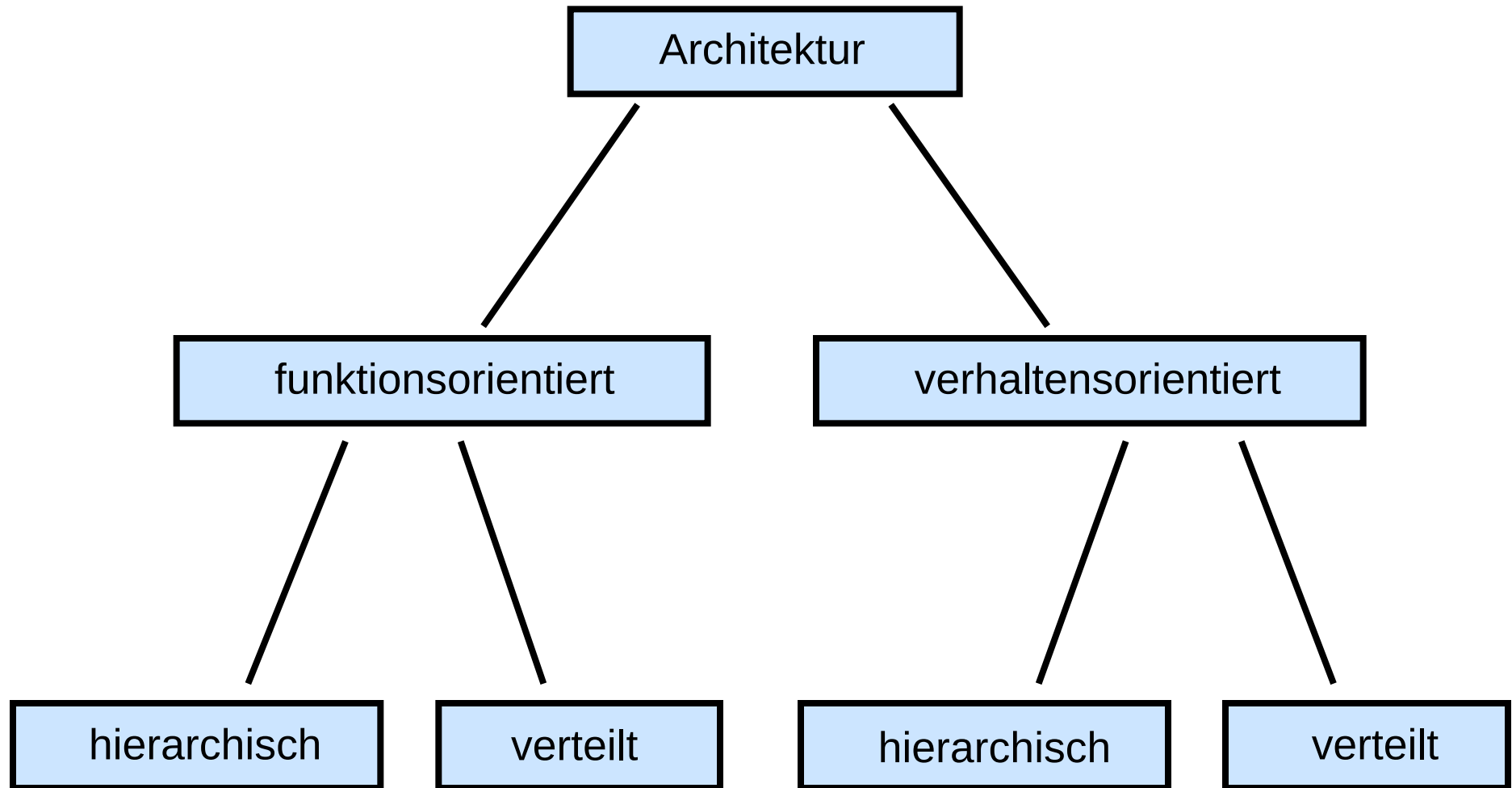
Aufgaben eines Assistenzroboters



Fähigkeiten eines Robotersystems



Klassifikation von Architekturen



- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
 - Hierarchische funktionsorientierte Architekturen
 - Verteilt funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

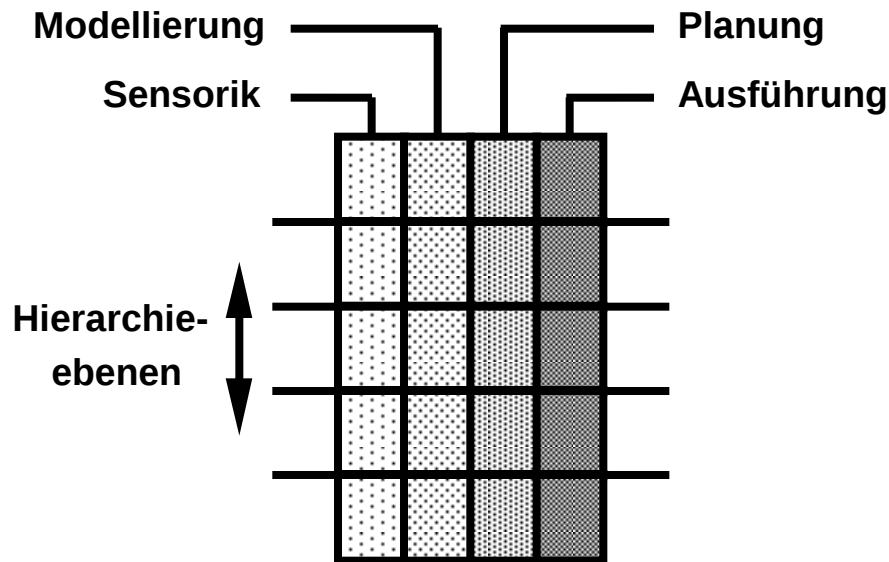
Genereller Aufbau



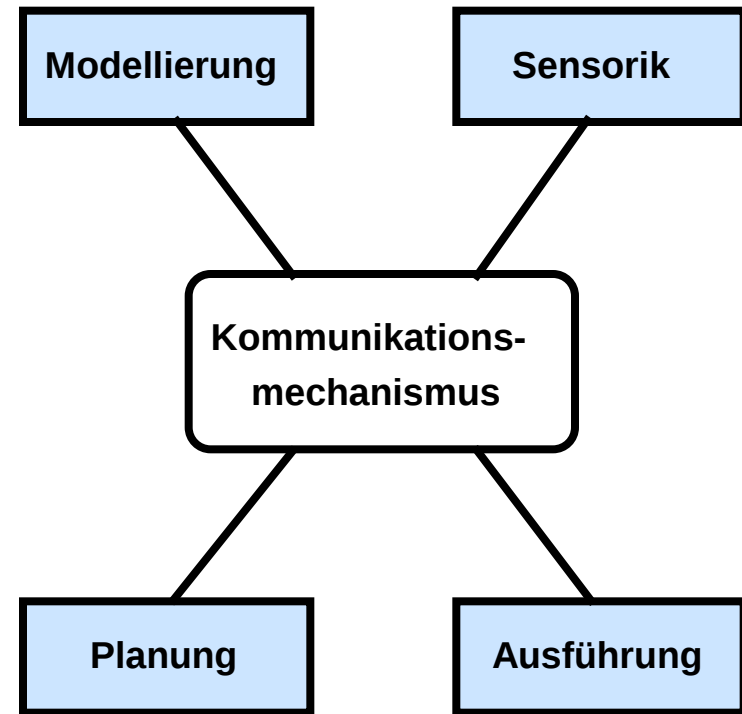
Eigenschaften:

- Unidirektionaler Informationsfluss
- Schlecht für dynamische Umgebungen, Interaktion
- Vorteil: Einfacher Aufbau

