

**PS Anwendungen der moder ...**

# Verhaltensbasierte Robotik



Thomas Wernicke

SS 2006

# Überblick

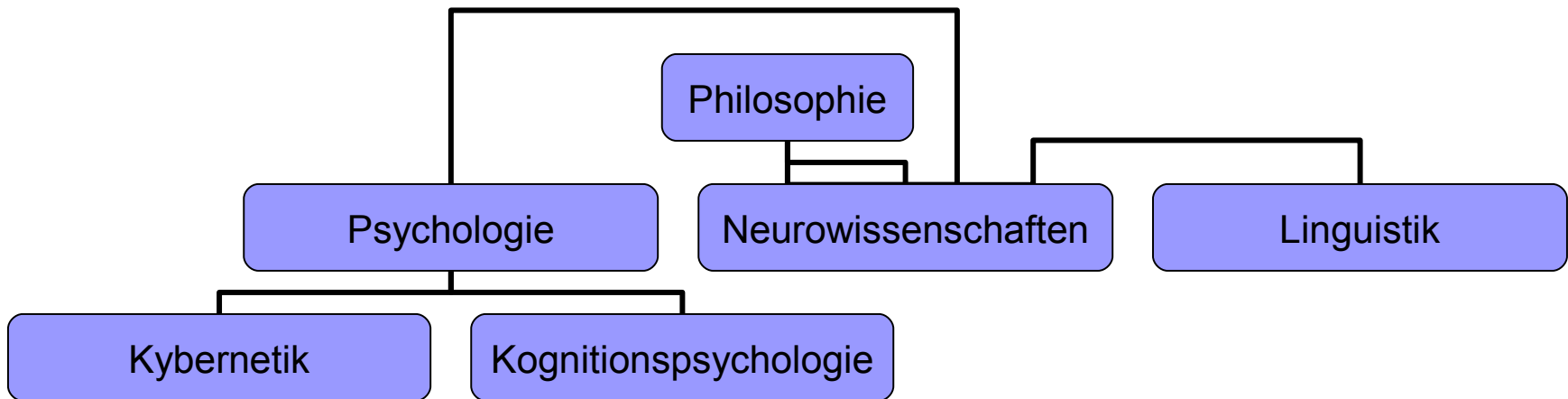
- **1. Einleitung**
  - 1.1. Definition
  - 1.2. Vorgeschichte
  - 1.3. Vorgeschichte / Motivation
- **2. Konzepte**
  - 2.1. KI – Konzepte
  - 2.2. Verhaltensbasierter Aufbau
  - 2.3. Vergleich der Konzepte
  - 2.4. Subsumtionsarchitektur
- **3. Zielsetzung**

# Definition

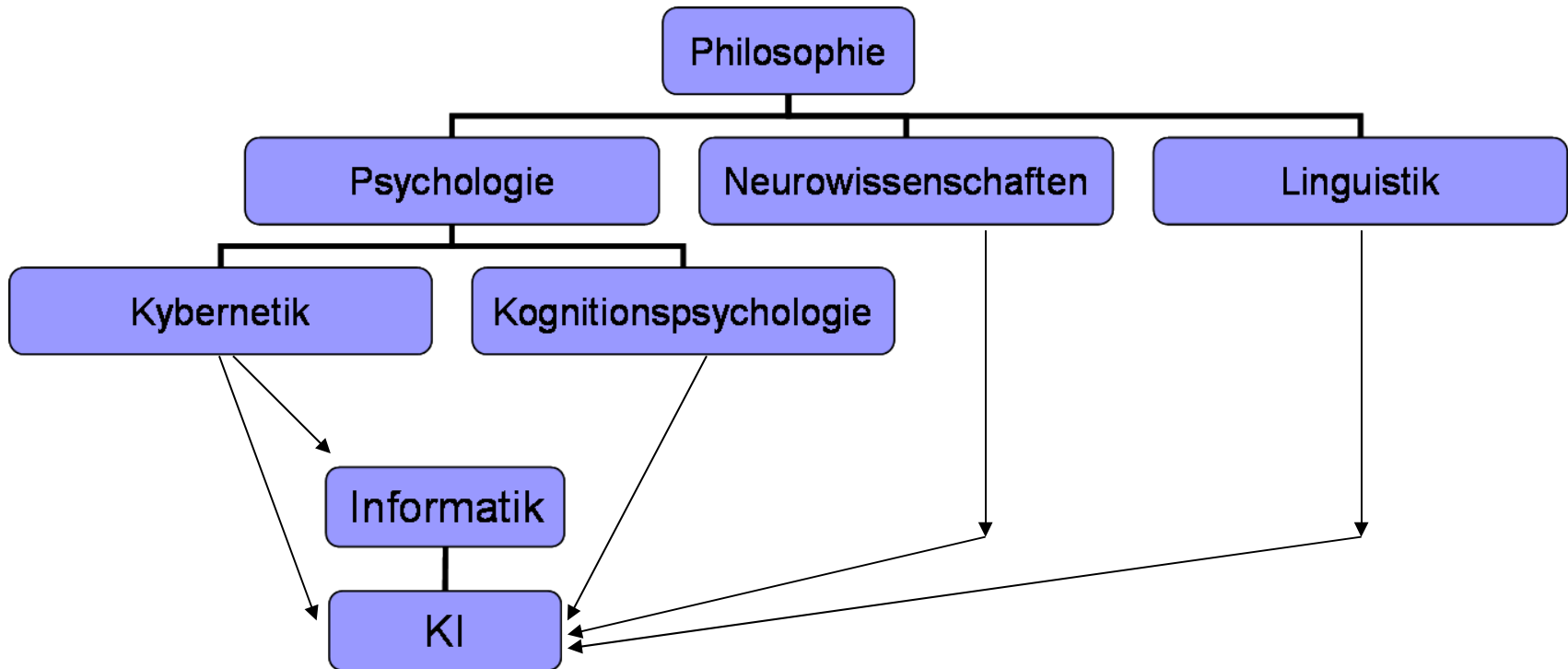
- „[...] physical interaction with the environment as the primary source of constraint on the design of intelligent systems“ [R. A. Brooks]
- „A behavior is a regularity in the interaction dynamics between the agent and the environment [...] One or more behaviors contribute to the realisation of a particular functionality.“ [Steels]

