

Hierarchical Task Analysis Mapper

Mustergestützte Erstellung kognitiver Modelle zur Evaluation von Mensch-Maschine-Systemen

Wissenschaftliche Aussprache
Fakultät V der Technischen Universität Berlin
Berlin, den 10. Juli 2009

Dipl.-Ing. Marcus Heinath

Gliederung

Einleitung: Kognitive Modellierung

- Motivation
- Methode
- Probleme
- Zielstellung

Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Verifikation
- Validierung

Zusammenfassung

Einleitung: Kognitive Modellierung

- Motivation
- Methode
- Probleme
- Zielstellung

Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

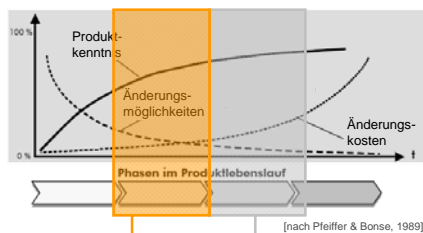
- Verifikation
- Validierung

Zusammenfassung

Einleitung: Kognitive Modellierung

Motivation | Methode | Probleme | Zielstellung

Evaluation von Mensch-Maschine Systemen (MMS)



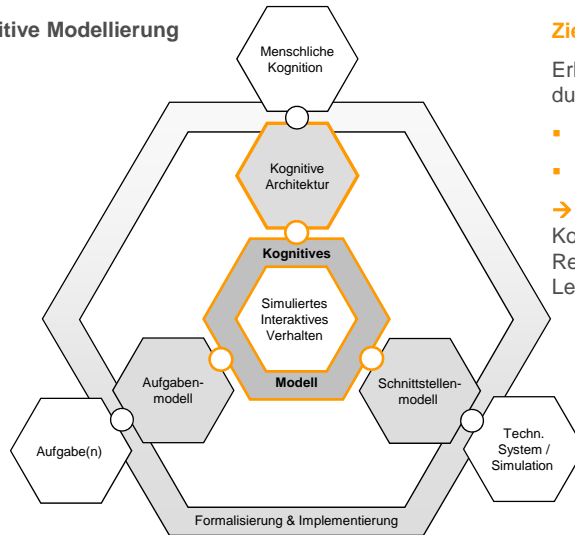
Modellgestützte
Evaluation
Kognitive Modellierung

Komplexe dynamische MMS

- Technologischer Wandel
- Wandel der Tätigkeitsspektren
- Veränderte Rahmenbedingungen

→ **Entwicklung geeigneter Methoden zur Systemevaluation**

Kognitive Modellierung



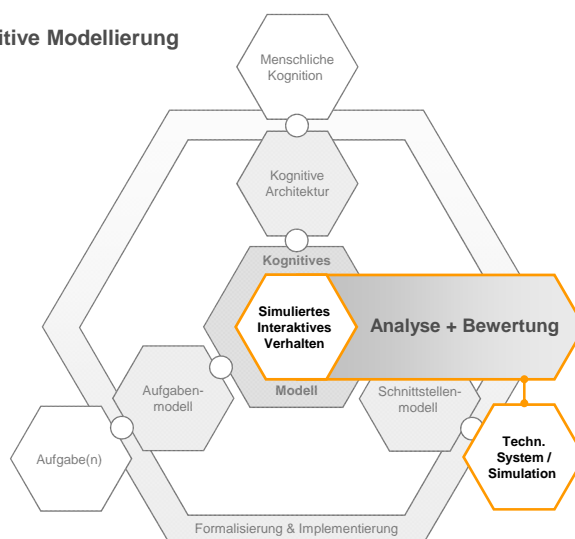
Ziel:

Erklärung kognitiver Leistungen durch Angabe:

- Kognitive Architektur
- Wissensstrukturen
- Nachweis, dass diese Komponenten hinreichend zur Rekonstruktion der untersuchten Leistungen sind

