

27. November 2002

Formale Bewertung unterschiedlicher Fahrer-Informationssysteme

Nico Hamacher, Michael Hähnel

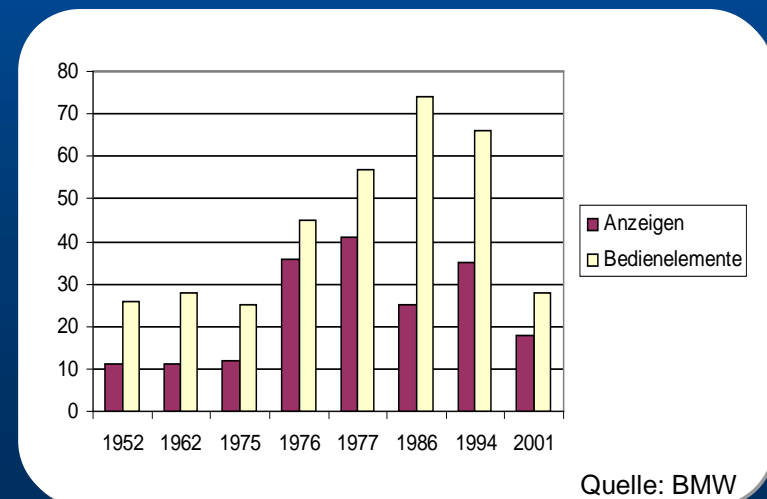
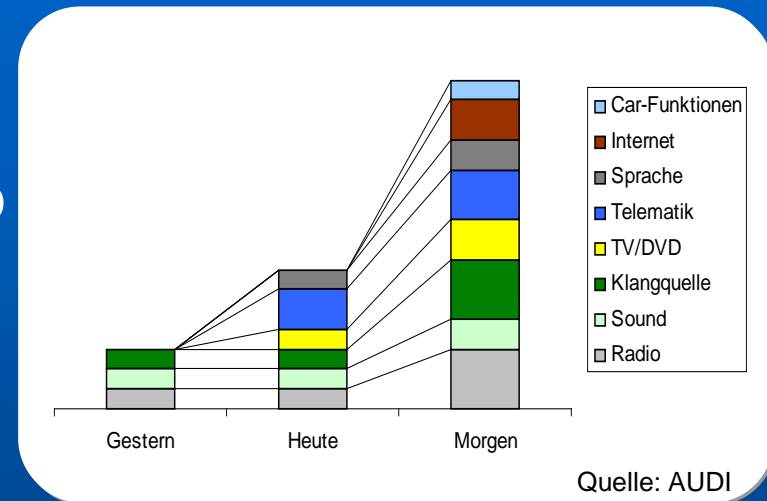
IIR-Fachkonferenz "Kfz-Cockpit"

Inhalt

- Anforderungen und Eigenschaften von FIS
- Formale Bewertung von FIS
- Bewertungs-Toolbox TREVIS
- Zusammenfassung

Entwicklung von Fahrer-Informationssystemen (FIS)

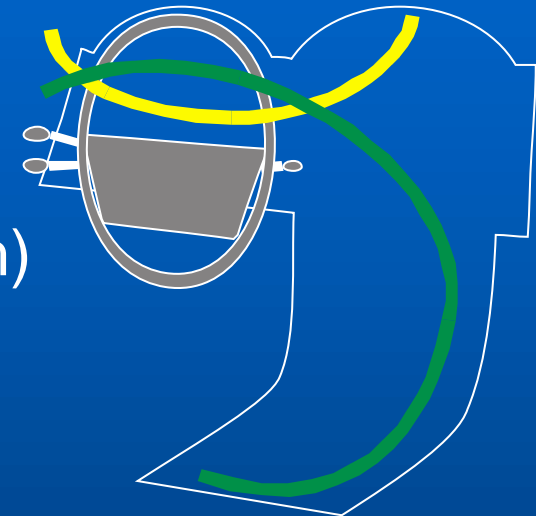
- Zunahme an Funktionen im Auto
 - aktuell: bis 700
 - überwiegend Komfortfunktionen
- Verringerung von Bedienelementen und Anzeigen
 - Integration der Systeme
 - ein zentrales FIS



„State of the Art“ bei FIS

Variationsmöglichkeiten bei FIS:

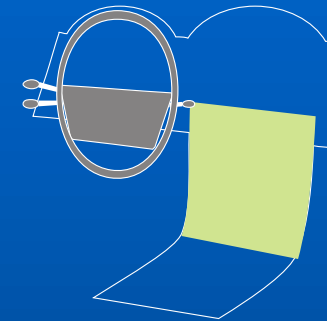
- Lage der Anzeigen (Sichtbereich)
- Lage der Bedienelemente (Greifbereich)
- Art der Bedienelemente
 - Hardkeys
 - Softkeys
 - Controller
 - Touchscreen



■ = Grenze des idealen Greifraums
■ = Grenze des idealen Sichtbereichs

⇒ Es gibt bisher kein „bestes Konzept“

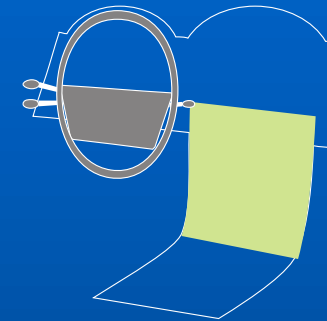
Volkswagen Phaeton



■ = Greifraum, ■ = Sichtbereich

- Hardkeys
- Softkeys
- Controller
 - Drehen
 - Drücken

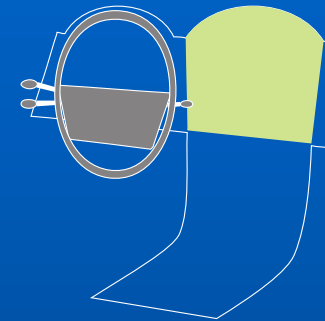
Mercedes Benz (Command)