# Vorgeschichte

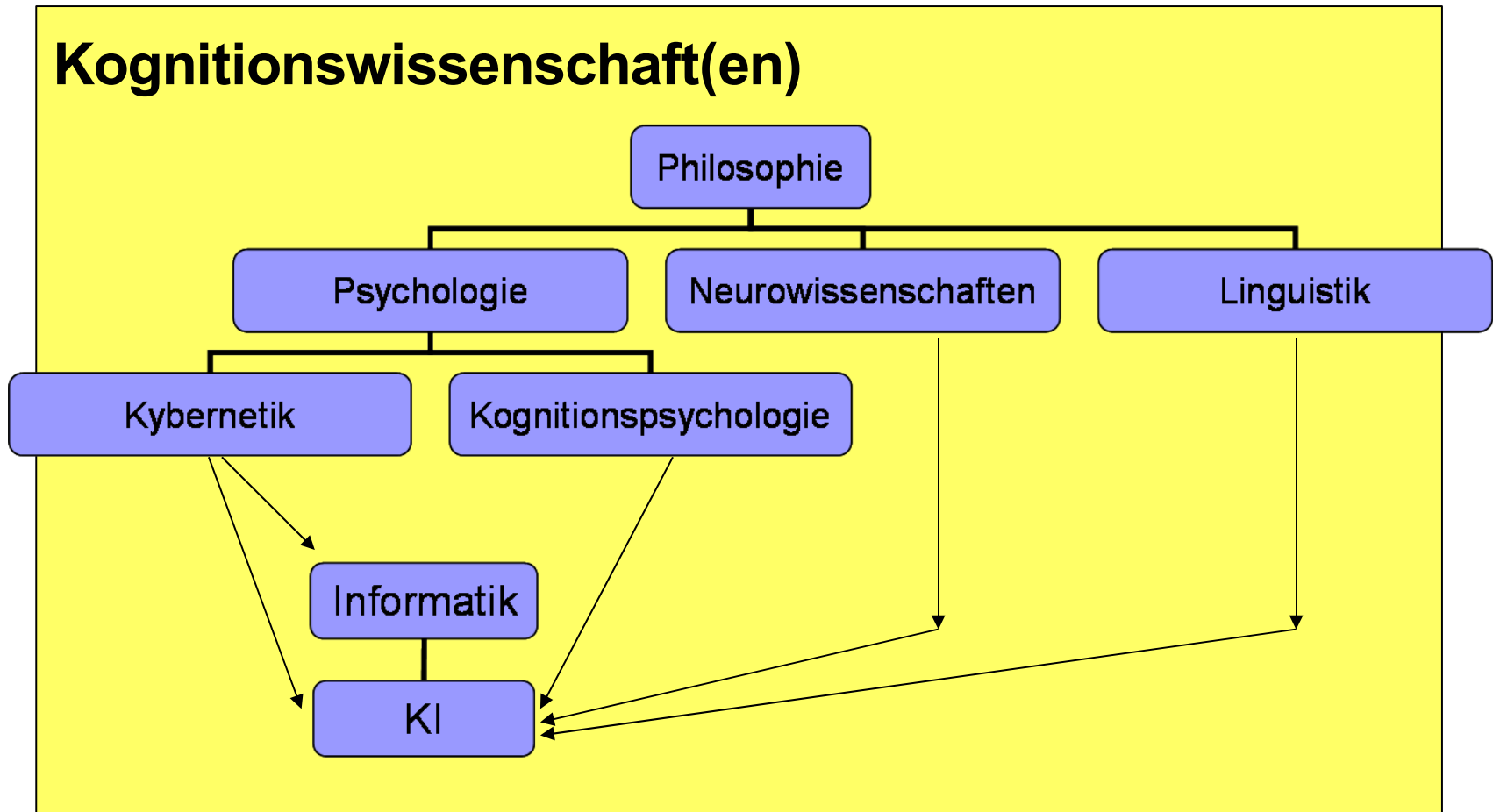
- Philosophie, Psychologie, Kybernetik...  
→ Kognitionswissenschaft(en),  
KI-Forschung...