Typen von funktionsorientierten Architekturen



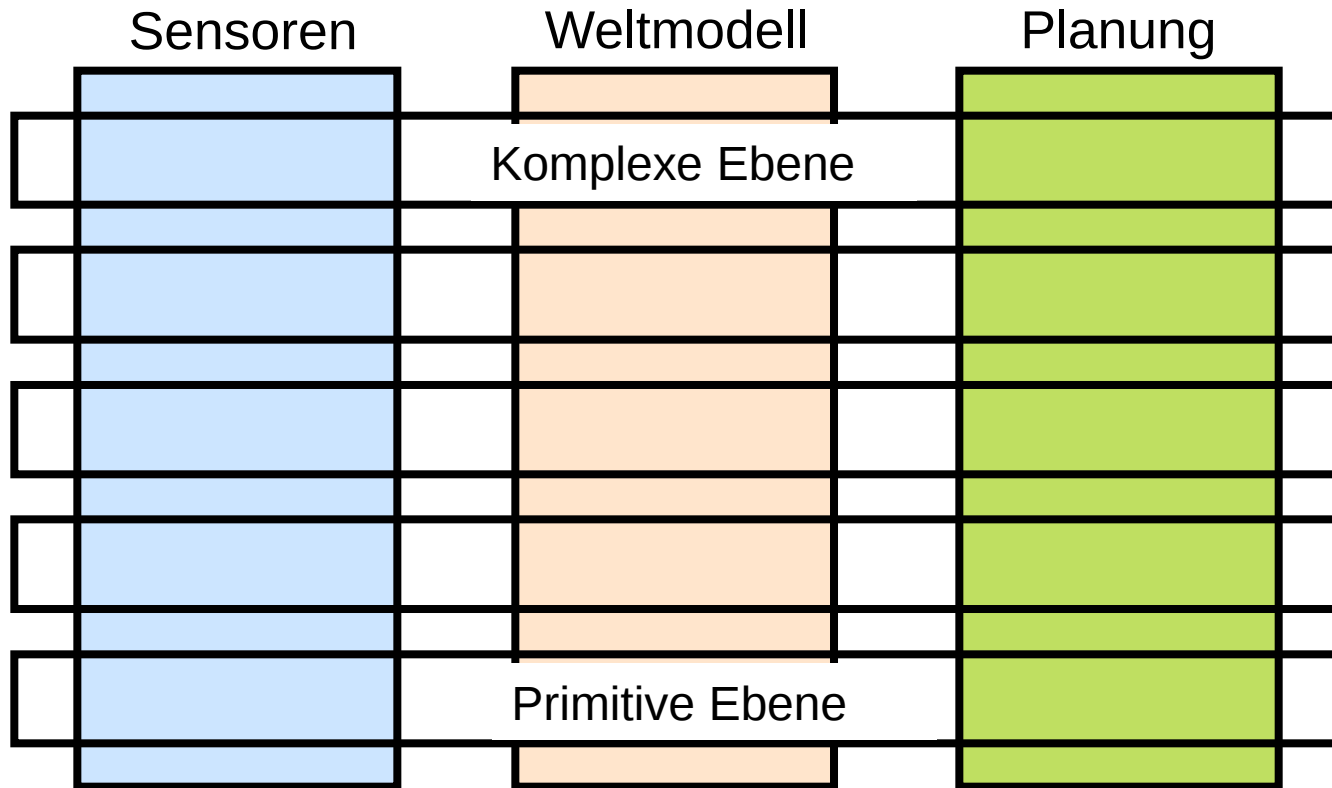
hierarchisch funktionsorientiert



verteilt funktionsorientiert

- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
 - Hierarchische funktionsorientierte Architekturen
 - Verteilte funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

NASREM-Modell von Albus



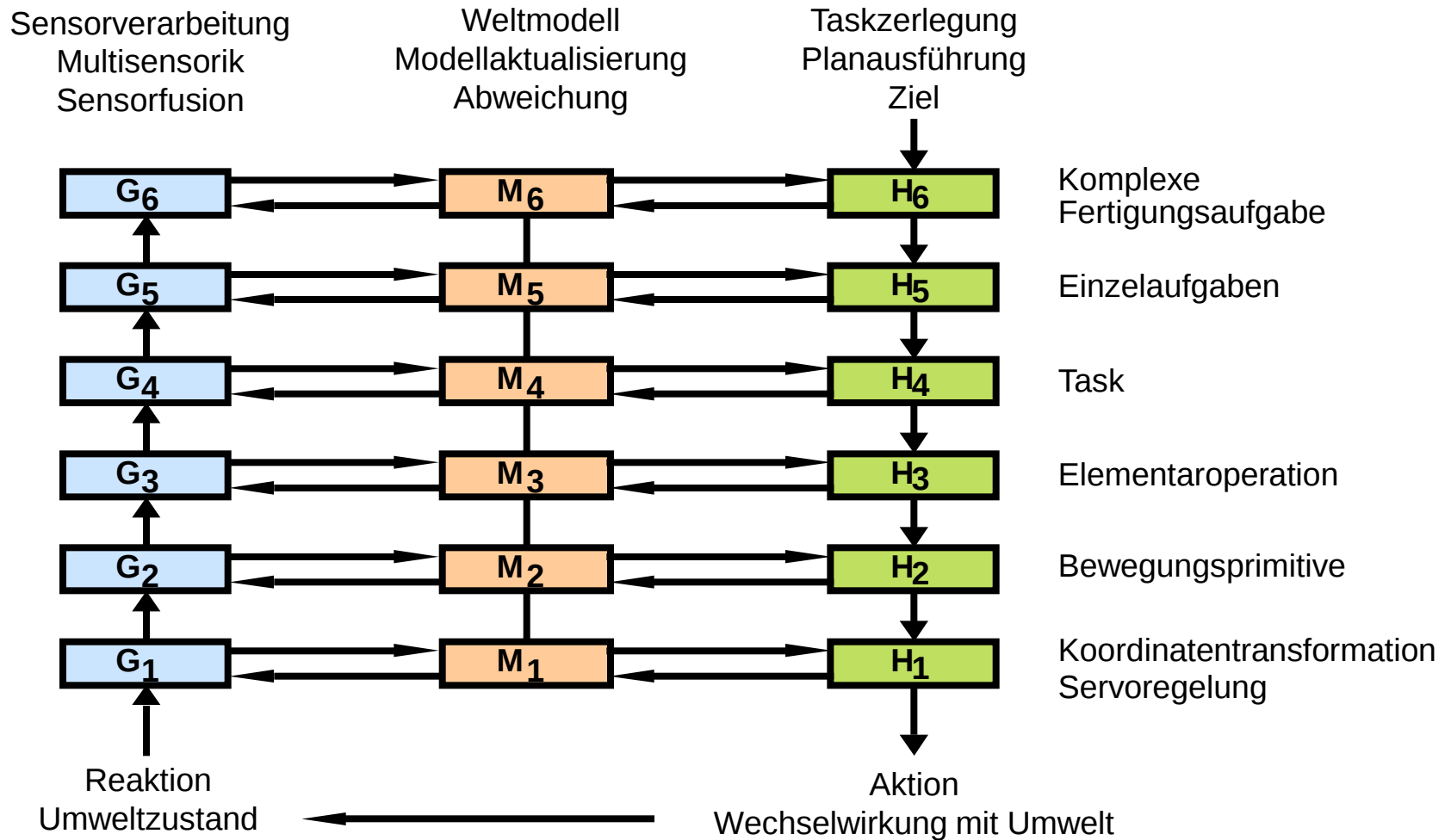
Albus, J. S.; McCain, H. G.; Lumini, R; "NASA / NBS Standard Reference Model for Telerobot Control System Architecture" NBS Technical Note 1235, 1987.

Aufbau des NASREM-Modells (I)