[Wallach, 1998, S.38]

Kognitive Modellierung



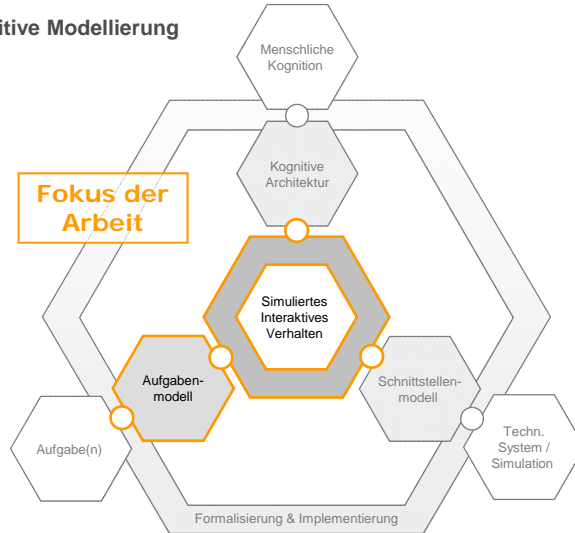
Pro

- Ersparnis von Zeit und Kosten beim Testen von Systemvarianten
- quantitative Analyse
- hoher Detailgrad

Contra

- Aufwand für:
 - Erstellung
 - Anbindung
 - Analyse
 kognitiver Modelle
- Aussagekraft kognitiver Modelle

Kognitive Modellierung



Pro

- Ersparnis von Zeit und Kosten beim Testen von Systemvarianten
- quantitative Analyse
- hoher Detailgrad

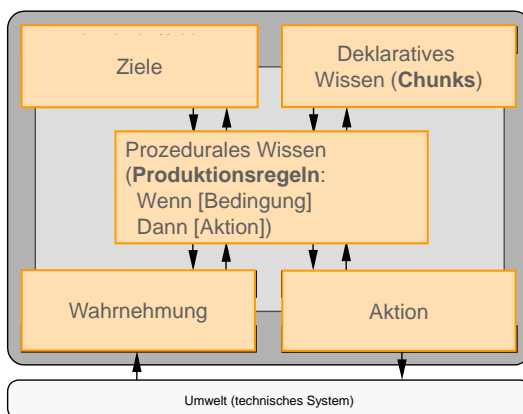
Contra

- Aufwand für:
 - Erstellung
 - Anbindung
 - Analyse
- Aussagekraft kognitiver Modelle

Formalisierung von Wissensstrukturen

ACT-R

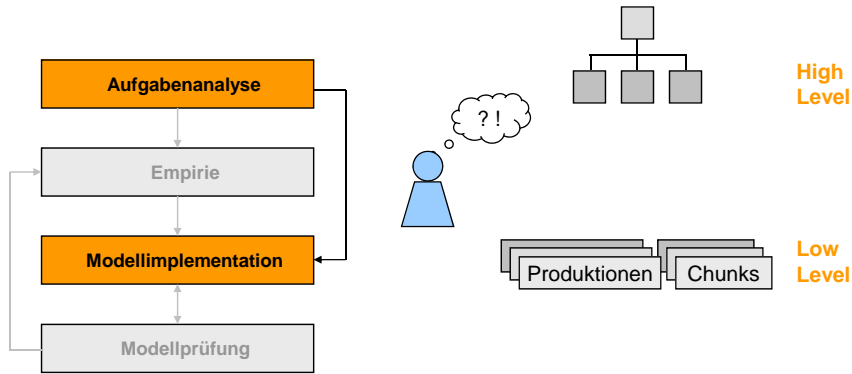
Adaptive Control of Thought-Rational
[Anderson et al., 2004]