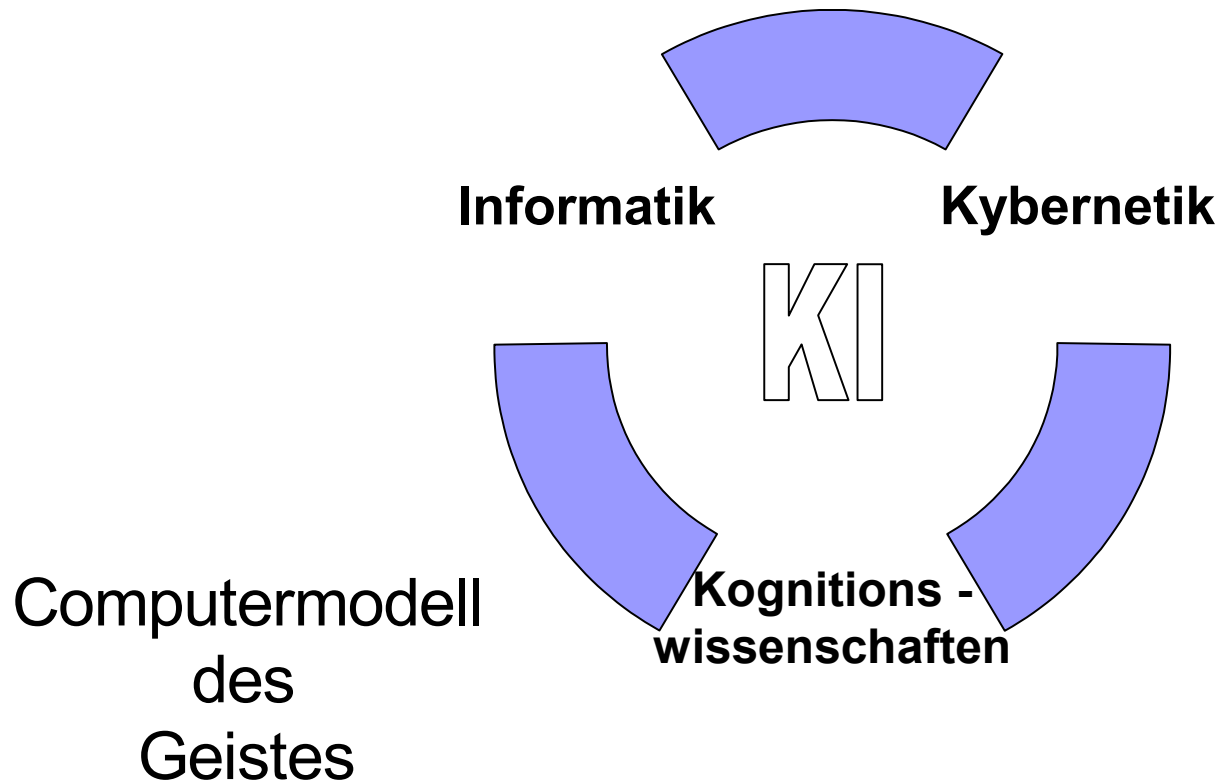
# Vorgeschichte



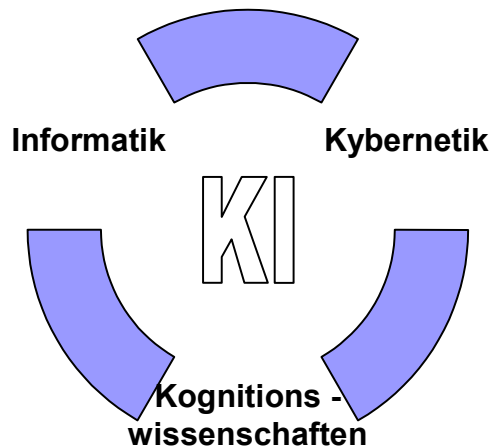
# Vorgeschichte



# Vorgeschichte / Motivation



# Vorgeschichte / Motivation



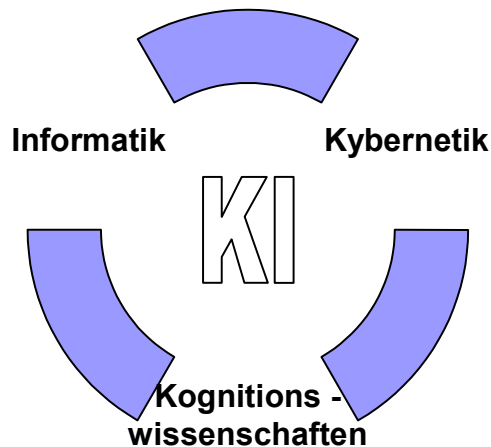
Entwicklung des Computers

Computermodell  
des  
Geistes

Input, Output... ...,Arbeitsgedächtnis (Working Memory) ...



# Vorgeschichte / Motivation



Entwicklung des Computers

Computermodell  
des  
Geistes

**Paradox des Computermodells**

# KI –Konzepte / „Classical AI“

- „Classical AI“ – Was ist das?
  - Symbol System Hypothesis
  - Functional information processing



# KI –Konzepte / „Classical AI“

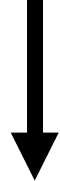
- Grenzen der Wissensrepräsentation (mit Symbolen)
  - Wahre Objektivität ?
  - Frame probleme
- Biologische Äquivalenz ?
- Symbol Grounding Problem

„[..]symbol hypothesis is fundamentally flawed [..]“

[R.A.Brooks]

# KI - Konzepte / „Classical AI“

- Grenzen der Wissensrepräsentation



- Biologische Äquivalenz ?



[Problem]

Wir müssen wissen  
was (menschliche) Intelligenz ist (oder ?)

