

# 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

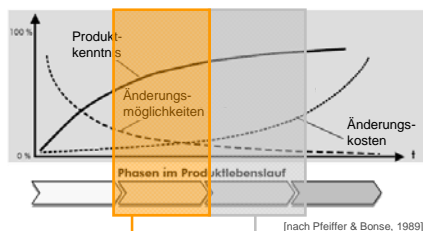
- Prozess
- Sprache
- Werkzeug

### Evaluation: Hierarchical Task Analysis Mapper

- Verifikation
- Validierung

### Zusammenfassung

### Evaluation von Mensch-Maschine Systemen (MMS)

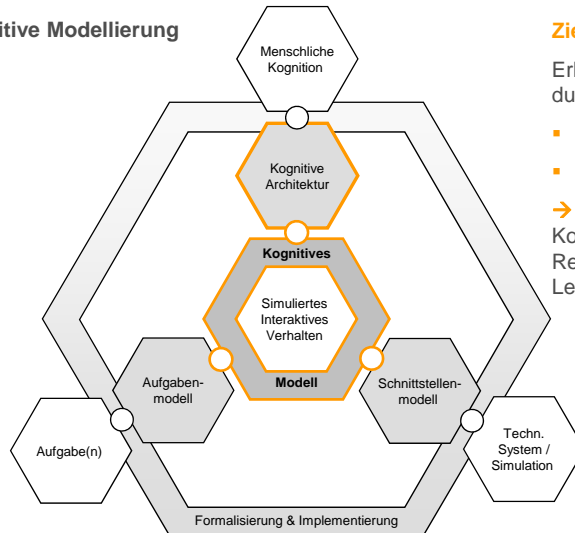


Modellgestützte  
Evaluation  
**Kognitive Modellierung**

### Komplexe dynamische MMS

- Technologischer Wandel
  - Wandel der Tätigkeitsspektren
  - Veränderte Rahmenbedingungen
- **Entwicklung geeigneter Methoden zur Systemevaluation**