■ = Greifraum, ■ = Sichtbereich

- Hardkeys
- Controller
 - Drehen
 - Drücken

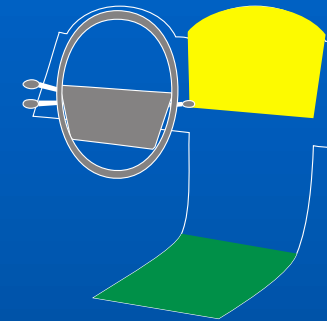
Lexus LS



■ = Greifraum, ■ = Sichtbereich

- Hardkeys
- Touchscreen

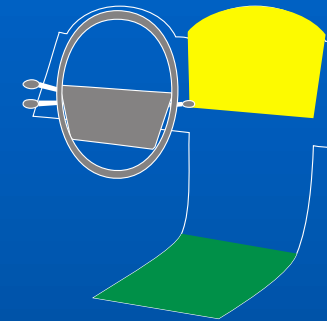
BMW (iDrive)



■ = Greifraum, ■ = Sichtbereich

- Controller
 - Drehen
 - Drücken
 - Schieben

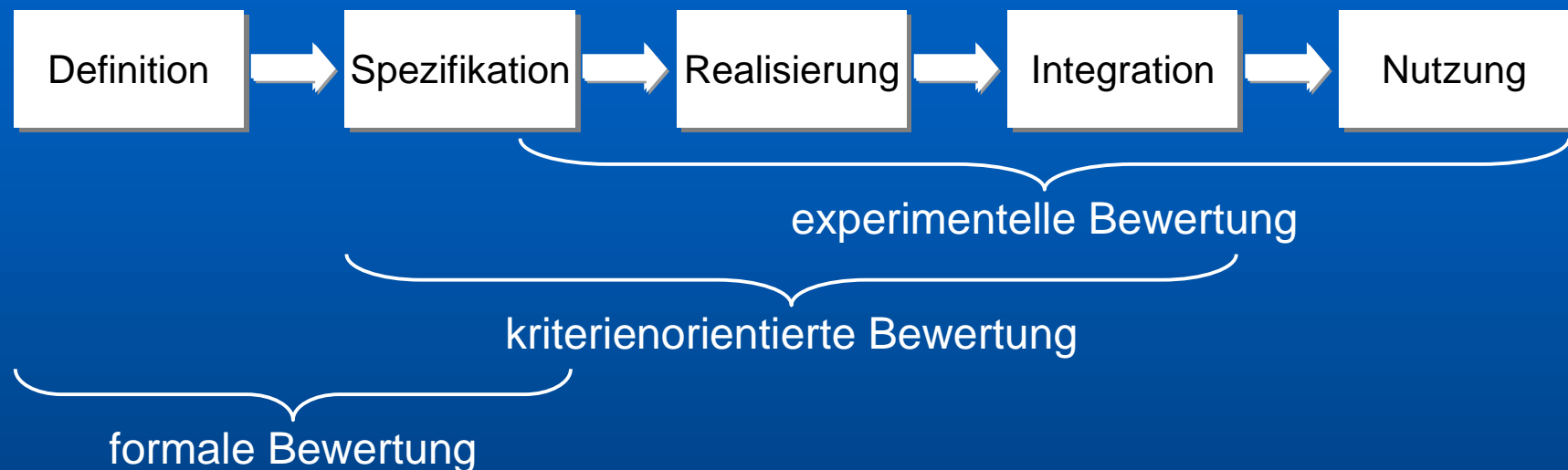
Audi A8 (MMI)