# KI – Konzepte / (Menschliche) Intelligenz

- Unterschiede menschliche und tierische Intelligenz
  - „Körperintelligenz“ / „prärationale“ Intelligenz
- Intelligenz allgemein
  - „Körper und Geistproblem“
  - Intensionalität
  - Funktionalismus

„Elephants don`t play chess“ [R.A. Brooks]

# KI – Konzepte / (Menschliche) Intelligenz

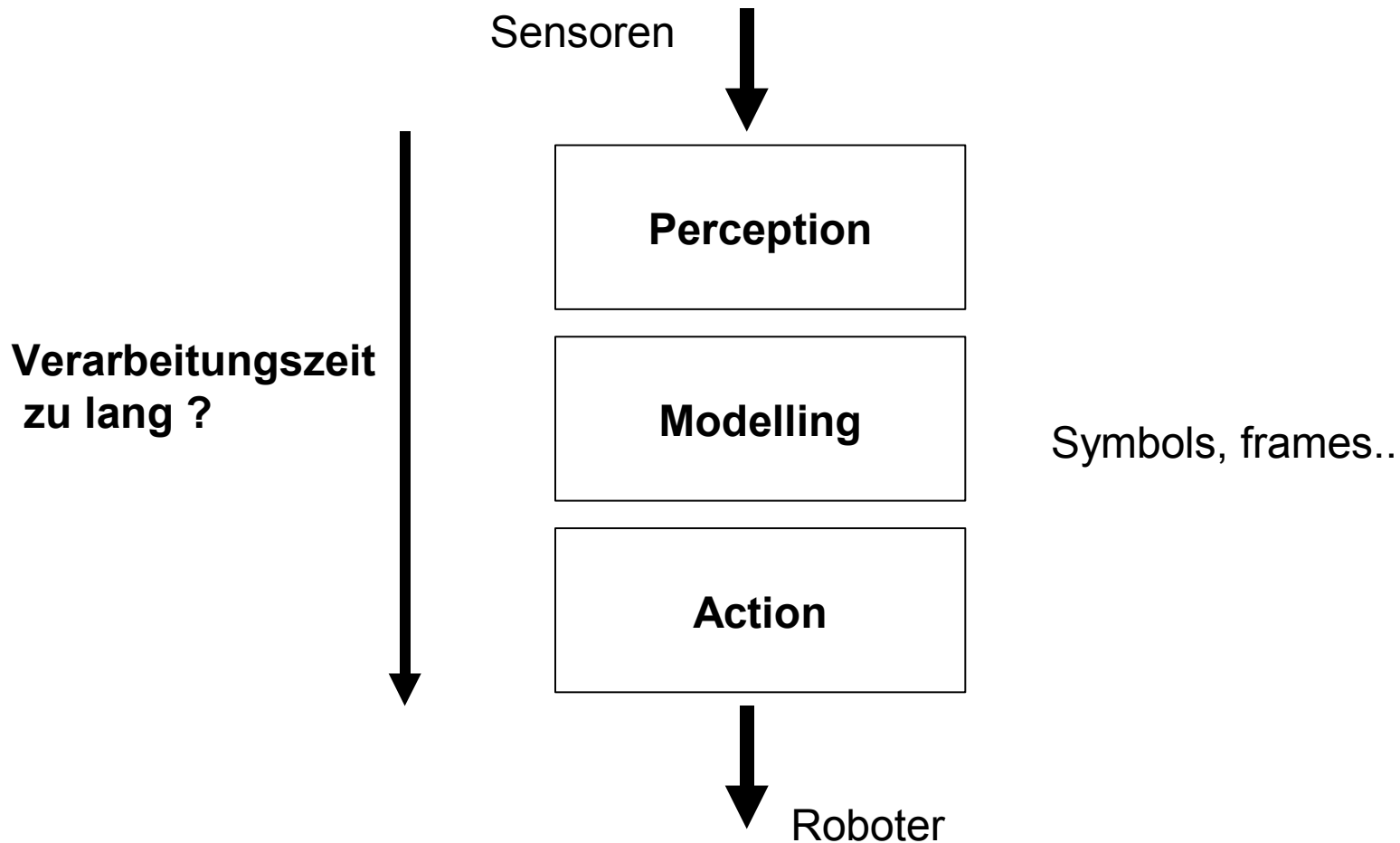
- Funktionalismus

- Reiz-Reaktion – Theorie →

- „Black box“ –Verfahren

- Wissenssprung für Psychologie &  
Kognitionsw.