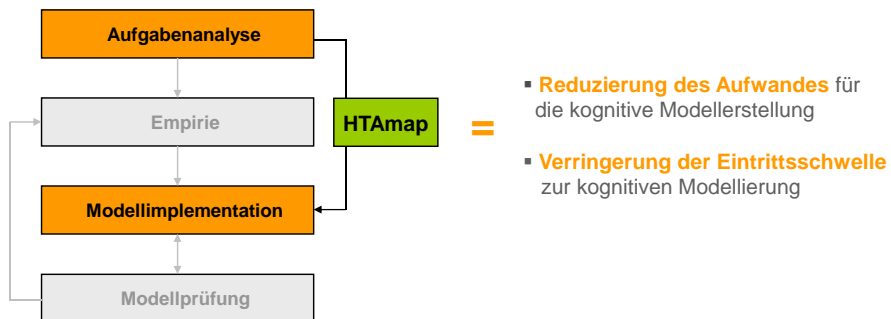
```
( add-dm
( Passat ISA Auto
  Farbe Blau
  ...
  Motor Diesel )
( Corsa ISA Auto
  Farbe ...
)
( Passat die_Farbe
=goal>
ISA Auto
Farbe ___
=>
=goal>
Farbe Gelb
)
```

Chunks
Produktionsregeln

ACT-R Modellerstellung



ACT-R Modellerstellung



Gliederung

Einleitung: Kognitive Modellierung

- Motivation
- Methode
- Probleme
- Zielstellung

Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

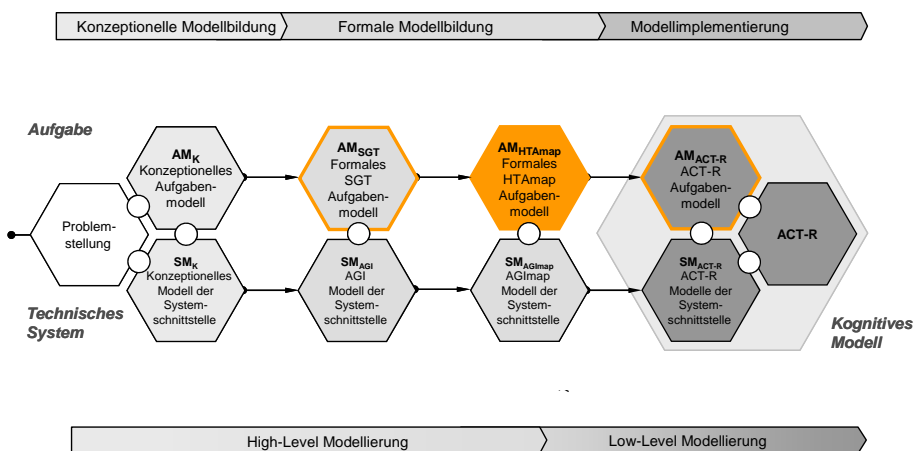
- Verifikation
- Validierung

Zusammenfassung

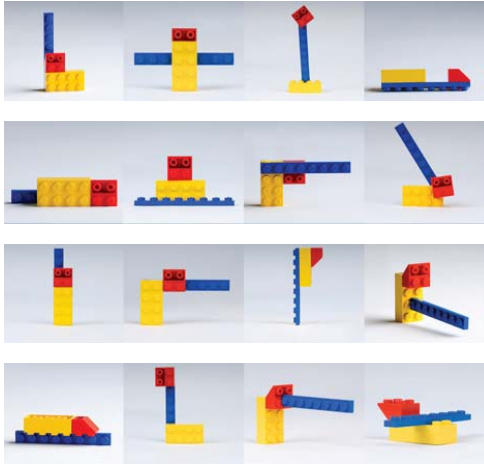
Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

Prozess | Sprache | Werkzeug

Von der Problemstellung ... zum kognitiven Simulationsmodell



Idee

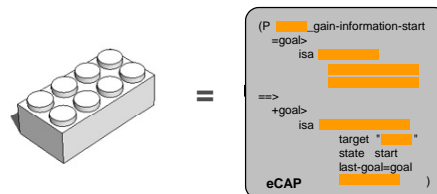


Erstellung kognitiver Modelle in ACT-R auf Basis vordefinierter Modellbausteine nach dem **Lego-Prinzip**