■ = Greifraum, ■ = Sichtbereich

- Hardkeys
- Softkeys
- Controller
 - Drehen
 - Drücken

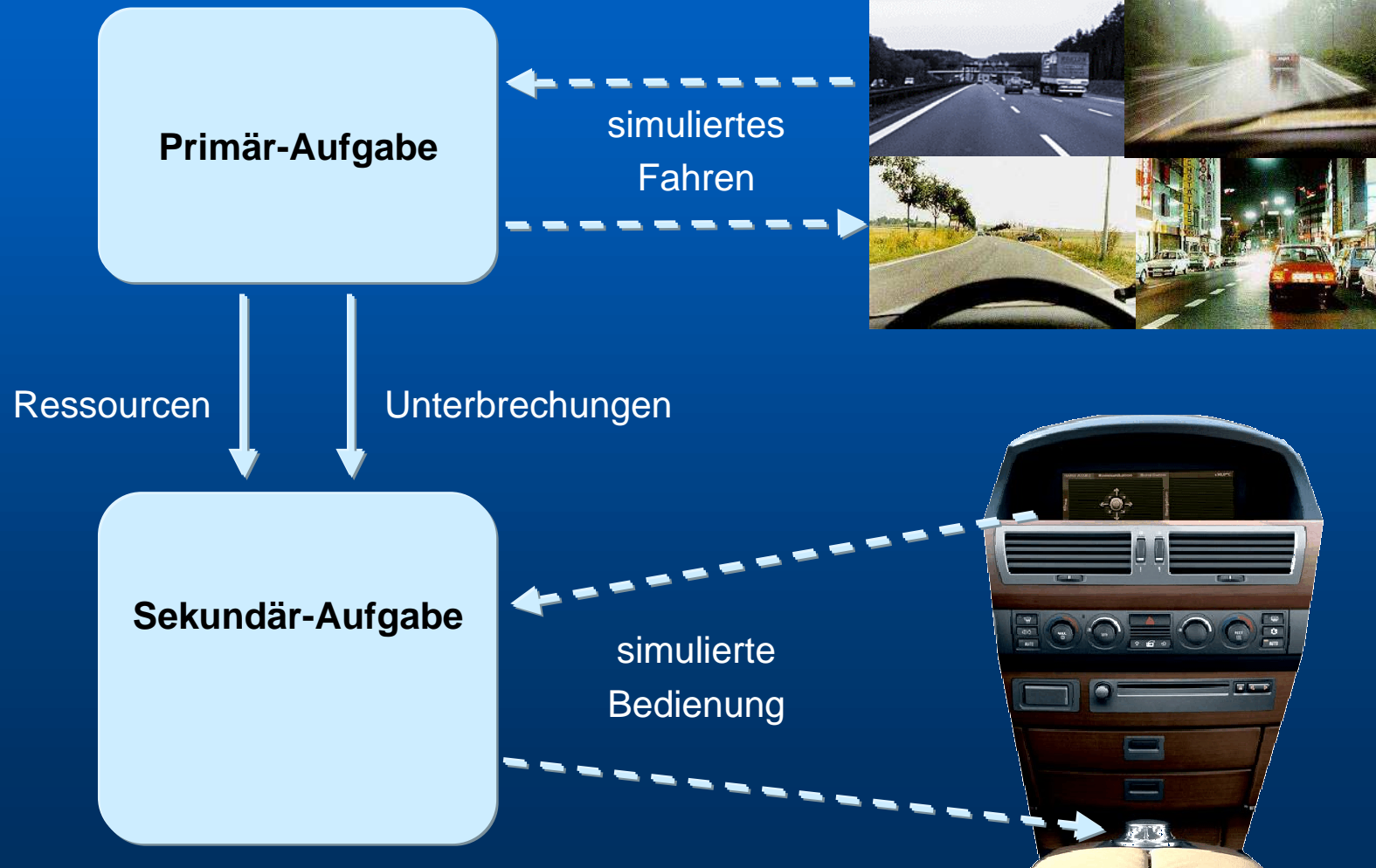
Bewertung während der Systementwicklung



Bewertungsmethoden

- formal: Bewertung von Beschreibungen des Systems (Spezifikationen) oder des Verhaltens eines Operators (Benutzermodelle)
- kriterienorientiert: Bewertung eines Prototypen anhand von Prüflisten oder Richtlinien durch Experten
- experimentell: Bewertung der Interaktion von Versuchspersonen mit einem Prototypen

Formale Bewertung von FIS



Sekundär-Aufgabe als Benutzermodell

Modell der normativen Aktionen bei der Bedienung

- Art der Aktionen:
 - sensorisch (akustische, visuelle und haptische Wahrnehmung)
 - motorisch (Bedienungsaktionen bspw. mit Händen und Fingern)
 - kognitiv (Entscheidungs- und Denkprozesse)
- Eigenschaften der Aktionen:
 - verbrauchen Zeit
 - haben eine Fehlerwahrscheinlichkeit
 - benötigen Ressourcen (z.B. Handbewegung, Hinschauen)

Automatische Analyse der Benutzermodelle

Ergebnisse einer Benutzermodellanalyse

- Vorhersage der Ausführungs-/Lernzeit
- Anzahl Dialogschritte
- Ressourcen-Belastung (motorisch, sensorisch, kognitiv)
- Wahrscheinlichkeit für Bedienfehler
- Abschätzen der Folgen von Unterbrechungen (Anzahl der zu wiederholenden Aktionen)

Keine Möglichkeit der Vorhersage von

- Zufriedenheit
- Ermüdung
- Präferenz bei Systembedienung

Modellierungsrelevante Eigenschaften von FIS

- Einschränkungen bei Eingabemodalitäten
 - verteilte Elemente
 - Handbewegungen kosten Zeit
 - unterschiedliche Eingabemöglichkeiten (Tasten, Controller)
- Einschränkungen bei Displays
 - kleine Schrift
 - viele unterschiedliche Informationen auf einem Bildschirm
 - lange Ablese-, Such- und Überprüfzeiten

Motorische Operatoren (Tasten)

Tastendruck (inkl. Touchscreen)

- inkl. Handbewegung (0-10cm) 0,65 s
- inkl. Armbewegung (10-50cm) 0,80 - 1,10 s

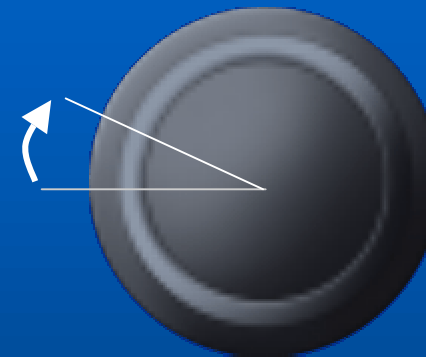
Eigenschaften:

- Fehlerwahrscheinlichkeit: 0,3%
- benutzte Ressourcen: motorisch
visuell
- bei Unterbrechung: Wiederholung



Motorische Operatoren (Controller)