# KI – Konzepte / Concept of „Classical AI“



# KI –Konzepte / Alternativvorschlag

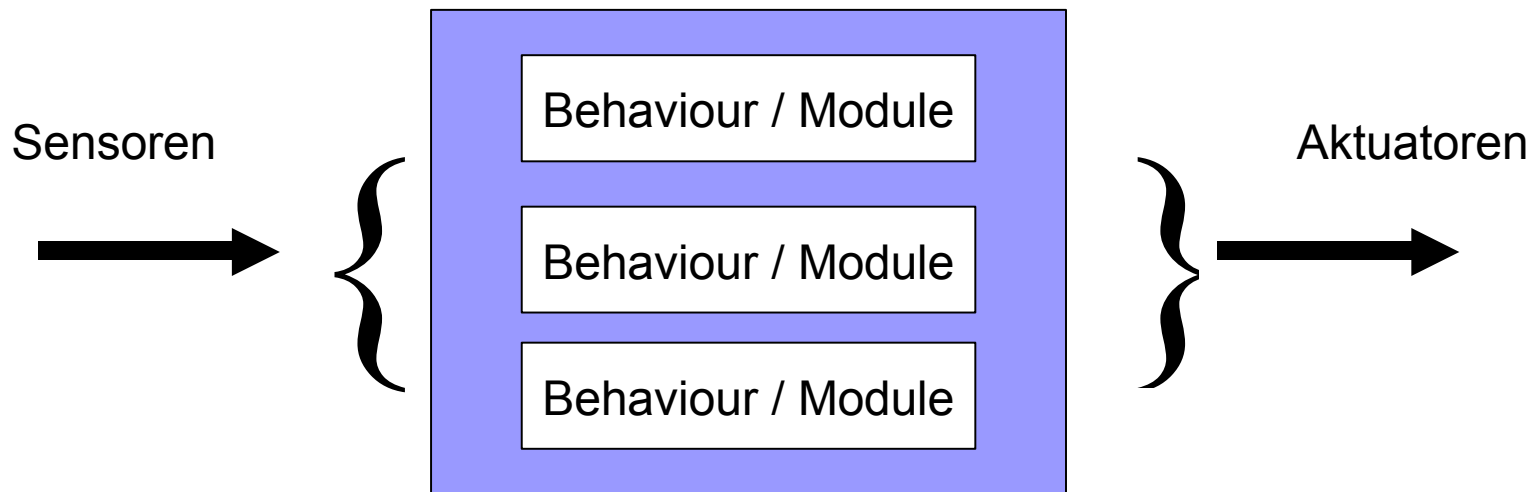
- Idee:
  - Komplexe Verhalten entstehen nicht notwendigerweise aus komplexen Steuersystemen
- Weisheit:
  - Die Welt ist ihr bestes Modell



# KI –Konzepte / Alternativvorschlag

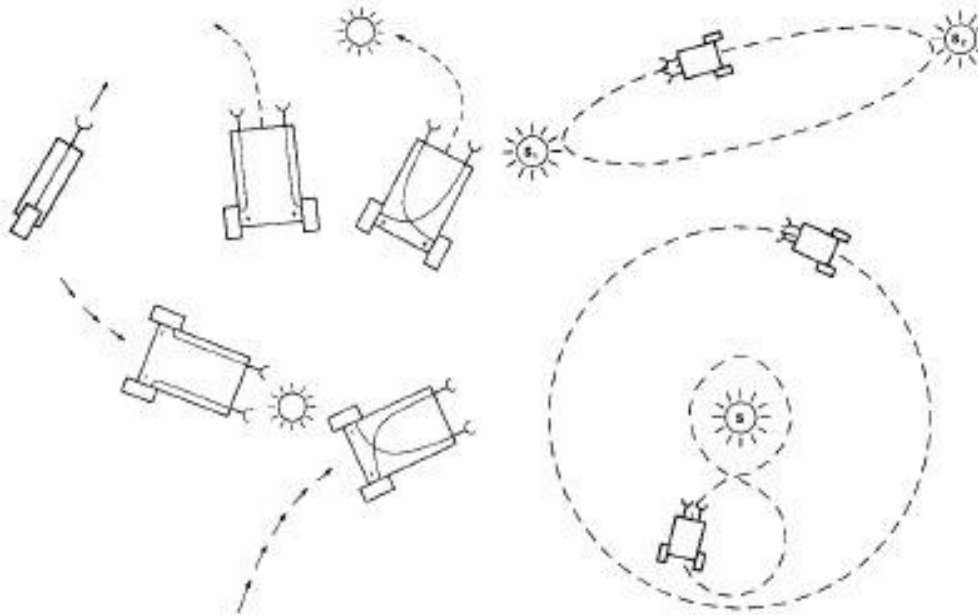
- Situatedness
  - Der Roboter ist als eine Einheit in seine Umgebung eingebunden
- Embodiment:
  - Der Roboter hat eine physikalische Präsenz:
- Emergence:
  - Intelligenz entsteht durch Interaktion mit der Umwelt