- **Makroebene**
Abbildung regelbasierten Verhaltens mittels kognitiver Aktivitätsmuster
- **Mikroebene**
Abbildung sensomotorischer Fertigkeiten mittels Wahrnehmungs- und Interaktionsstrategien

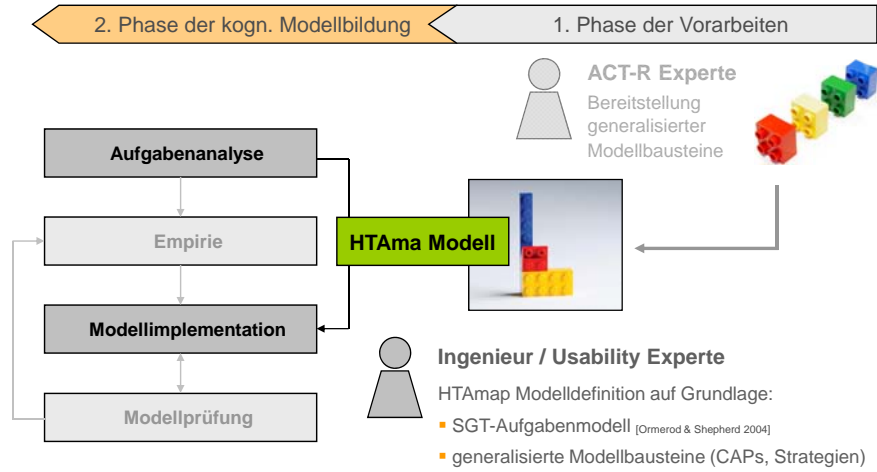
Kognitive Modellierung mit HTAmap

1. Phase der Vorarbeiten

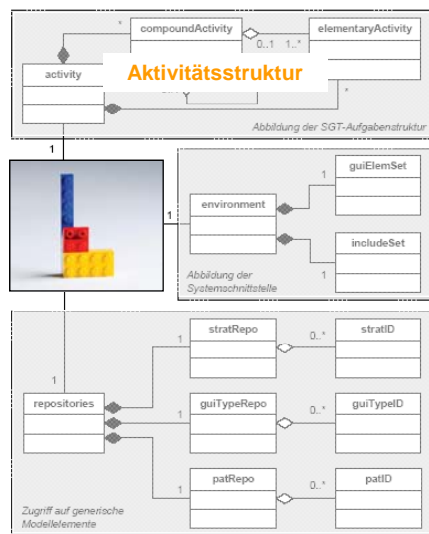
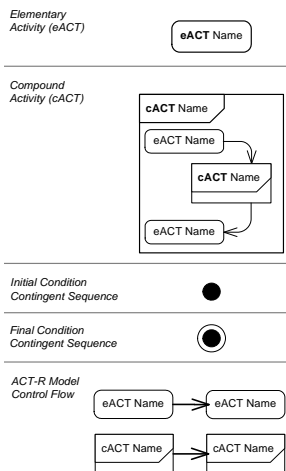


Cognitive Activity Pattern
 Generalisierte Beschreibung einer (Operator) Aktivität in ACT-R Modellprimitiven

Kognitive Modellierung mit HTAmap

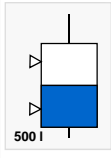


HTAmap-Modellstruktur



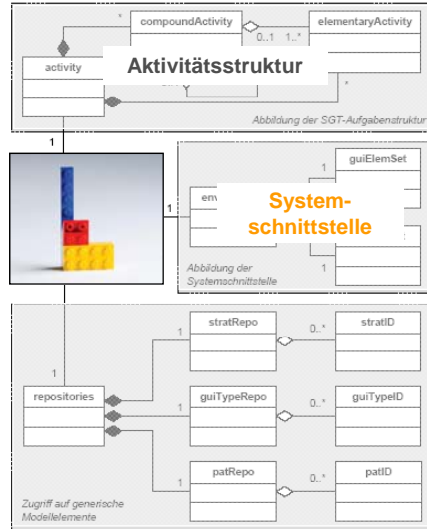
HTAmap-Modellstruktur

GUI Formale HTAmap Beschreibung (XML)