Navigieren in Menüs



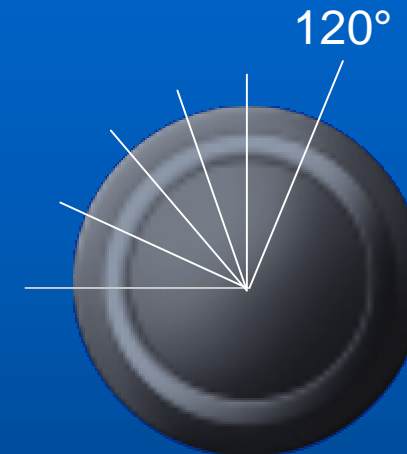
- Drehen
- Druck
- bei Unterbrechung: neu orientieren

<u>Zeit</u>	<u>Fehler- wahr'keit</u>	<u>Ressource</u>
0,40 s	0,05%	mot
0,55 s	0,05%	mot

Motorische Operatoren (Controller)

Navigieren in Listen

- Drehen in Intervallen
 $\approx 120^\circ$ Drehwinkel ≈ 5 Rasten
- bei Unterbrechung: neu orientieren



- „grobes“ Intervall-Drehen (5 Rasten)
 (inkl. Umgreifen u. Kontrollieren)
- „feines“ Drehen (1 Raste)
 (inkl. „kontrolliertes Zielen“)
- Druck

<u>Zeit</u>	<u>Fehler- wahr'keit</u>	<u>Ressource</u>
0.52 s	0,25%	mot,vis
0,40 s	0,05%	mot,vis
0,55 s	0,05%	mot

Controller-Modellierung: Beispiel

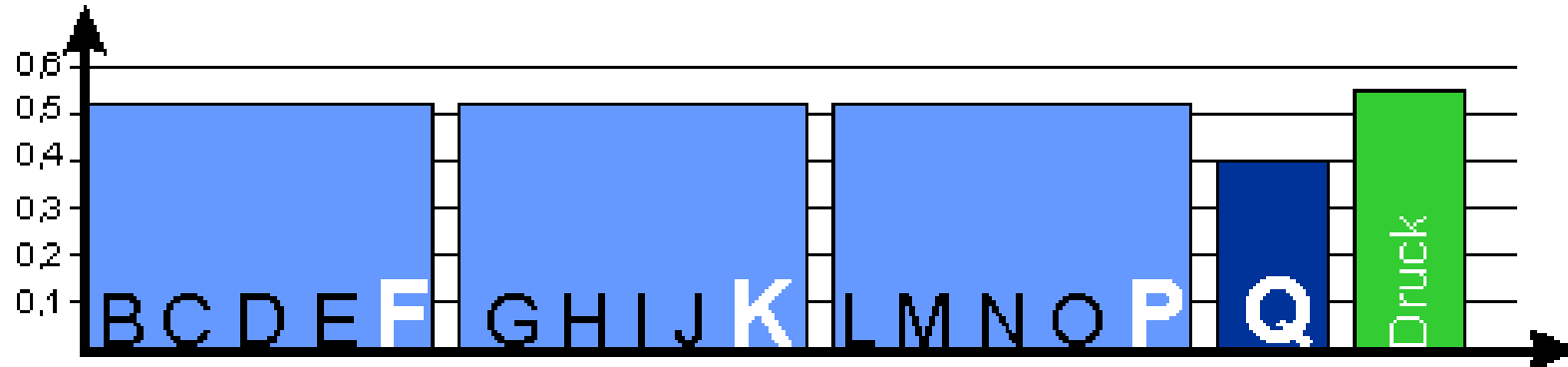
Buchstabenliste:

Drehen von „A“ bis „Q“

- 3 Intervalle (bis „F“, bis „K“, bis „P“)
- Einmal Drehen bis „Q“ (Ziel fixieren)
- Drücken



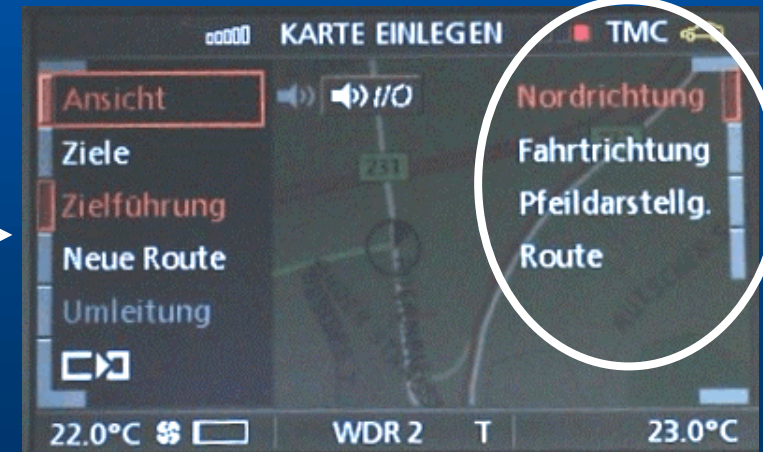
Sekunden



Sensorische Operatoren

- Im neuen Menü orientieren
(bei Unterbrechung: Wiederholung)

<u>Zeit</u>	<u>Fehler- wahr'keit</u>	<u>Ressource</u>
1,20 s	0,3%	vis,kog



Sensorische Operatoren

- | | <u>Zeit</u> | <u>Fehler-
wahr'keit</u> | <u>Ressource</u> |
|--|-------------|------------------------------|------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Neuen Eintrag im aktuellen Menü suchen
(bei Unterbrechung: Wiederholung) | 0,50 s | 0,3% | vis,kog |