# Verhaltensbasierter Aufbau



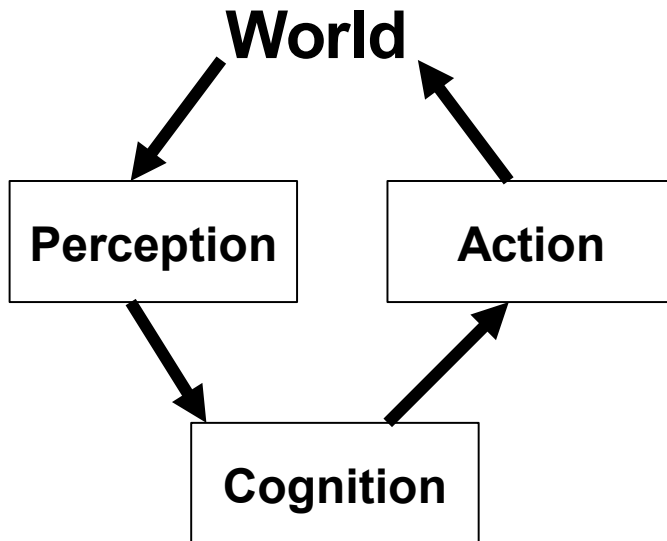
# Verhaltensbasierter Aufbau

- Braitenberg`s Vehikeln

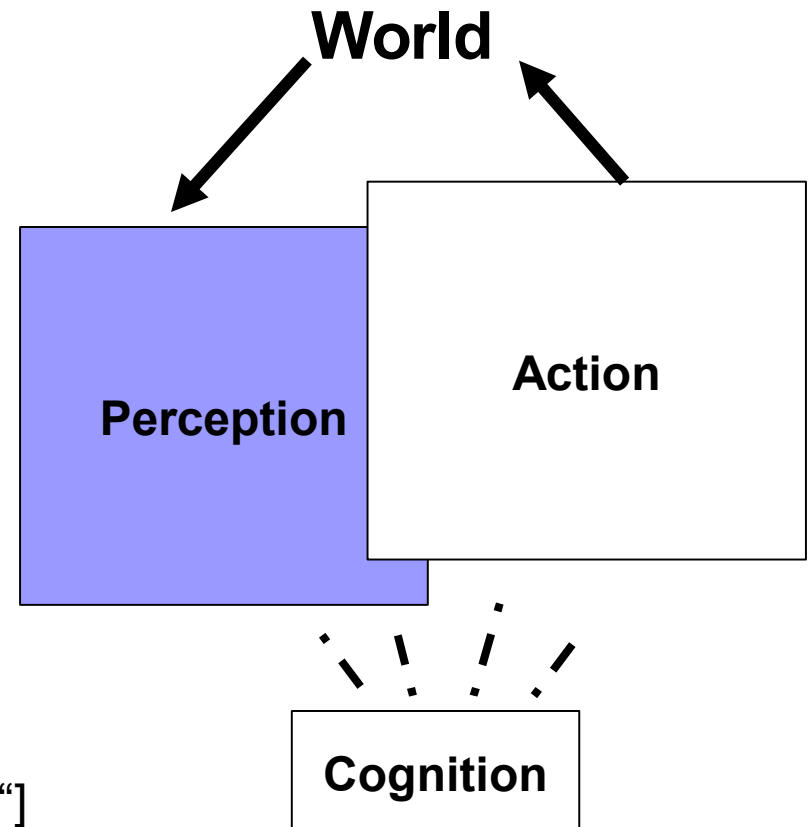


# Vergleich der Konzepte

*Traditional model*



*new model*



[Rodney A. Brooks – „Cambrian Intelligence“]