**Kognitive Modellierung**



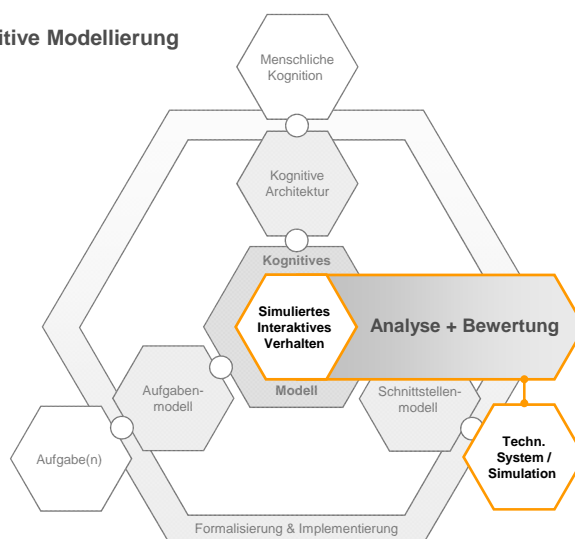
**Ziel:**

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**



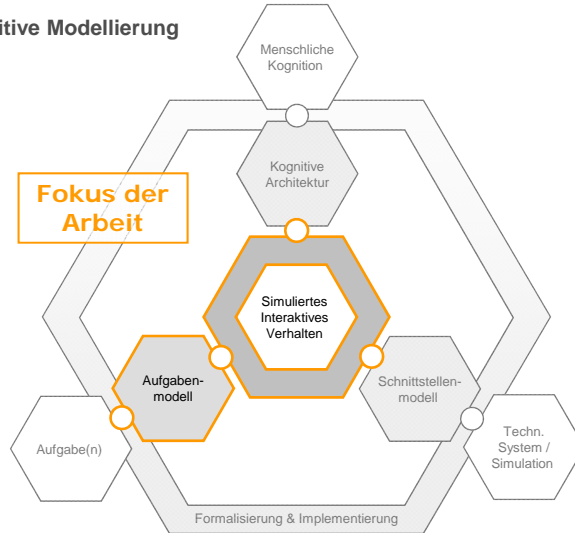
**Pro**

- 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

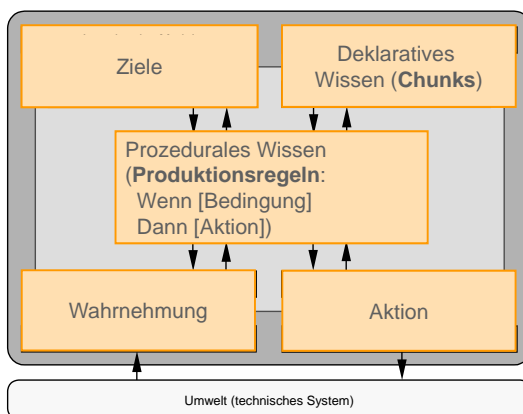
**Contra**

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

**Formalisierung von Wissensstrukturen**

**ACT-R**

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

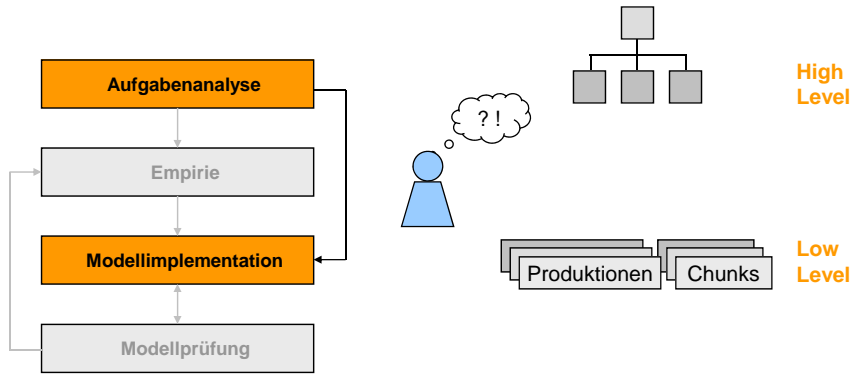


```
( add-dm
  ( Passat ISA Auto
    Farbe Blau
    ...
    Motor Diesel )
  ( Corsa ISA Auto
    Farbe ...
  )
  ( Passat ISA Auto
    =goal>
    ISA Auto
    Farbe ...
  )
  ==>
  =goal>
  Farbe Gelb
)
```