Kognitive Operatoren / Wartepoperatoren

Kognitive Operatoren

	<u>Zeit</u>	<u>Fehler- wahr'keit</u>	<u>Ressource</u>
• Drehrichtung entscheiden (Controller)	0,3 s	0,1 %	kog
• Erinnern (z.B. Schieberichtung, Bedienfunktion, Taste ohne Beschriftung) bei Unterbrechung: Wiederholung	1,2 s	5,0 %	kog



Wartepoperatoren

- Warten auf Systemreaktion


abhängig v. System

Anwendungsbeispiel

- Navigation - Zieleingabe manuell:
 - Ort: Hamburg
 - Straße: Reeperbahn
 - Zielführung starten
- unterschiedliche Bedienkonzepte:
 - Lexus: Touchscreen
 - Audi MMI: Controller + Tasten
 - BMW iDrive: Controller


Stufenweiser Aufbau des Modells





- Ziel: „manuelle Zieleingabe Navi“

 manuelle Zieleingabe

- Teilziele:

- gehe ins Menü „Zieleingabe“
- Ort eingeben (Hamburg)
- Straße eingeben (Reeperbahn)
- Zielführung starten

 manuelle Zieleingabe

-  Menü "Zieleingabe"
-  Eingabe des Städtenamens
-  Eingabe des Strassennamens
-  Zielführung starten

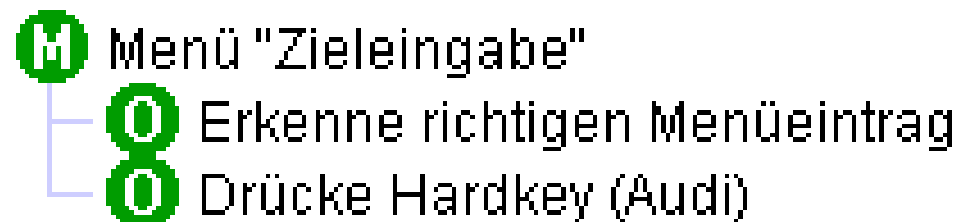
Beispiel: reale Ausführung (Audi MMI)

- gehe ins Menü „Zieleingabe“
- Ort eingeben (Hamburg)