# Vergleich der Konzepte

*Traditional model*

*new model*

## Decomposition of intelligence

Functional information  
Processing modules

individual behaviour  
generating module

Kombination der Module  
ergibt das Gesamtverhalten

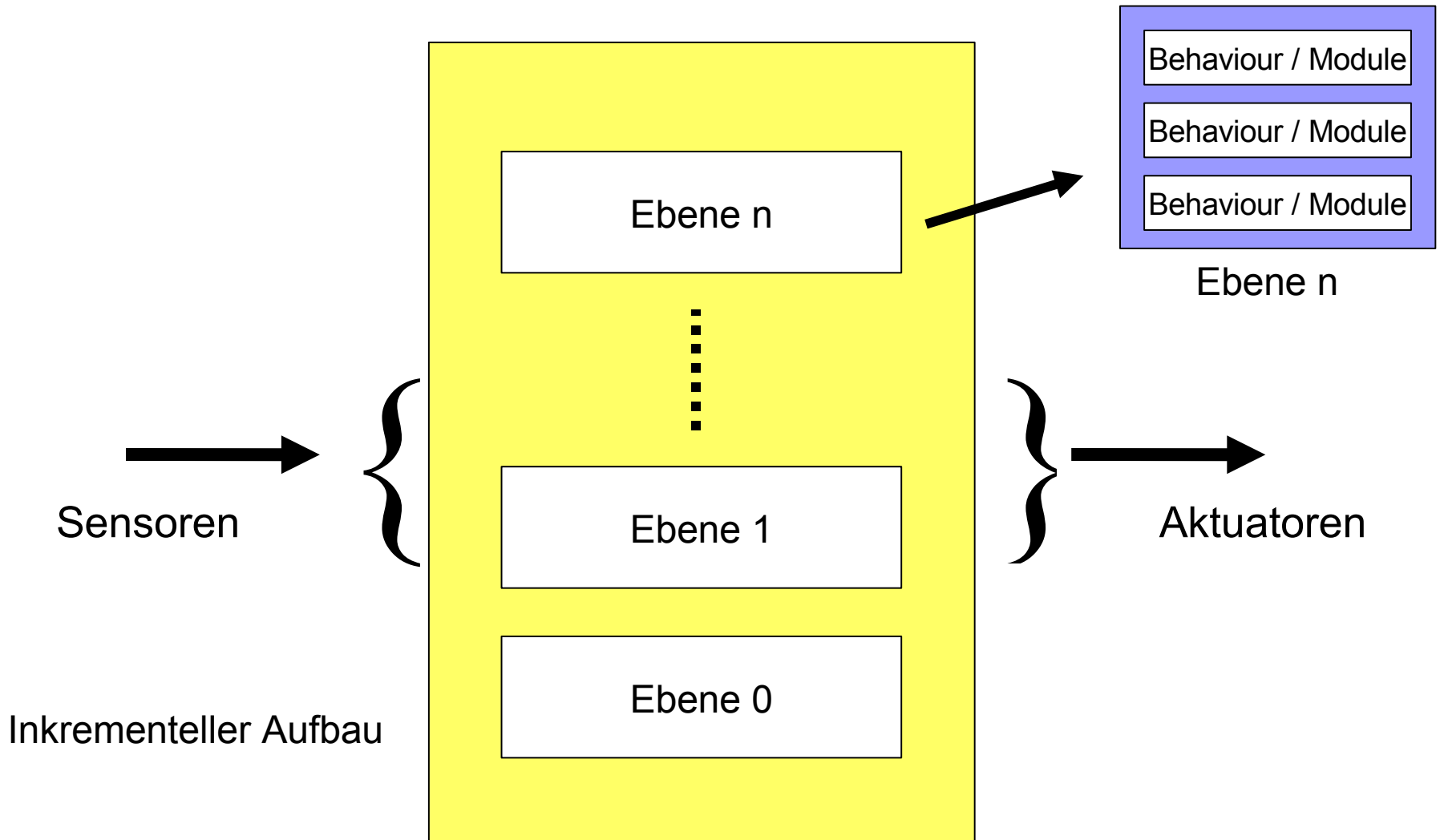
Coexistence /  
Co- operation

## Improvement of structure

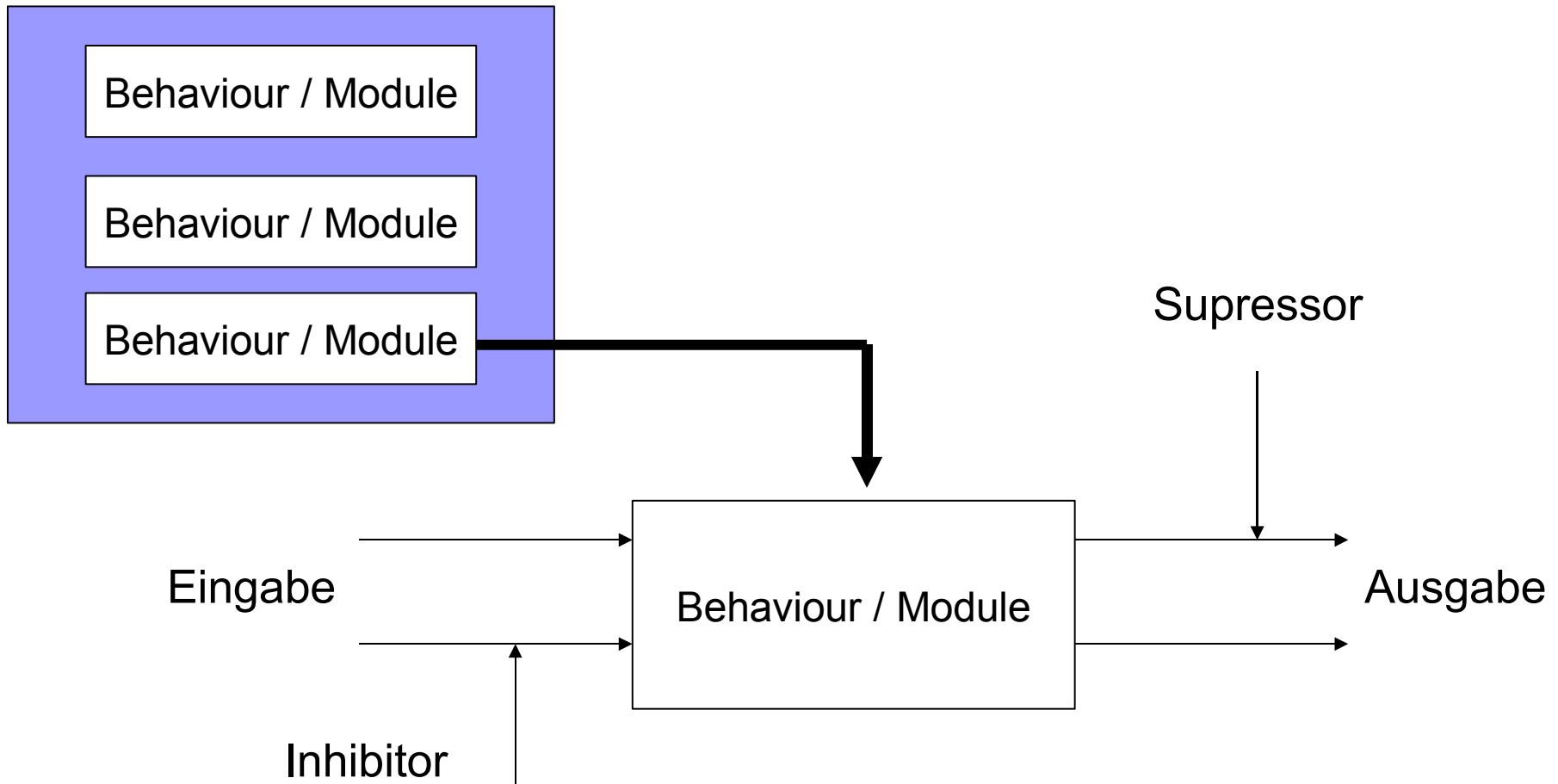
Individuelle funktionelle Module  
Müssen verbessert werden