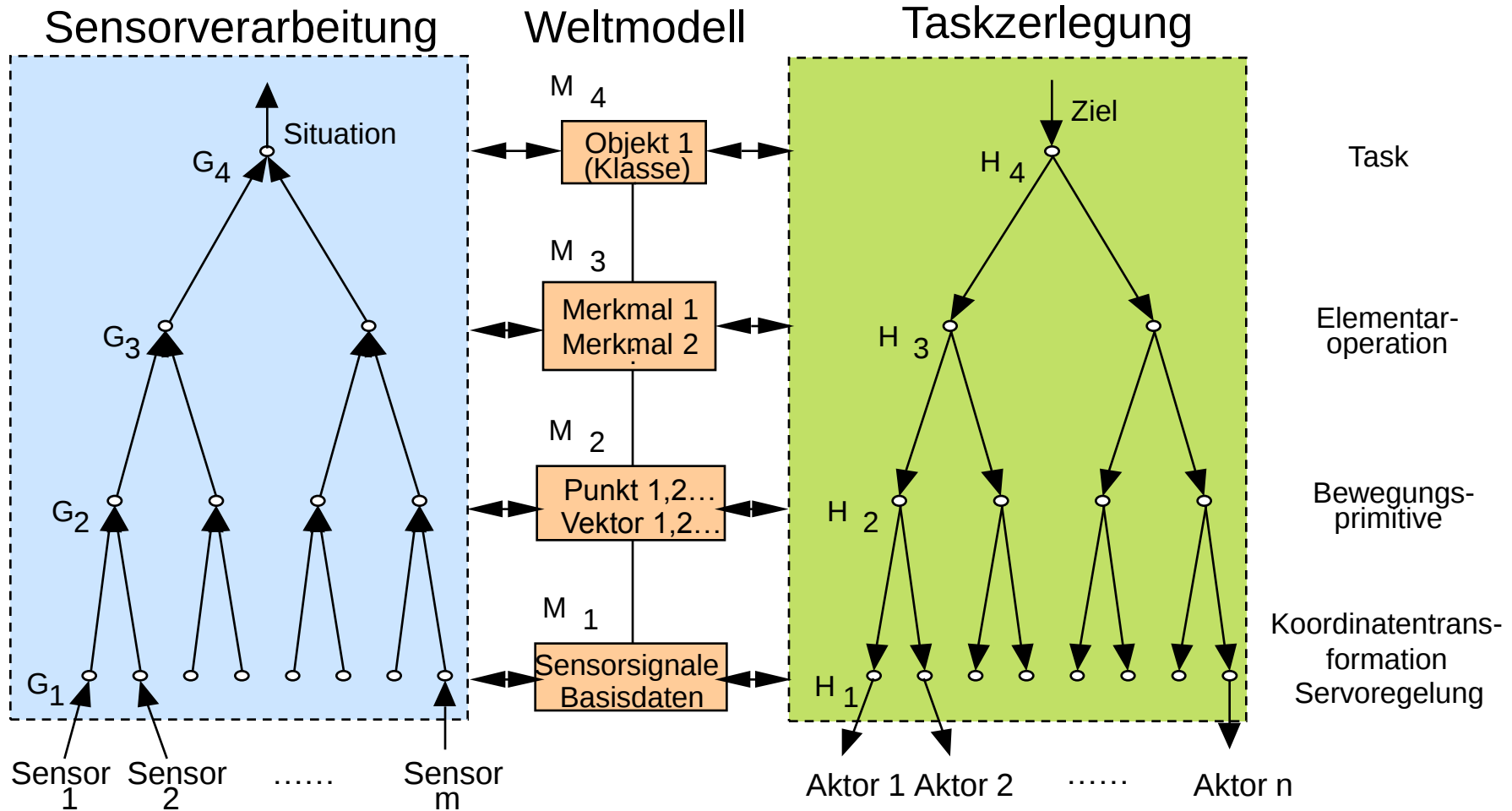
- Aufteilung in 4 bis 6 Ebenen
- je Ebene 3 sog. “Module”
 - G_i : Sensorverarbeitungsmodul
 - M_i : Weltmodell- und Referenzdatenmodul
 - H_i : Taskzerlegungs-, Planungs- und Ausführungsmodul

Jede Modul-Art ist durch die Ebeneneinteilung hierarchisch geordnet

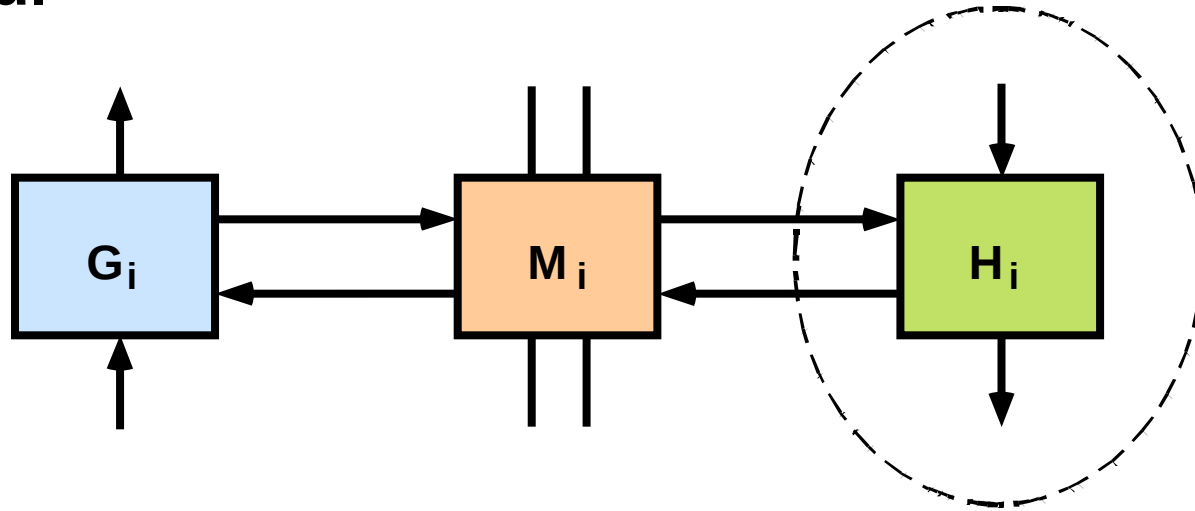
Aufbau des NASREM-Modells (II)