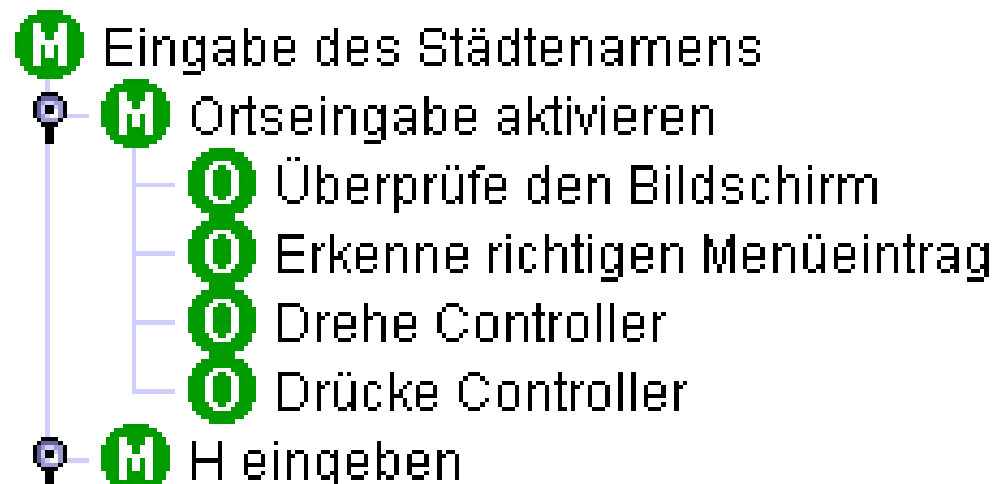


Verfeinerung des 1. und 2. Teilziels

- Teilziel „gehe ins Menü ‚Zieleingabe‘“



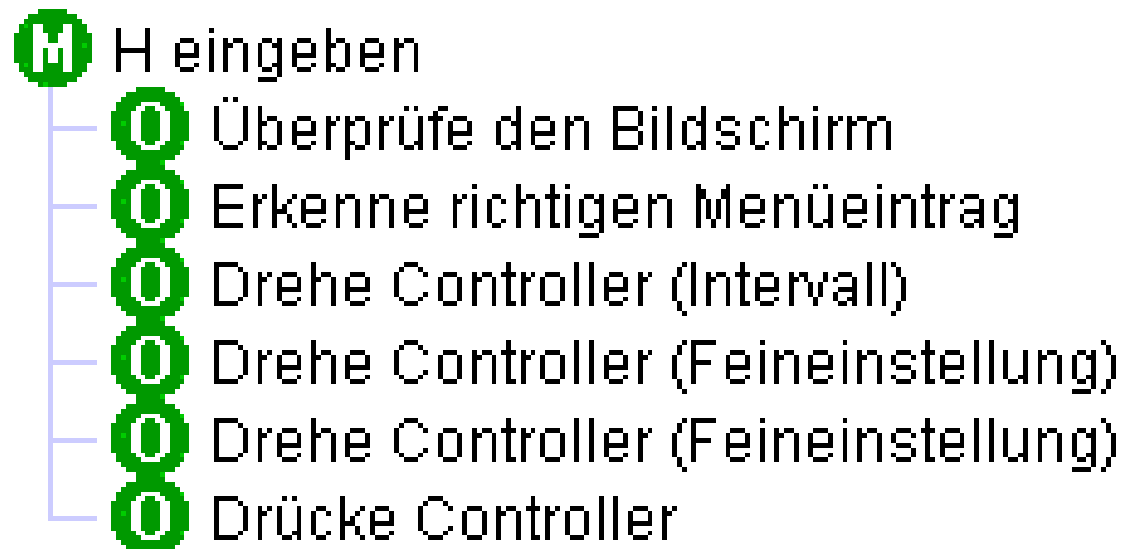
- Teilziel „Eingabe des Städtenamens“



Verfeinerung des 2. Teilziels

- Teilziel „Ort eingeben (Hamburg)“

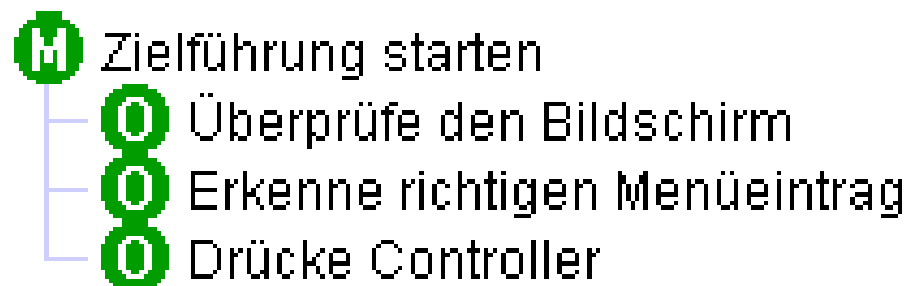
- „H“ eingeben:
(7 Drehaktionen)



- „A“ eingeben
- „M“ eingeben
- „Hamburg“ aus Liste auswählen

Verfeinerung des 3. und 4. Teilziels

- Teilziel „Straße eingeben (Reeperbahn)“
 - „R“ eingeben
 - „E“ eingeben
 - „E“ eingeben
 - „P“ eingeben
 - „Reeperbahn“ aus Liste auswählen
- Teilziel „Zielführung starten“