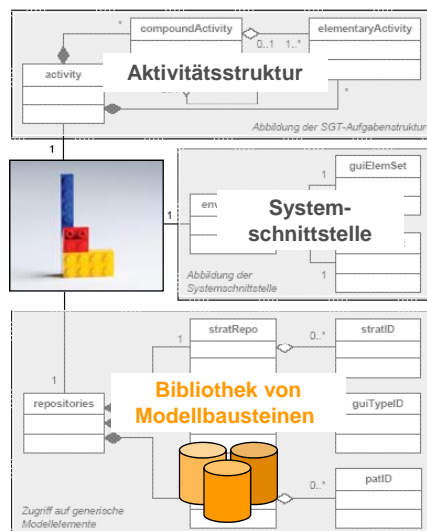
```

<guiElement name="Tank_T1202"
  type="indicator">
  <perceptionAgiElement
    name="indicatorV_L1202 text=""
    type="text" simulationTags="L1202">
    <informationRepresentation
      name="MapText2Number">
      <informationValue name=""
        value=""/>
    </informationRepresentation>
  </perceptionAgiElement>
</guiElement>
  
```

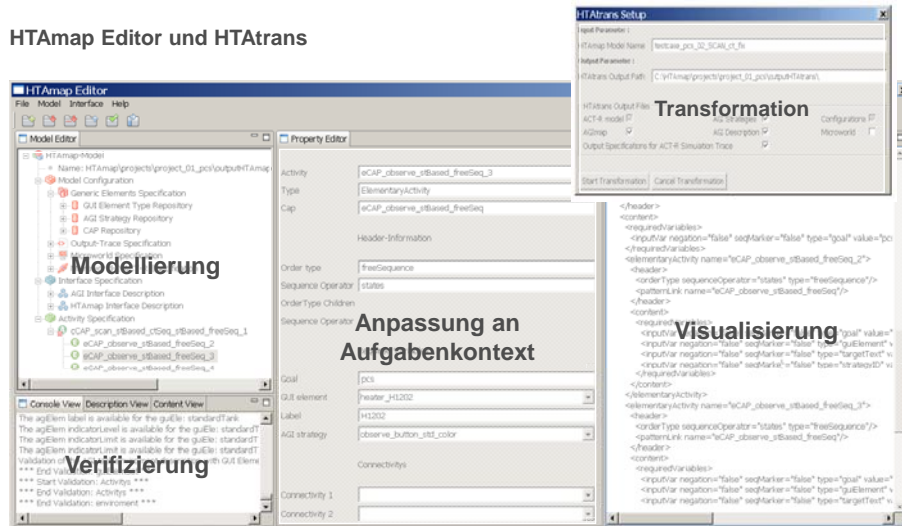


HTAmap-Modellstruktur

SGT	eCAP
A1: Activate	eCAP_activate
A2: Adjust	eCAP_adjust



HTAmap Editor und HTAtrans



Modellierung

Verifizierung

Anpassung an Aufgabenkontext

Visualisierung

Gliederung

Einleitung: Kognitive Modellierung

- Motivation
- Methode
- Probleme
- Zielstellung

Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Verifikation
- Validierung

Zusammenfassung

Ziel: Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

Ziel: Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

Umsetzung:

Zweistufige partielle Modellverifikation:

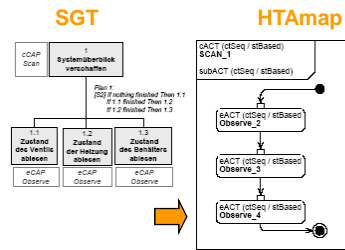
Ziel: Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