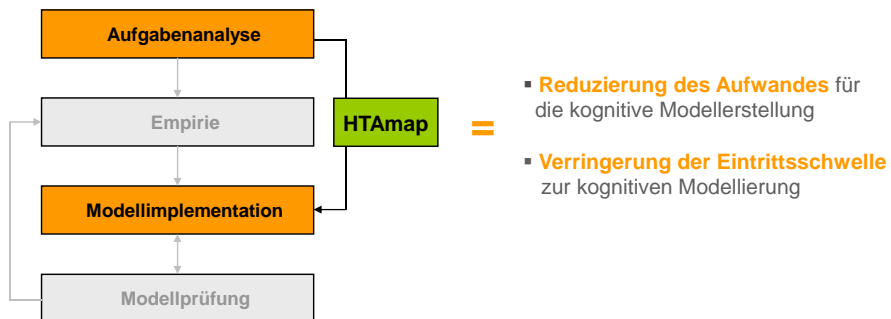
**Feingranulare Modellierung**

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

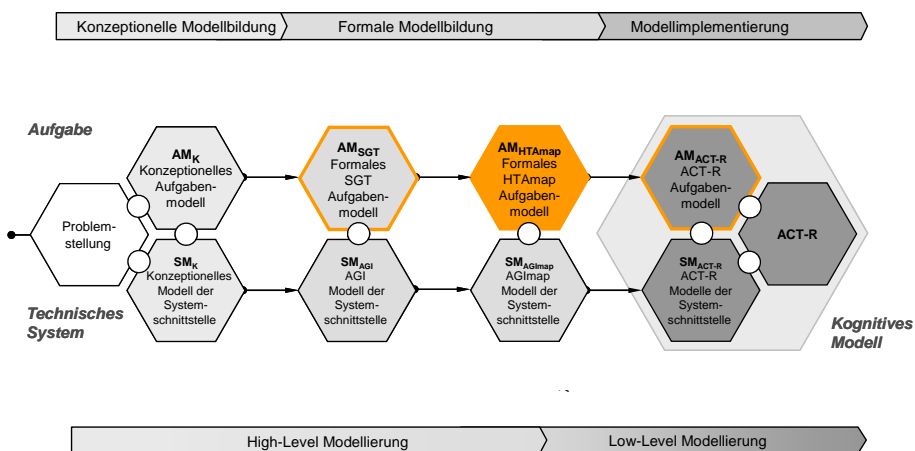
- Verifikation
- Validierung

### Zusammenfassung

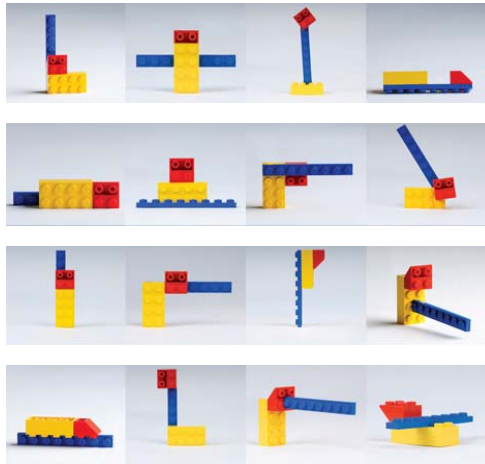
### Ansatz: Hierarchical Task Analysis Mapper

## Prozess | Sprache | Werkzeug

### Von der Problemstellung ... zum kognitiven Simulationsmodell



**Idee**

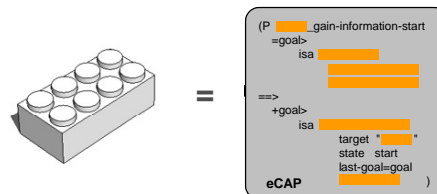


Erstellung kognitiver Modelle in ACT-R auf Basis vordefinierter Modellbausteine nach dem **Lego-Prinzip**