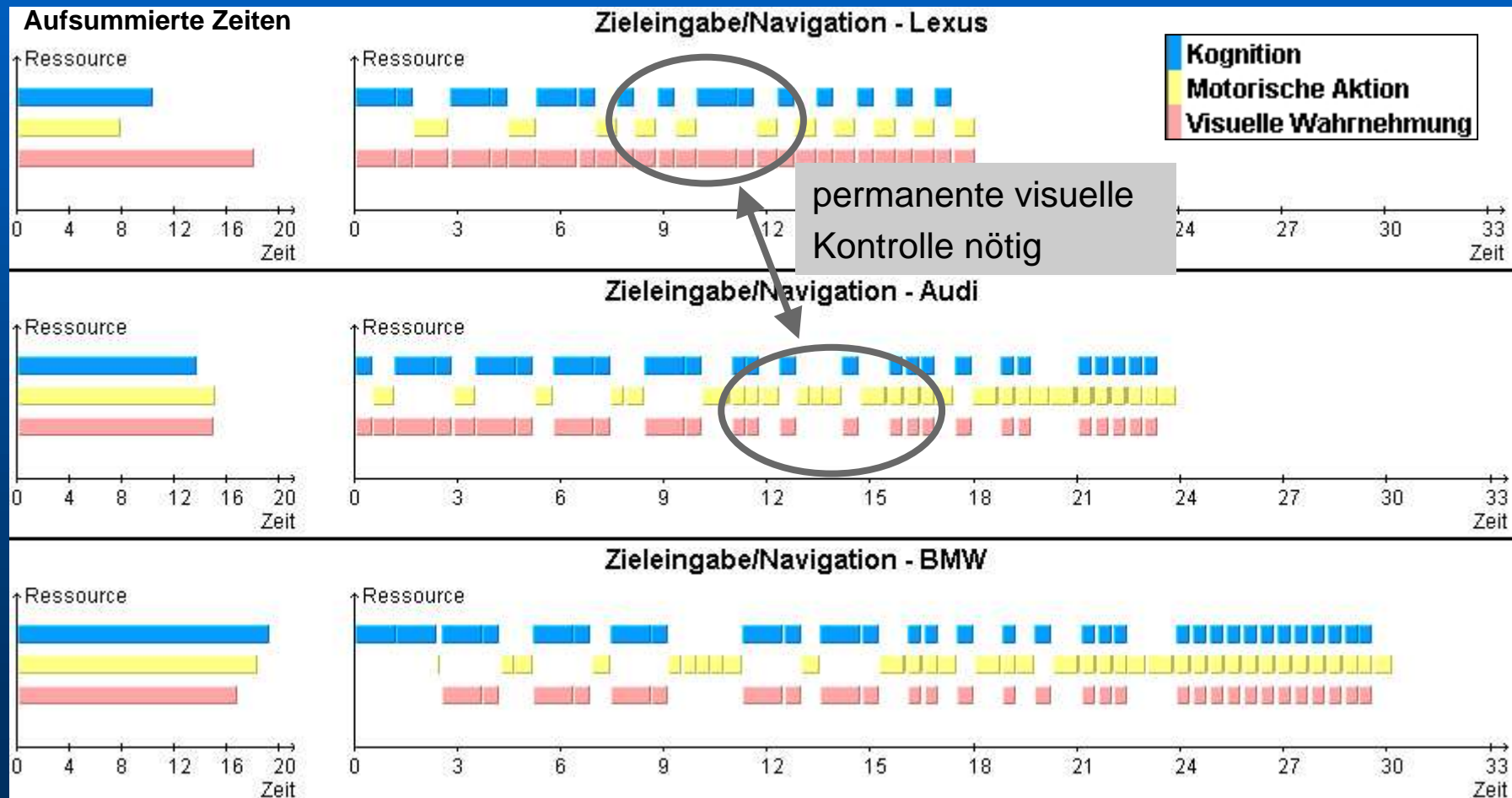
Ergebnisse - Beispiel

Aufgabe: „manuelle Zieleingabe bei Navigation“

	<u>Lexus</u>	<u>Audi</u>	<u>BMW</u>
Ausführungszeit (ohne Systemwartezeiten)	36,1s	47,9s	54,3s
Fehlerwahrscheinlichkeit	12,7%	10,7%	16%
motorische Aktionen	19	51 (91)	61 (113)
Aktionen für Menünavigation	2	3	10
Ablese/Prüf-Aktionen	26	21	21
Teilziele	14	15	16
zu wiederholende Aktionen (nach Unterbrechungen)	38	16	16
reale Ausführungszeit (inkl. Systemwartezeiten)	63,1s	64,2s	77,1s

Beispiel: Belastungs-Diagramme

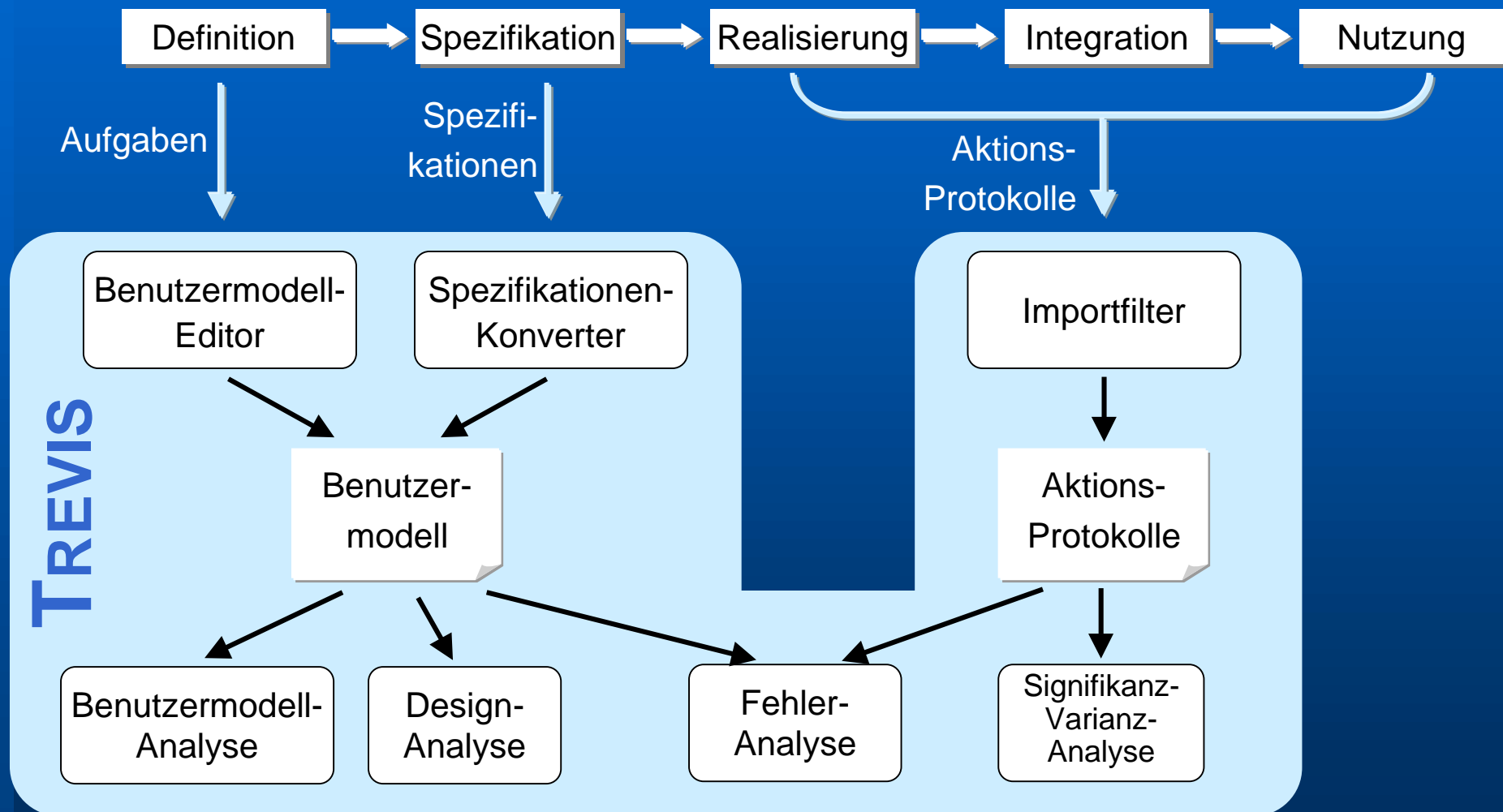
Zieleingabe (Menüaufruf + Ortseingabe „Hamburg“)