Informationsfluss im NASREM-Modell

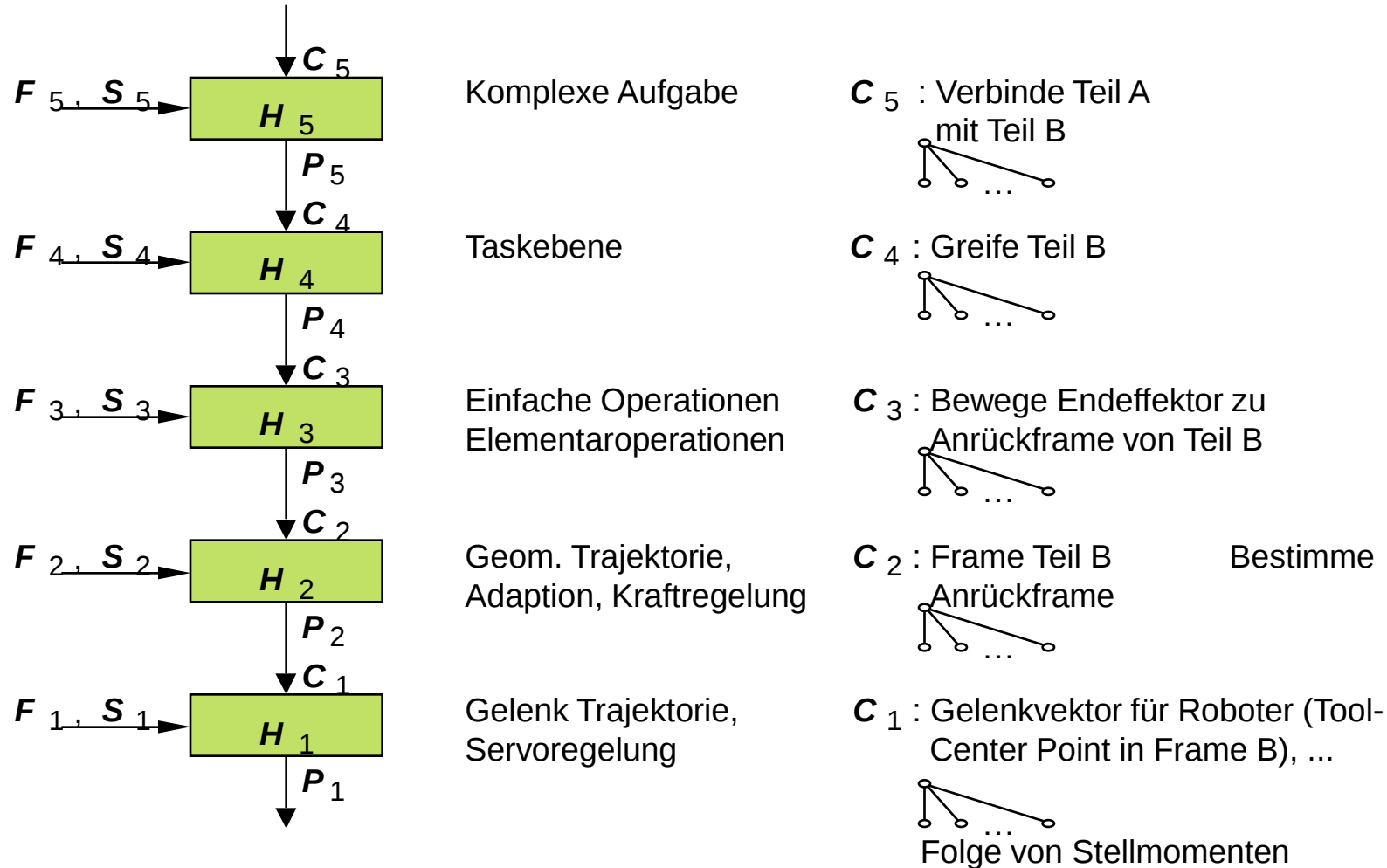


Das H-Modul

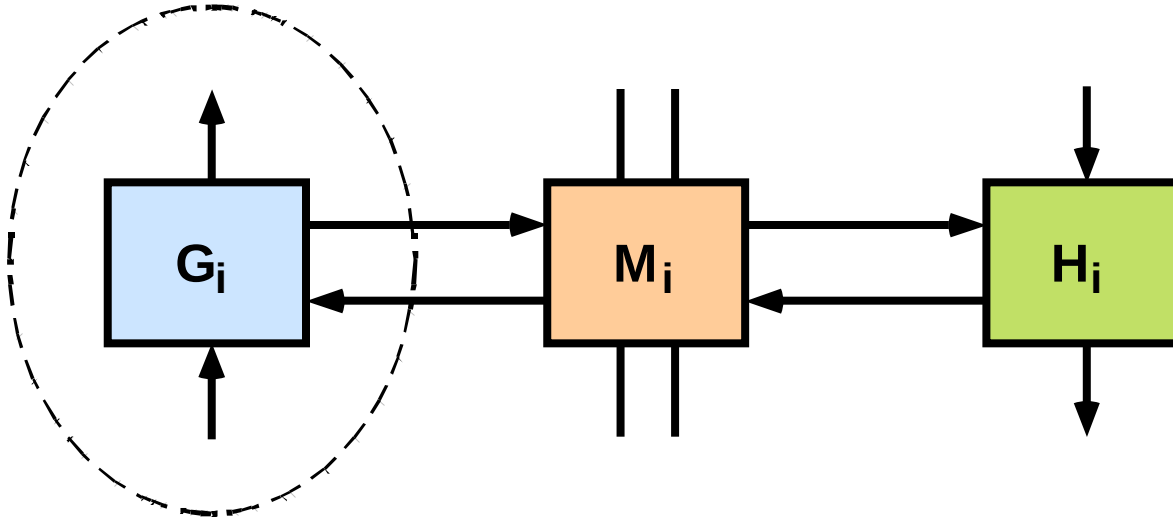


1. Das H-Modul erhält eine Aufgabe aus der oberen Ebene.
2. Mit den Daten aus dem M-Modul wird die Aufgabe in Teilaufgaben zerlegt.
3. Das M-Modul wird aktualisiert.
4. Die Teilaufgaben werden (einzeln) an die untere Ebene weitergereicht.

Das H-Modul: Zerlegung der Taskanweisung

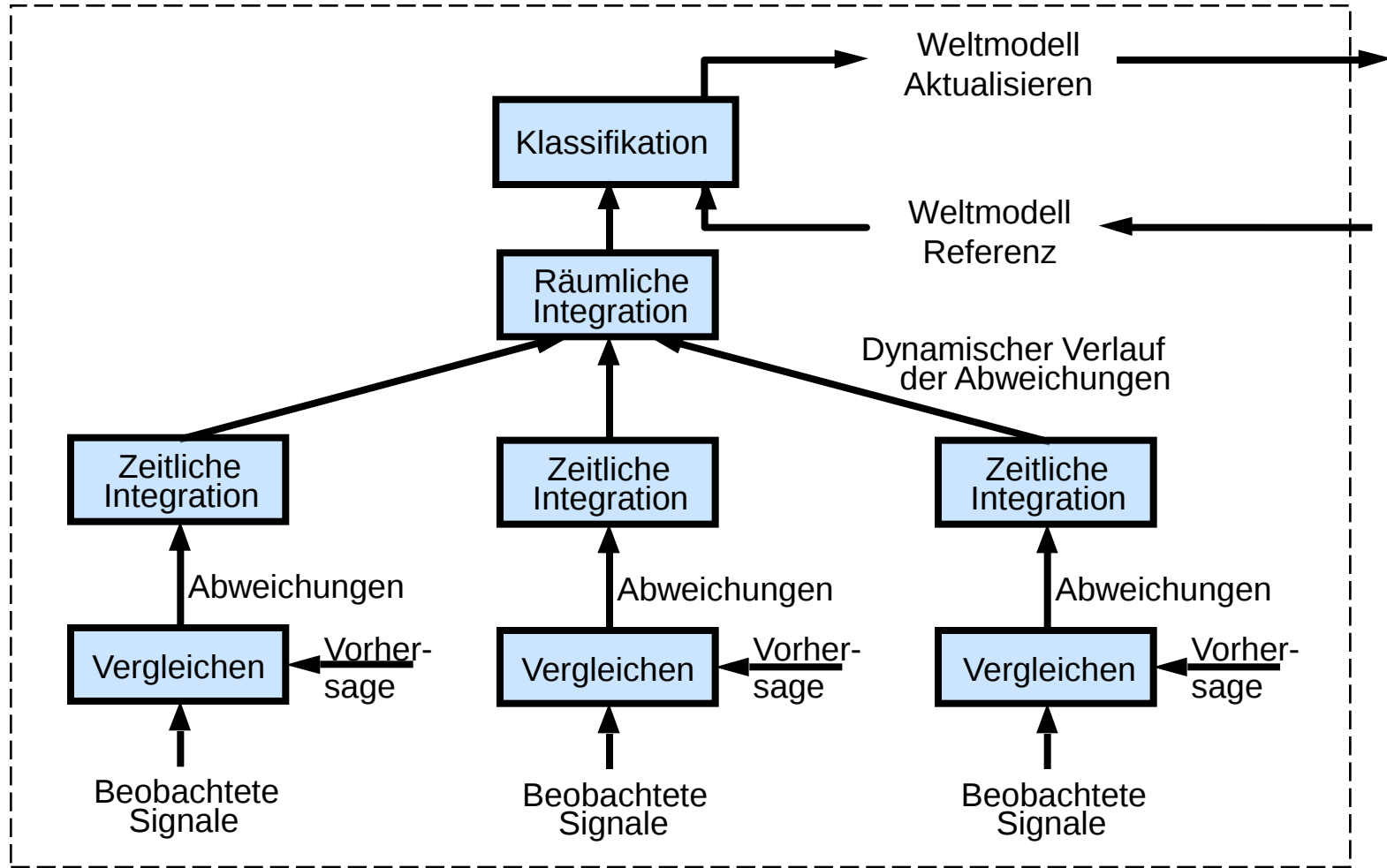


Das G-Modul

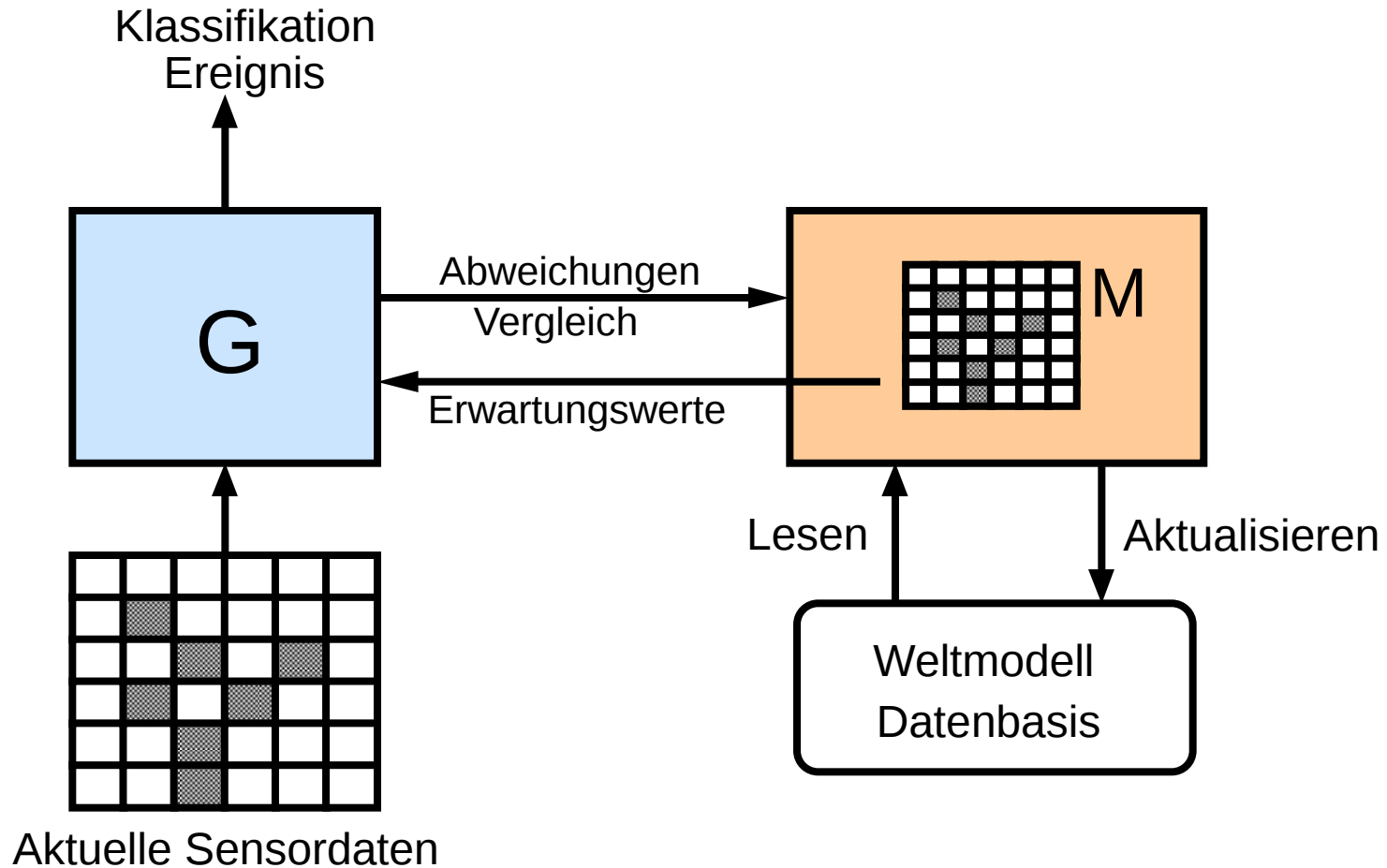


1. Das G-Modul bekommt Sensor-Informationen aus der unteren Ebene.
2. Mit dem M-Modul werden diese Daten verarbeitet.
3. Das M-Modul wird aktualisiert.
4. Die Informationen werden der oberen Ebene zur Verfügung gestellt.