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

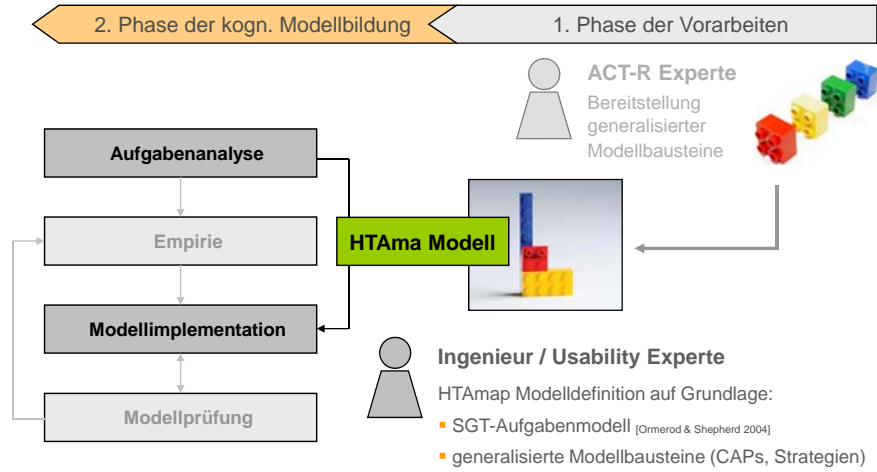
**Kognitive Modellierung mit HTAmap**

1. Phase der Vorarbeiten

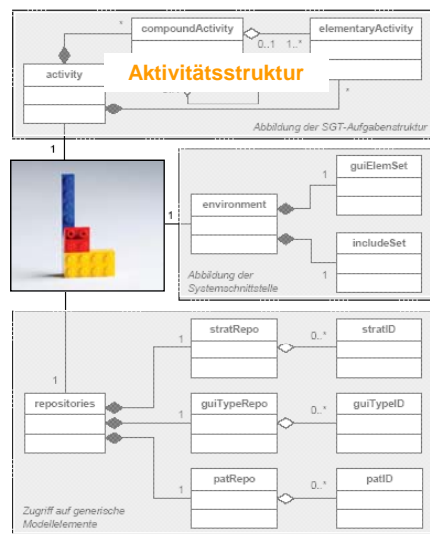
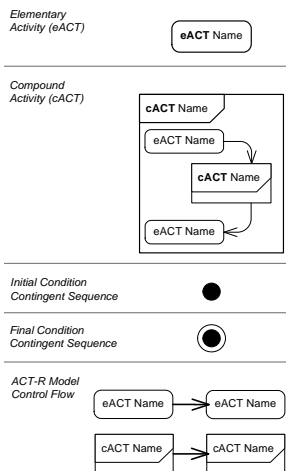