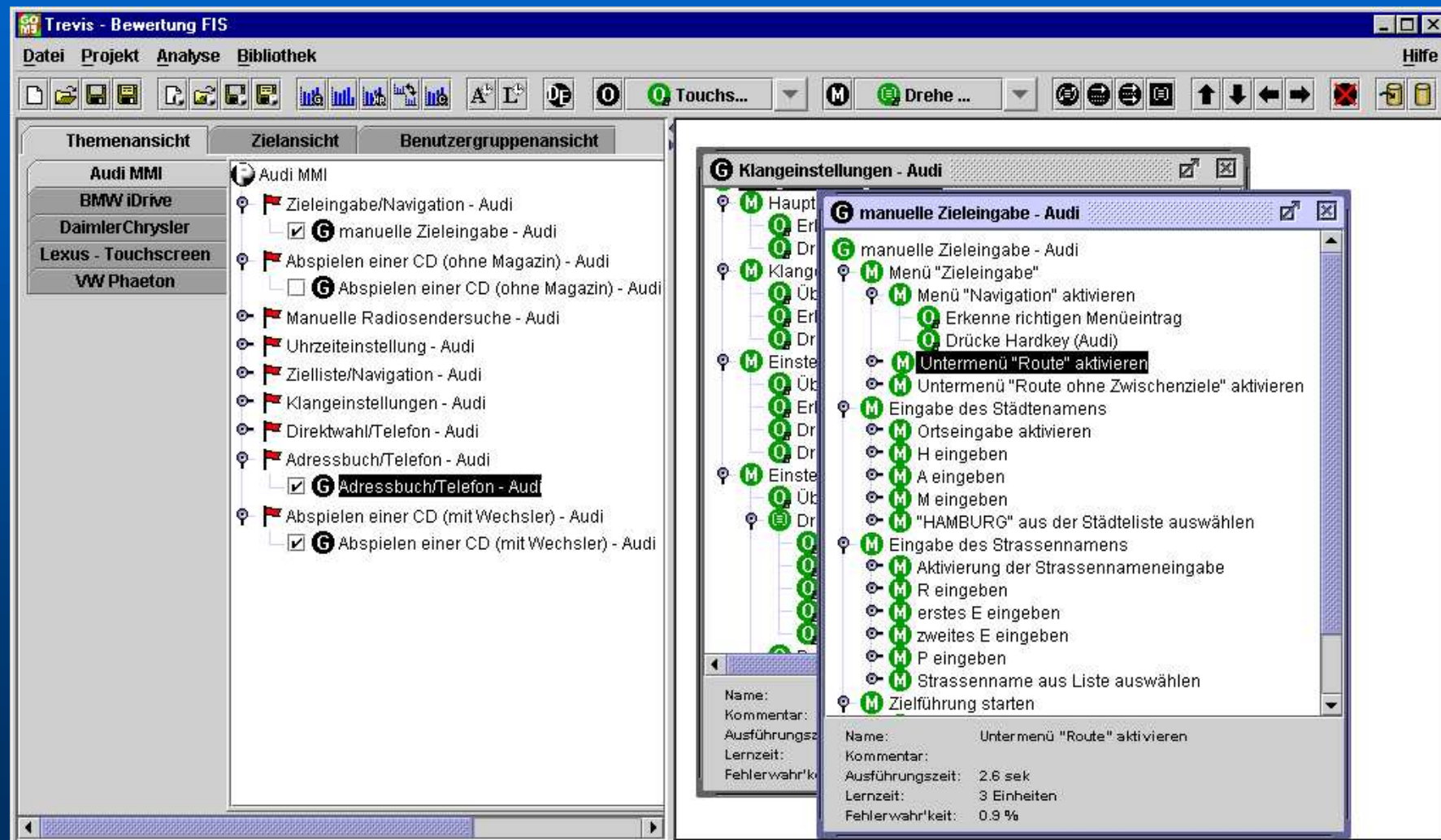
Benutzermodell-Editor (LTI)

- Editor zur schnellen Erstellung der Modelle
- Konverter zur Generierung der Modelle aus technischen Spezifikationen
- Bibliothek zur Mehrfachverwendung von Operatoren/Methoden
- Verwaltung der Benutzermodelle in Projekten
- Automatische Analyse der Modelle
 - statistische Angaben
 - Belastungsdiagramme
 - Aktionsdiagramme
 - Vergleich mit Aktionsprotokollen (aus experimentellen Versuchen)

TREVIS : Tool for Rapid Evaluation of Interactive Systems



TREVIS - Programmoberfläche



Zusammenfassung

- FIS stellen neue Anforderungen an Bewertungsmethoden
- Benutzermodell-Analyse bringt deutlichen Zeitgewinn
 - robuste Vergleichsmaße in frühen Entwicklungsphasen
 - Benutzermodelle können (halb-)automatisch erstellt werden
 - kein Ersatz für experimentelle Versuche
- TREVIS als durchgängiges Bewertungs-Tool
 - begleitend im gesamten Entwicklungsprozeß
 - formale Methode (Benutzermodelle)
 - experimentelle Methode (Aktionsprotokolle)
 - kombinierte Bewertung (Fehleranalyse)

TREVIS

**TOOL FOR
RAPID EVALUATION
OF INTERACTIVE SYSTEMS**

VERSION 1.1

Nico Hamacher
Jörg Marrenbach
Michael Hähnel
Jörg Zeren
Daniel Klünder
Christian Hönig
Mathias Funk

© 2000-2002
DEPARTMENT FOR TECHNICAL COMPUTER SCIENCE
PROF. DR.-ING. KARL-FRIEDRICH KRAISS
AACHEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