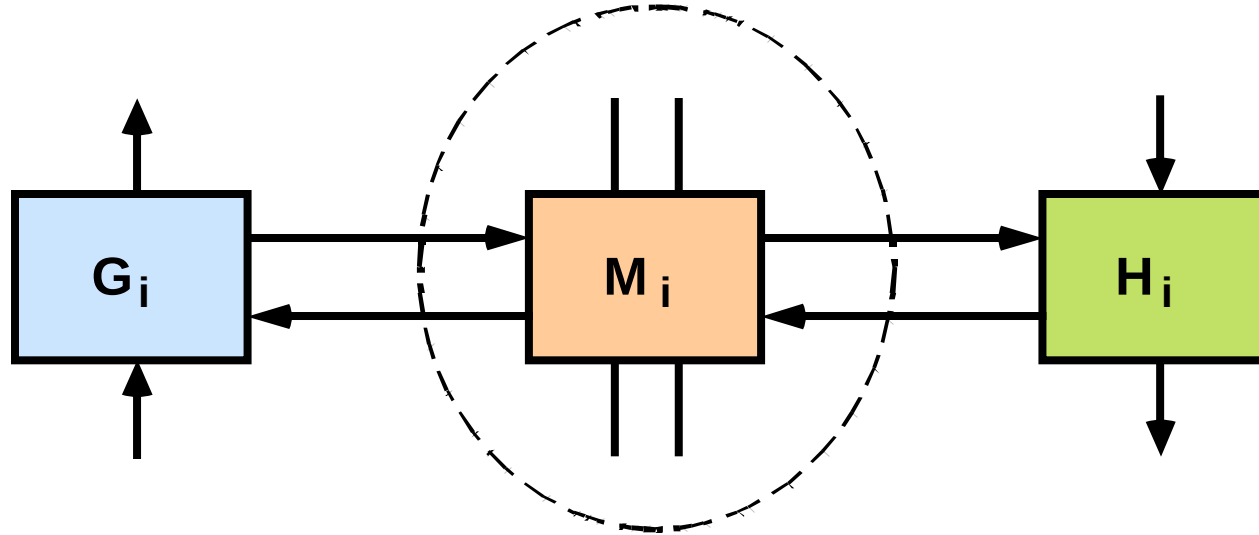
Aufbau des G-Moduls (I)



Aufbau des G-Moduls (II)

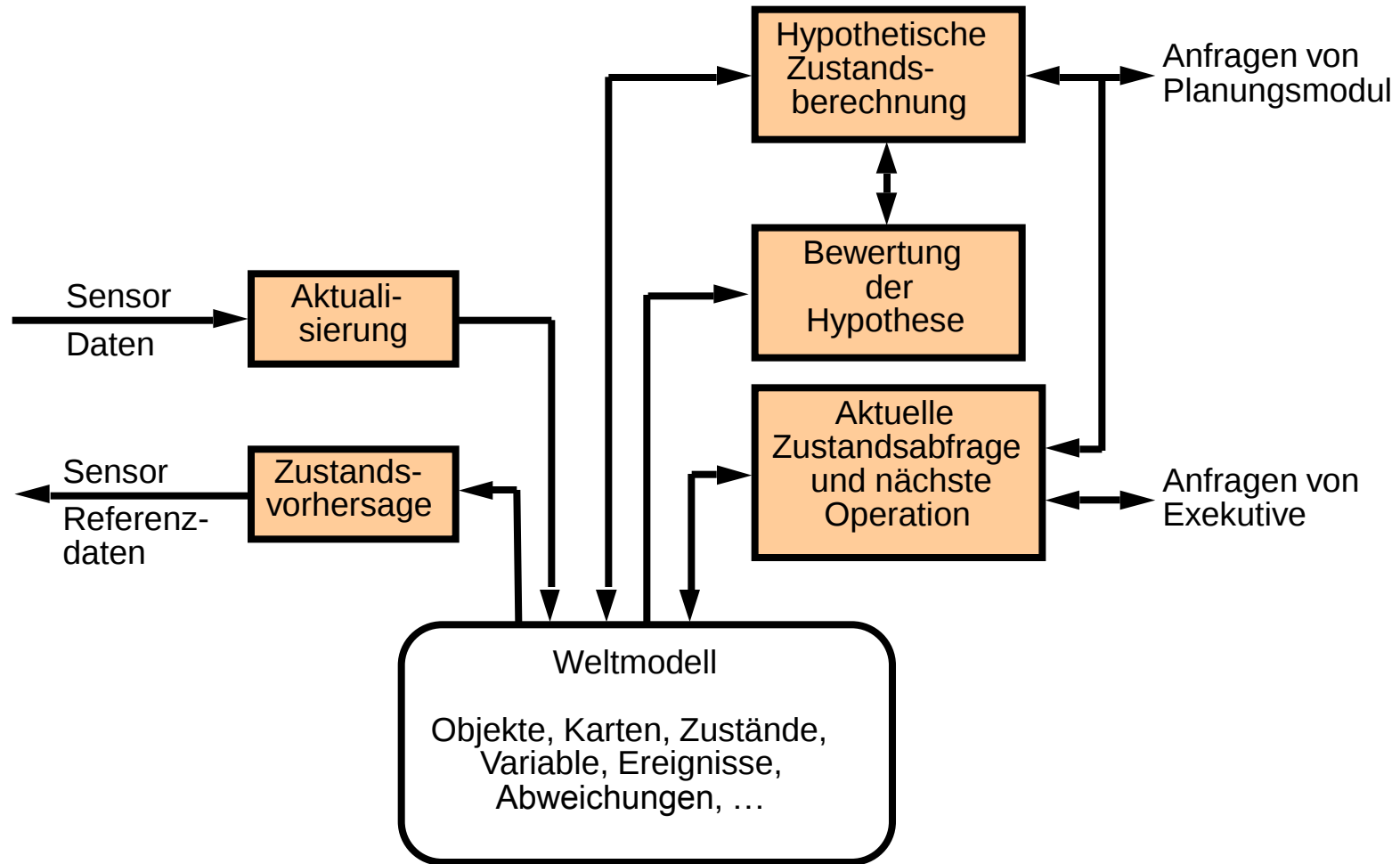


Das M-Modul



1. Das M-Modul besteht aus einer einzigen Komponente, mit welcher die G- und H-Module Daten mit dem Abstraktionsgrad der jeweiligen Ebene austauschen.
2. Aufgrund einer Differenz zwischen den Solldaten (M-Modul) und den Ist-Daten (G-Modul) wird eine Störung erkannt.

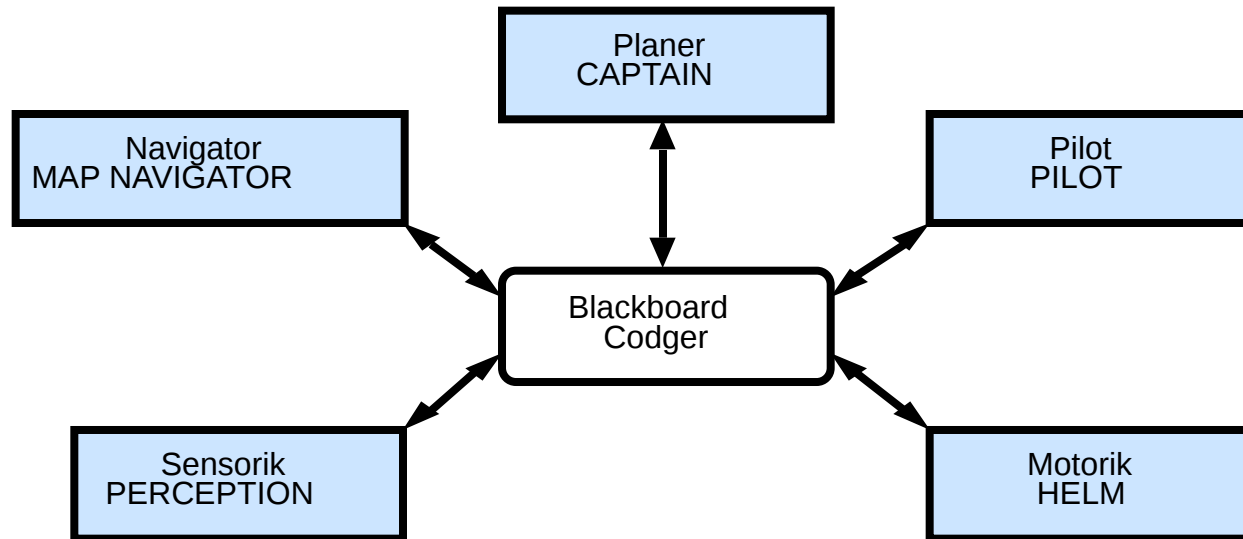
Typische Operationen auf dem Weltmodell



- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
 - Hierarchische funktionsorientierte Architekturen
 - Verteilte funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