Neue Module  
hinzufügen

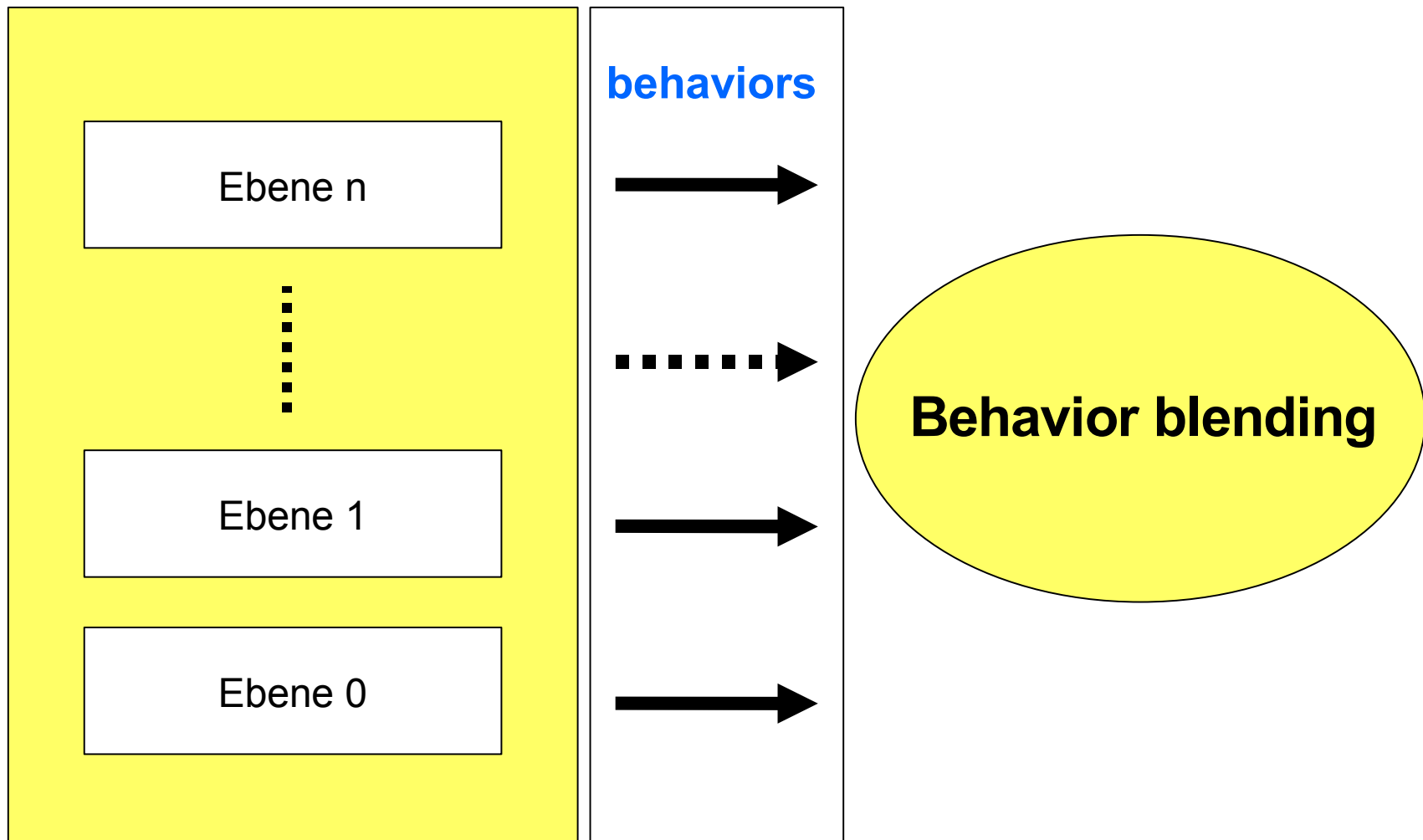
# Subsumptions Architecture



# Subsumptions Architecture – Module „en Détail“



# Subsumptions Architecture





# Beispiel Allan

- Range Sensor
- Odometry
- Offboard lisp-machine
- 3 Layer subsumtion architecture



# Beispiel Allan

- Erste Ebene:
  - Weiche festen und beweglichen Hindernissen aus
- Zweite Ebene:
  - Zufällige Bewegung
- Dritte Ebene
  - Steuere entfernte Ziele an



# Beispiel Tom & Jerry



- Infrarotsystemen

- Können sich selbst und Hindernissen ausweichen

# Aus der Natur...

# ...mit der Natur

## ■ Evolution als Vorbild

- Erste Einzeller vor ca. 3,5 Mrd. Jahren
- Photosynthetische Pflanzen vor ca. 2,5 Mrd. Jahren
- Vor ca. 0,5 Mrd Jahren erste Fische und Wirbeltiere
- Vor 450 Mio. Jahren Insekten
- Reptilien vor 370 Mio. und Dinosaurier vor ca. 330 Mio. Jahren
- Erste Primaten vor 120 Mio. Jahren
- Erste Menschen vor 2,5 Mio. Jahren
- Erste Agrakultur vor ca. 19 000 Jahren
- Schrift vor weniger als 5000 Jahren
- „Expertenwissen“

Essence  
of  
being & reacting

„Simple“-part  
Of  
Evolution

## ■ Verhalten aus der Tierwelt beobachten →

## ■ Ethologie

# Toto



- Verhaltensweisen:
  - "Streunen", "Vermeiden" und "Ausrichten"
- Merkmale von:
  - **Fledermäusen, Bienen, Vögeln und Ratten**

# Zielsetzung?

- Traditionelle KI eignet sich um komplexe Probleme in künstliche Umgebungen zu lösen –
  - Wie kann man in der natürlichen Umwelt arbeiten?
- „Nouvelle AI“ eignet sich um einfache Aufgaben robust in natürlichen Umgebungen zu lösen
  - Wie sollen komplexe Aufgaben gelöst werden?

**Kombination beider Theorien? Aber wie?**

# Zukunft ?



Ende