**Cognitive Activity Pattern**  
 Generalisierte Beschreibung einer (Operator) Aktivität in ACT-R Modellprimitiven

**Kognitive Modellierung mit HTAmap**

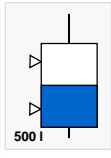


**HTAmap-Modellstruktur**



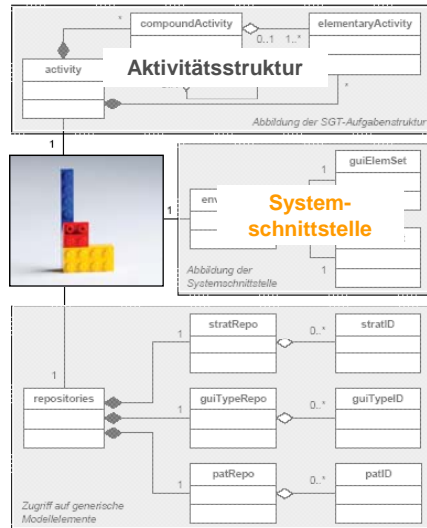
**HTAmap-Modellstruktur**

**GUI Formale HTAmap Beschreibung (XML)**



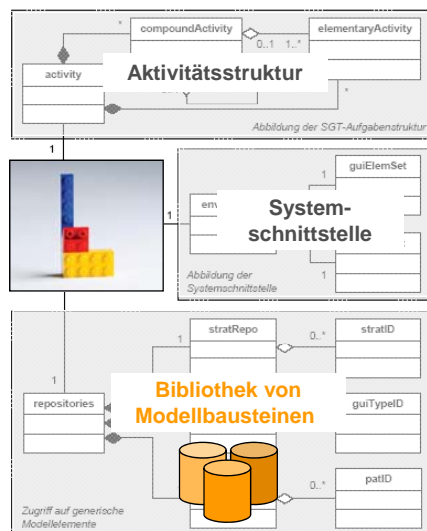
```

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

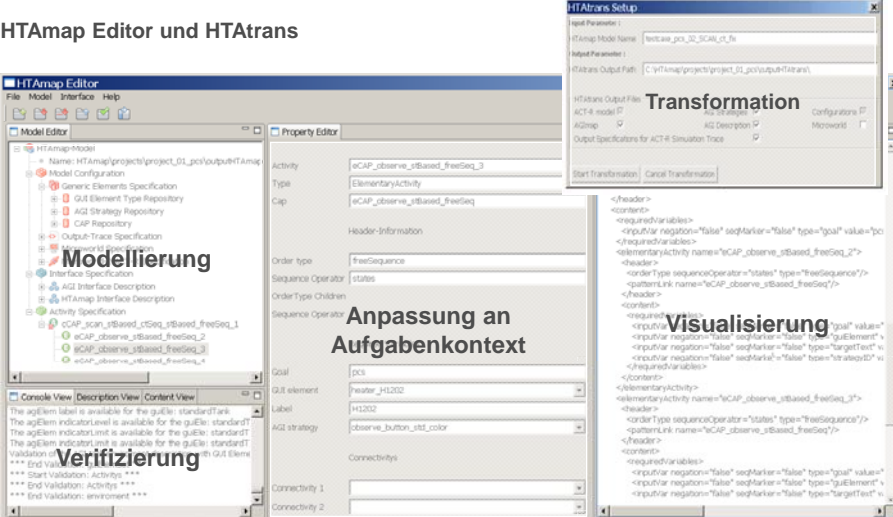


**HTAmap-Modellstruktur**

SGT	eCAP
A1: Activate	eCAP_activate
A2: Adjust	eCAP_adjust



## HTAmap Editor und HTAtrans



**Modellierung**

**Anpassung an Aufgabenkontext**

**Visualisierung**

**Verifizierung**

## 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:

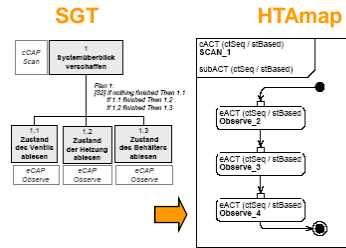
**Ziel:** Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

**Umsetzung:**

Zweistufige partielle Modellverifikation:

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

- Aufbaustruktur
- Aufgabenelemente
- Ablaufstruktur



**Ziel:** Überprüfung der syntaktischen und semantischen Korrektheit der Modelle

**Umsetzung:**

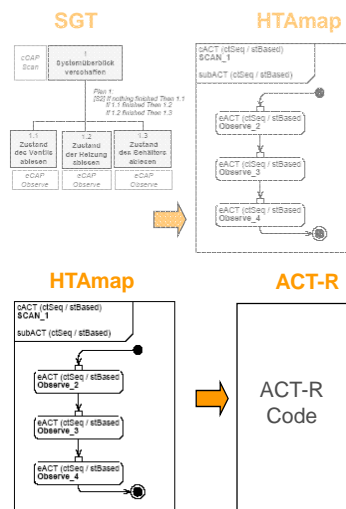
Zweistufige partielle Modellverifikation:

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

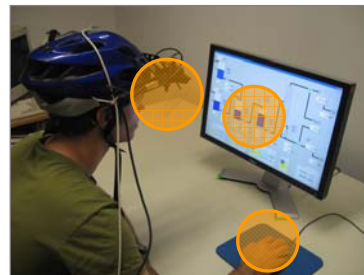
## Verifikation | Validierung

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

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

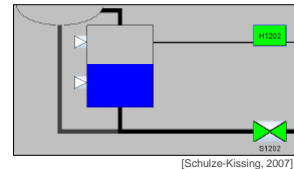
Makroebene: **Performanz** mit dem technischen System

Mikroebene: **Blickverhalten**



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

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

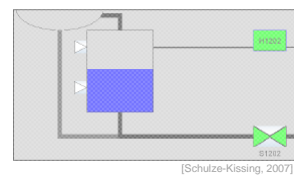


**Umsetzung:** Validierungsstudien

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

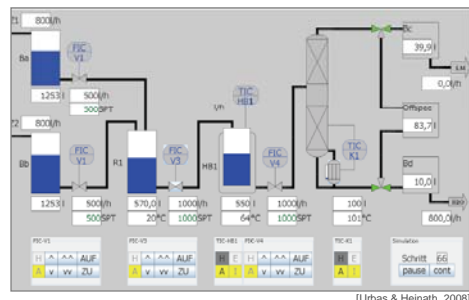
**Ziel:** Nachweis der **kognitiven Adäquatheit** aus dem Vergleich modellbasierter und empirischer Daten

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



**Umsetzung:** Validierungsstudien

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



## Verifikation | Validierung

**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**<sub>SGT-Aufgabenmodell</sub> ← **HTAmap**<sub>Modell</sub> → **Low-Level**<sub>ACT-R Modell</sub>
- 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

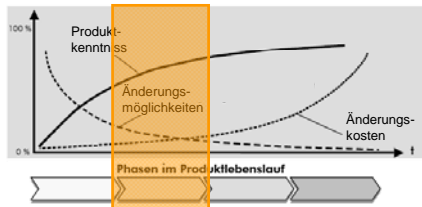
- Aufbau von **Modellierungsbaukästen** (CAPs, Strategien, ..)

### 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!**