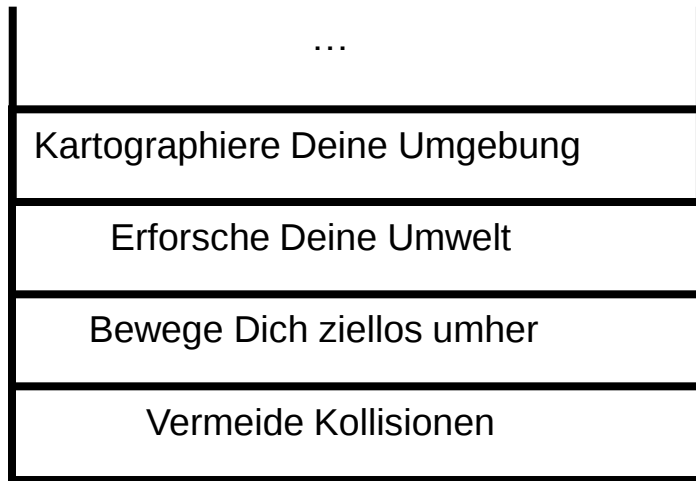
Nav-Lab System der CMU

- Menge spezialisierter Teilsysteme
- Kommunikation über eine zentrale Kompetenz

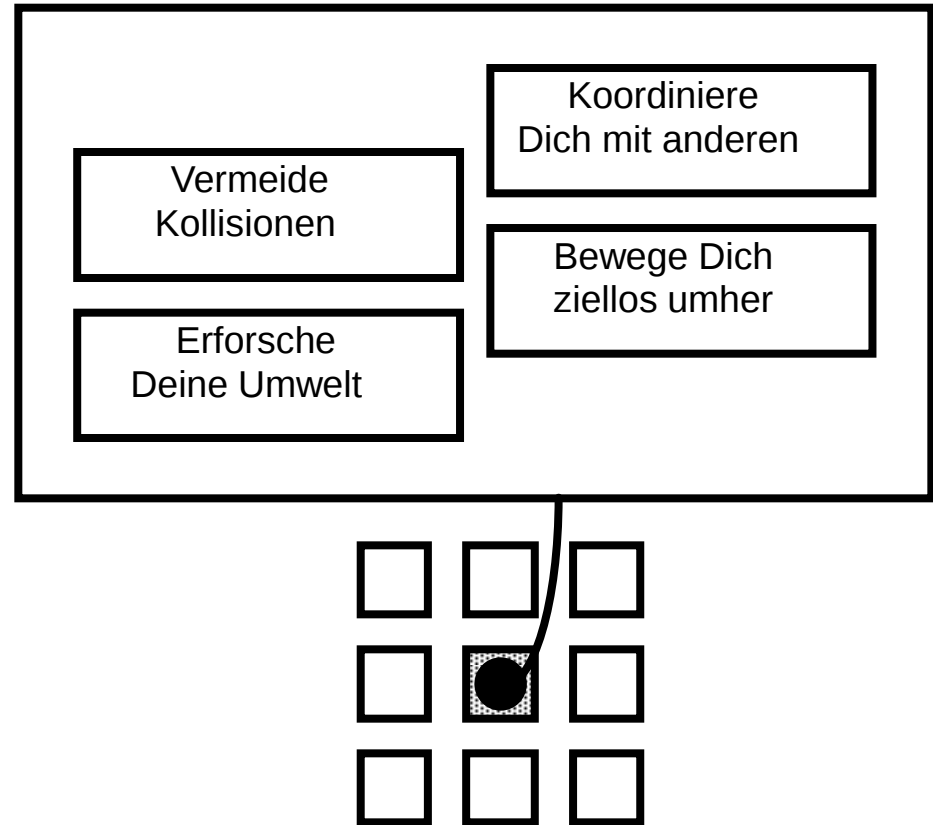


- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
- **Verhaltensorientierte Architekturen**
 - Hierarchische verhaltensorientierte Architekturen
 - Verteilte verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

Typen von verhaltensorientierten Architekturen



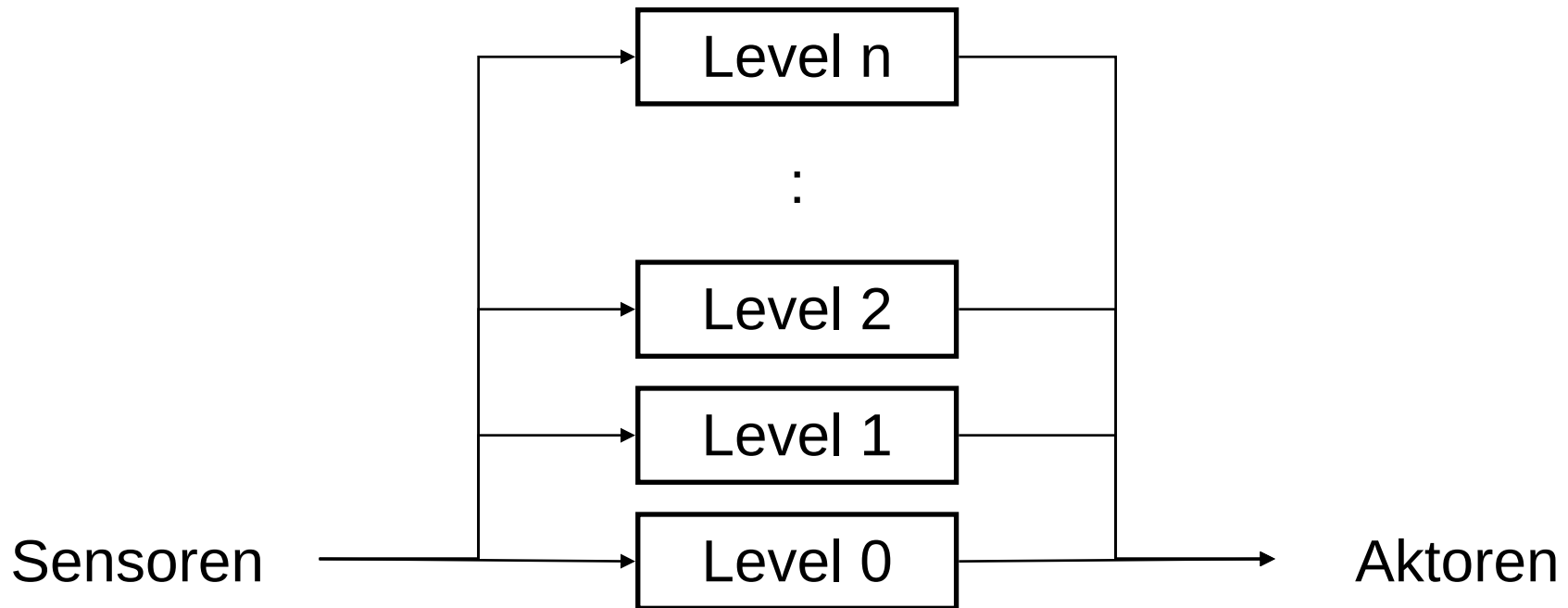
hierarchisch verhaltensorientiert



verteilt verhaltensorientiert

Subsumption

- Hierarchische Anordnung der Einzelverhalten
- Übergeordnete Verhalten können die Ausgabe darunter liegender Verhalten hemmen