Umsetzung:

Zweistufige partielle Modellverifikation:

1. $AM_{SGT} \rightarrow AM_{HTAmap}$

- Aufbaustruktur
- Aufgabenelemente
- Ablaufstruktur



Ziel: Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

Umsetzung:

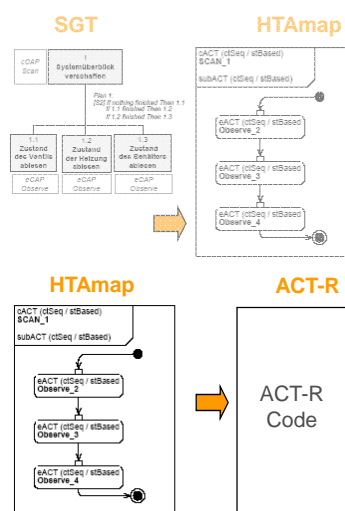
Zweistufige partielle Modellverifikation:

1. $AM_{SGT} \rightarrow AM_{HTAmap}$

- Aufbaustruktur
- Aufgabenelemente
- Ablaufstruktur

2. $AM_{HTAmap} \rightarrow AM_{ACT-R}$

- Aufbaustruktur
- Aufgabenelemente
- Ablaufstruktur
- deklarative Wissensstruktur



Verifikation | Validierung

Ziel: Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

Umsetzung:

Zweistufige partielle Modellverifikation:

1. $AM_{SGT} \rightarrow AM_{HTAmap}$
 - Aufbaustruktur
 - Aufgabenelemente
 - Ablaufstruktur

2. $AM_{HTAmap} \rightarrow AM_{ACT-R}$
 - Aufbaustruktur
 - Aufgabenelemente
 - Ablaufstruktur
 - deklarative Wissensstruktur

Ergebnis:

Verifikation ✓

- Partieller Nachweis anhand von 22 Testfällen

Verifikation | Validierung

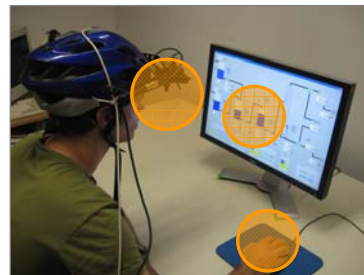
Ziel: Nachweis der **kognitiven Adäquatheit** aus dem Vergleich modellbasierter und empirischer Daten

- **Empirische Adäquatheit**
 - Produktkorrespondenz
 - Korrespondenz der Zwischenschritte
 - Temporale Korrespondenz

- **Theoretische Adäquatheit**

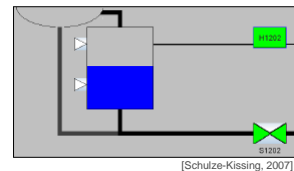
Makroebene: **Performanz** mit dem technischen System

Mikroebene: **Blickverhalten**



Ziel: Nachweis der **kognitiven Adäquatheit** aus dem Vergleich modellbasierter und empirischer Daten

- **Empirische Adäquatheit**
 - Produktkorrespondenz
 - Korrespondenz der Zwischenschritte
 - Temporale Korrespondenz
- **Theoretische Adäquatheit**

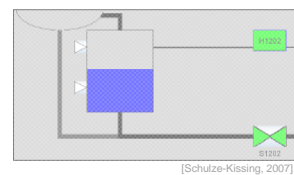


Umsetzung: Validierungsstudien

1. **Einfaches dynamisches MMS**
 - Aufgabe: **Füllstandsregelung**

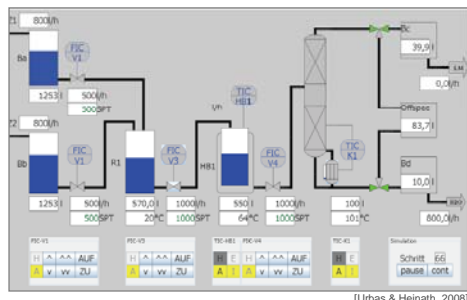
Ziel: Nachweis der **kognitiven Adäquatheit** aus dem Vergleich modellbasierter und empirischer Daten