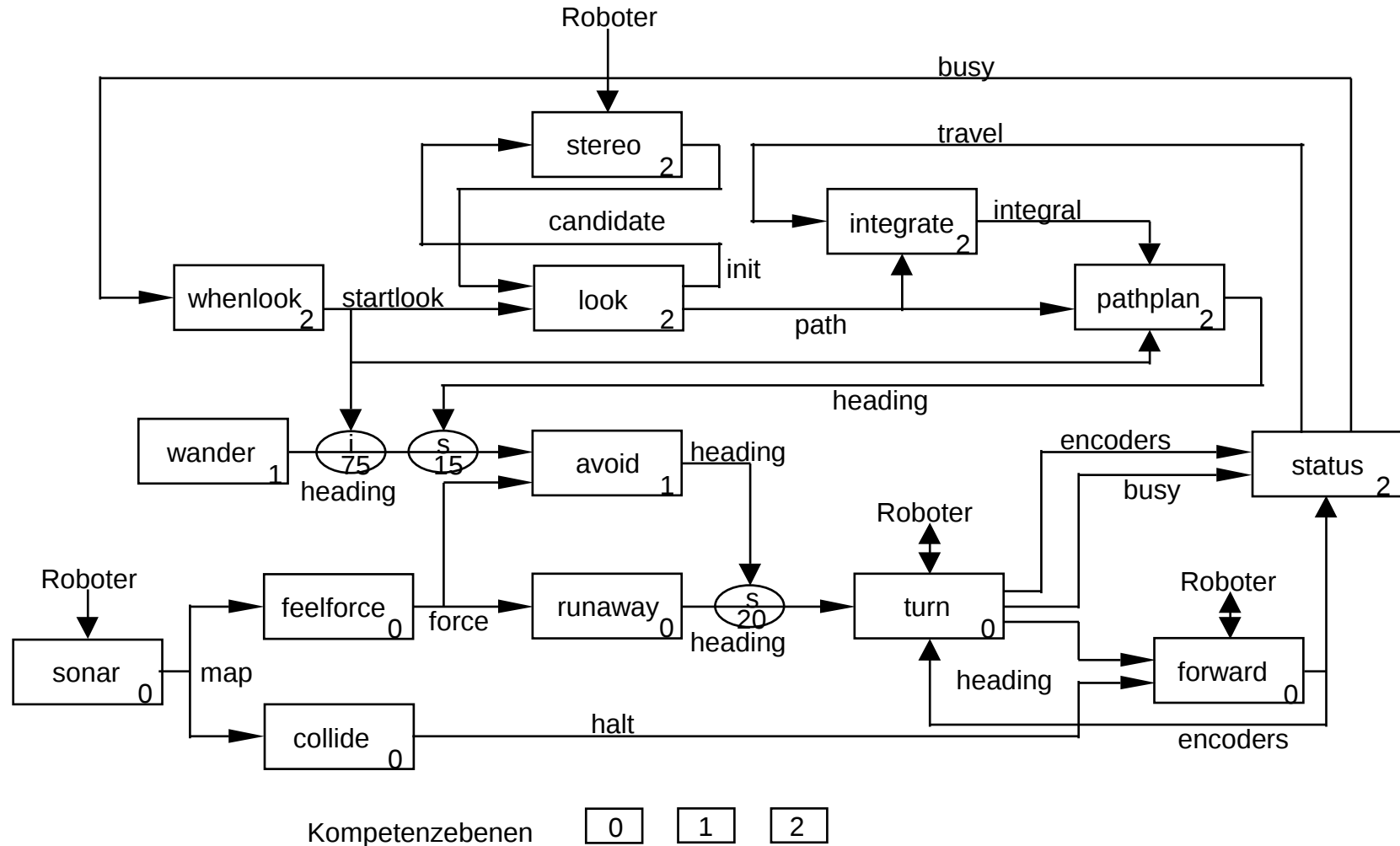
Eigenschaften

- Steuerung durch Verhaltensmuster bzw. Reflexe
- Muster: Reaktion des Systems auf bestimmte Sensorstimuli (Umweltsituation)
- Anordnung in Verhaltensebenen
- Hierarchische Struktur der Kompetenzebenen
- Beispiel: Subsumption Architecture (R. Brooks, MIT)
Verhaltensschemata als endliche Zustandsautomatennetze

Beispiel: Hierarchische Verhalten bei Fahrzeug

1. Vermeidung von Kontakt mit Objekten
2. Ziellose Bewegung in der Umgebung/Erforschung der Umwelt
3. Erstellung einer Karte der Umgebung und Durchführung einer Wegplanung
4. Erfassung von Veränderungen in der lokalen Umgebung
5. Ziehen von Schlussfolgerungen über die Umwelt im Hinblick auf erkennbare Objekte und Ausführung objektbezogener Aufgaben
6. Erstellung und Ausführung von Plänen, welche die Umwelt in einer definierten Weise verändern
7. Ziehen von Schlussfolgerungen über das Verhalten von Objekten in der Umgebung und entsprechende Modifikation von Plänen

Beispiel: Steuerungsarchitektur des Mobot-Systems



- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
 - Hierarchische verhaltensorientierte Architekturen
 - Verteilte verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

Eigenschaften

- Menge von unabhängigen Teilsystemen mit identischen Verhaltensmustern
- Koordination erfolgt über ein Verhaltensmuster

Beispiel

- Multi-Agenten-Systeme

Eigenschaften:

- Selbstorganisation
- assoziative Speicherung von Information
- Erkennung von bestimmten Mustern

- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- **Hybride Architekturen**
- Kognitive Architekturen

Aufbau

Meistens: 3-Schichten Modell

- Obere Ebene: Planung
- Mittlere Ebene: Sequentialisierung (Ausführen/Abspielen von Plänen)
- Untere Ebene: Verhaltensebene

Beispiel: PACO+ Architektur

High Level

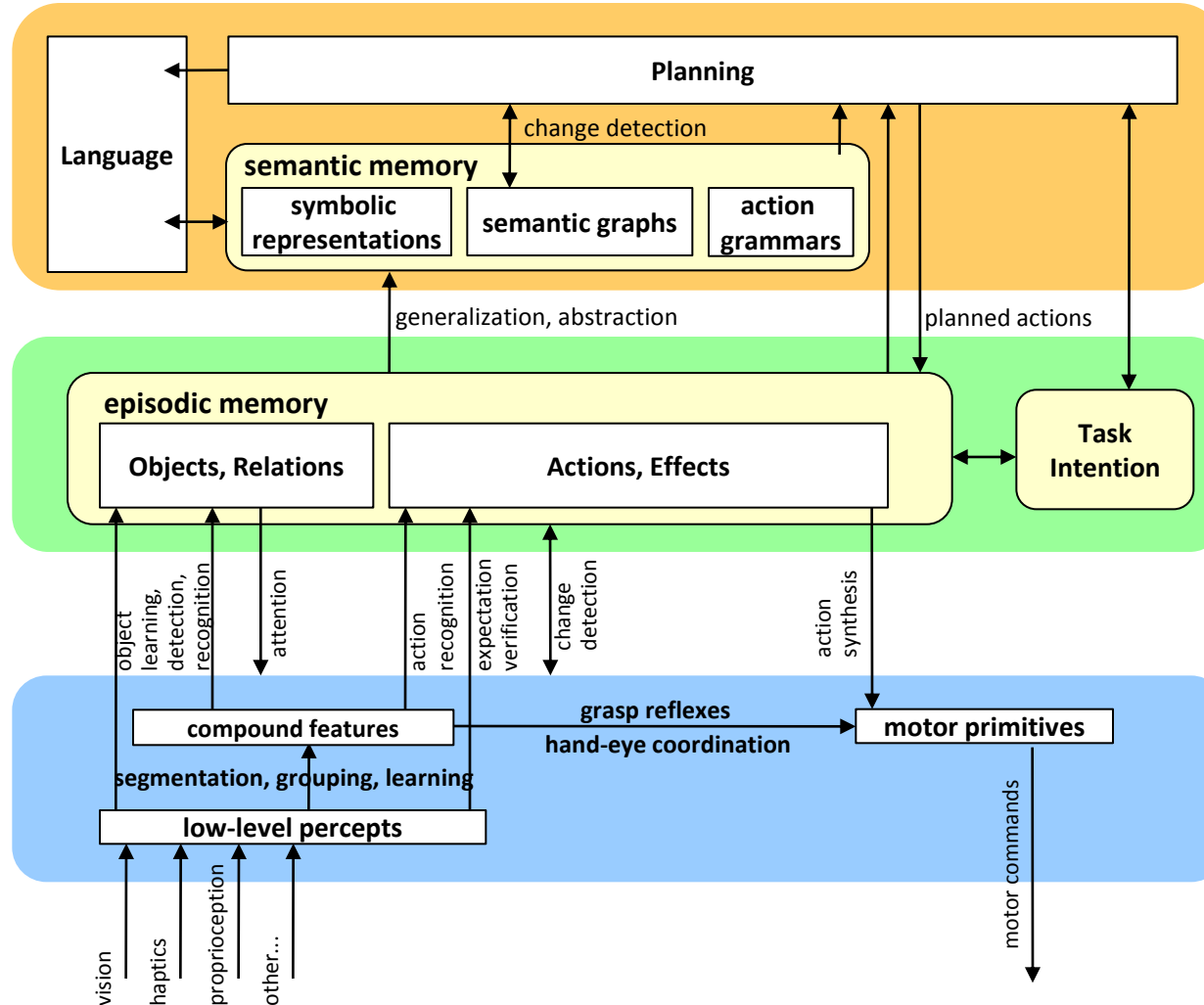
- Reasoning
- Planning
- Language

Mid Level

- Recognition
- Memory
- Consolidation
- Action
- Selection

Low Level

- Online Sensorimotor Processing



- Einführung
- Funktionsorientierte Architekturen
- Verhaltensorientierte Architekturen
- Hybride Architekturen
- Kognitive Architekturen

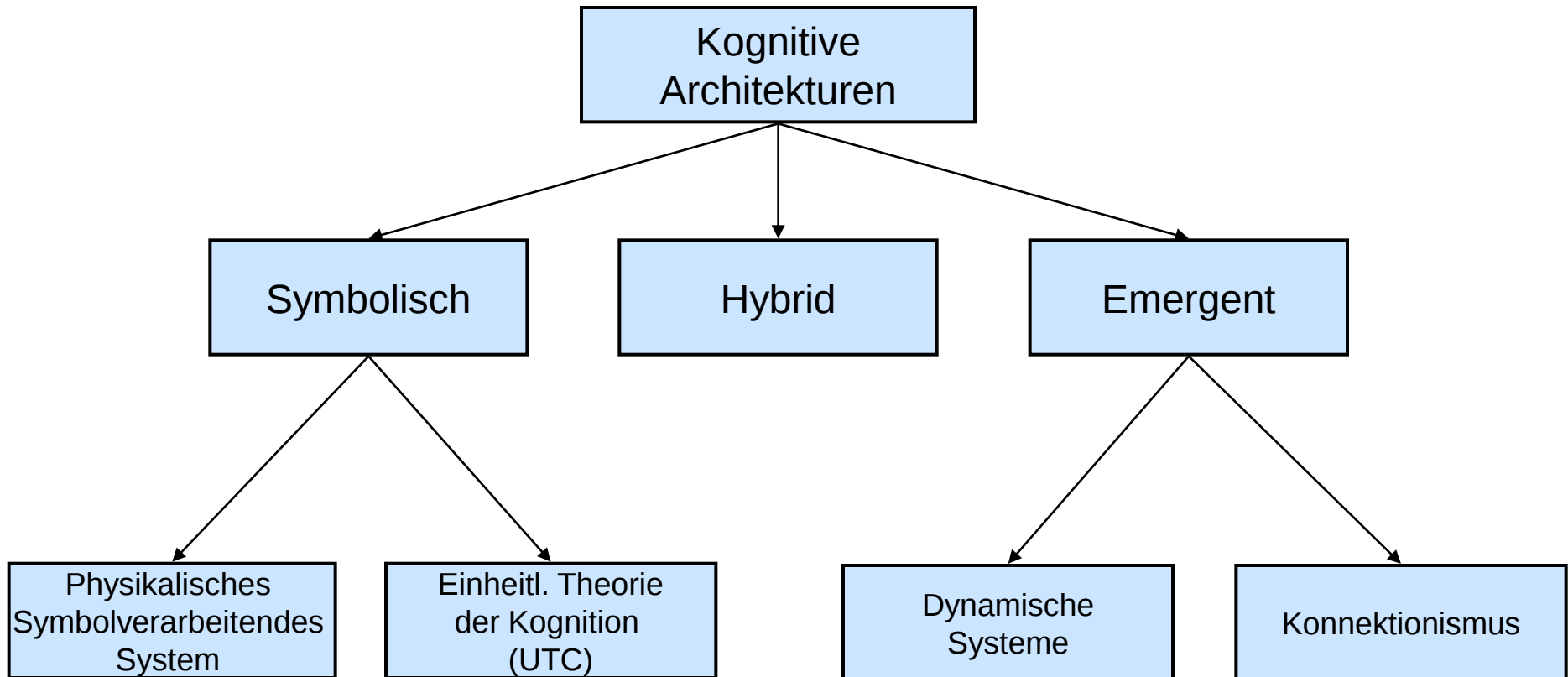
Definition (P. Langley, CMU, 2006):

„A cognitive architecture specifies the **infrastructure for an intelligent system** that remains **constant across different domains** and knowledge bases.

This infrastructure includes a commitment to formalisms for **representing** knowledge, **memories** for storing this domain content, and **processes that utilize and acquire** the knowledge.“

- Problem:
 - Lernfähigkeit des Roboters
 - Hinzufügen neuen Handlungswissens
- Keine eindeutige Definition
 - Vorbild: kognitive Prozesse des Menschen
 - Ziel: Eigendynamik, Erweiterbarkeit, Generalisierung des Systems

Übersicht



Symbolische Architekturen

- Basieren auf einer symbolische Repräsentation
 - Vorschriften zur Verarbeitung der Symbole, oft in Form von Regeln
- Beispiele:
 - Soar (Symbolic cognitive architecture), J. Laird + A. Newell + P. Rosenbloom, 1987
 - ACT-R (Adaptive Control of Thought - Rational), Anderson, J. R. (1990)

Emergenz

Spontane Herausbildung von Phänomenen oder Strukturen auf der Makroebene eines Systems auf der Grundlage des Zusammenspiels seiner Elemente

Emergente Systeme

- Basierend auf einfachen Grundelementen, komplexe Funktionen durch Verschaltung der Elemente
- Repräsentationen sind subsymbolisch und verteilt
- Beispiele:
 - Neuronale Netze

Termin

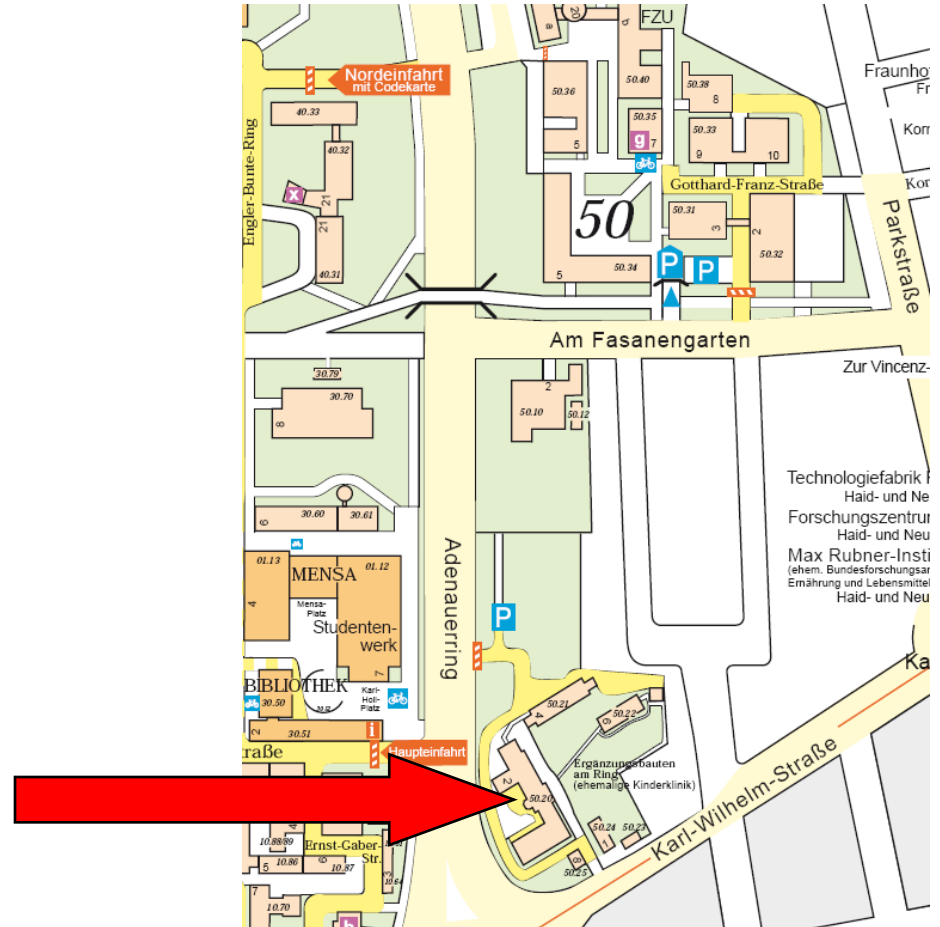
- Montag, 4. Februar, 9:45 – 11:15 Uhr

Treffpunkt

- Lehrstuhl Industrielle Anwendungen der Informatik und Mikrosystemtechnik (IAIM)

Anschrift

- Adenauerring 2
Erdgeschoss, rechts



XIV. Architekturen von Robotern

ENDE