- **Empirische Adäquatheit**
 - Produktkorrespondenz
 - Korrespondenz der Zwischenschritte
 - Temporale Korrespondenz
- **Theoretische Adäquatheit**



Umsetzung: Validierungsstudien

1. **Einfaches dynamisches MMS**
 - Aufgabe: Füllstandsregelung
2. **Komplexes dynamisches MMS**
 - Aufgabe: **Anfahrprozess**



Ziel: Nachweis der **kognitiven Adäquatheit** aus dem Vergleich modellbasierter und empirischer Daten

- **Empirische Adäquatheit**
 - Produktkorrespondenz
 - Korrespondenz der Zwischenschritte
 - Temporale Korrespondenz
- **Theoretische Adäquatheit**

Umsetzung: Validierungsstudien

1. **Einfaches dynamisches MMS**
 - Aufgabe: Füllstandsregelung
2. **Komplexes dynamisches MMS**
 - Aufgabe: Anfahrprozess

Ergebnis:

Validierung

- Kognitive Adäquatheit **Makroebene** ✓
- Kognitive Adäquatheit **Mikroebene** ?

Gliederung

Einleitung: Kognitive Modellierung

- Motivation
- Methode
- Probleme
- Zielstellung

Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Verifikation
- Validierung

Zusammenfassung

HTAmap-Prozess

- systematische und durchgängige Modellentwicklung:
Vom Problem ... zum kognitiven Simulationsmodell

HTAmap-Sprache

- zusätzliche Modellebene zur Minimierung der Transformationslücke:
High-Level_{SGT-Aufgabenmodell} ← **HTAmap**_{Modell} → **Low-Level**_{ACT-R Modell}
- mustergestützte und strukturgetriebene Modellentwicklung:
 - **CAP** = Generalisierte Beschreibung einer Aktivität in ACT-R
 - **Aktivität** = CAP + aufgabenspezifisches Wissen
 - **HTAmap-Modell** = Verschachtelung von Aktivitäten



HTAmap-Werkzeug

- softwaregestützte kognitive Modellierung auf höherem Abstraktionsniveau
 - **HTAmap-Editor** und **HTAtrans**

Ausbau des HTAmap-Modellierungsrahmens

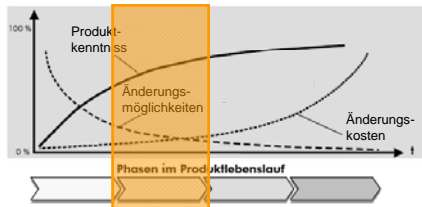
- Aufbau von **Modellierungsbaukästen** (CAPs, Strategien, ..)

Weiterentwicklung des HTAmap-Editors

- Integration der **graphischen Notation** für Aktivitäten
- Funktionsausbau hinsichtlich der **Erstellung und Evaluation von Modellbausteinen**

Rückprojektion des dynamischen Verhaltens der HTAmap-Modelle

- Analyse der ACT-R Simulationsdaten hinsichtlich der Ausführung von Aktivitäten und Vergleich mit den HTAmap Modellannahmen → **Abgleich der Kontrollstrukturen**



Modellgestützte
 Evaluation
Kognitive Modellierung

HTAmap Ansatz

- Prozess
- Sprache
- Werkzeug



= **mustergestützte kognitive Modellierung**

- ✓ **Reduzierung des Aufwandes** für die Erstellung kognitiver Modelle
- ✓ **Verringerung der Eintrittsschwelle** zur kognitiven Modellierung

Beitrag zur Forcierung des Einsatzes

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

