

# DAIMLERCHRYSLER

## Methode zur Bewertung der Fahrerablenkung durch Fahrerinformations-Systeme

Friedemann Kuhn  
RBP/B

DaimlerChrysler AG  
Research & Technology

# Überblick

- Fahrerablenkung
- Projekt ADAM – Hintergrund und Forschungs-Strategie
- Entwicklung des Lane Change Test
- Validierung des Lane Change Test
- Lane Change Test bei DaimlerChrysler AG

# Einführung

Fahren und Bedienen von Systemen ist eine **Doppelaufgabe**



## Problematik: Doppelaufgabe

# ... und wer fährt?



# Einführung

*„Driver distraction is recognized as being one of the central causes of road traffic incidents and mobile phones are tangible devices (among other electronic devices) that can distract the driver through changes in workload.“*

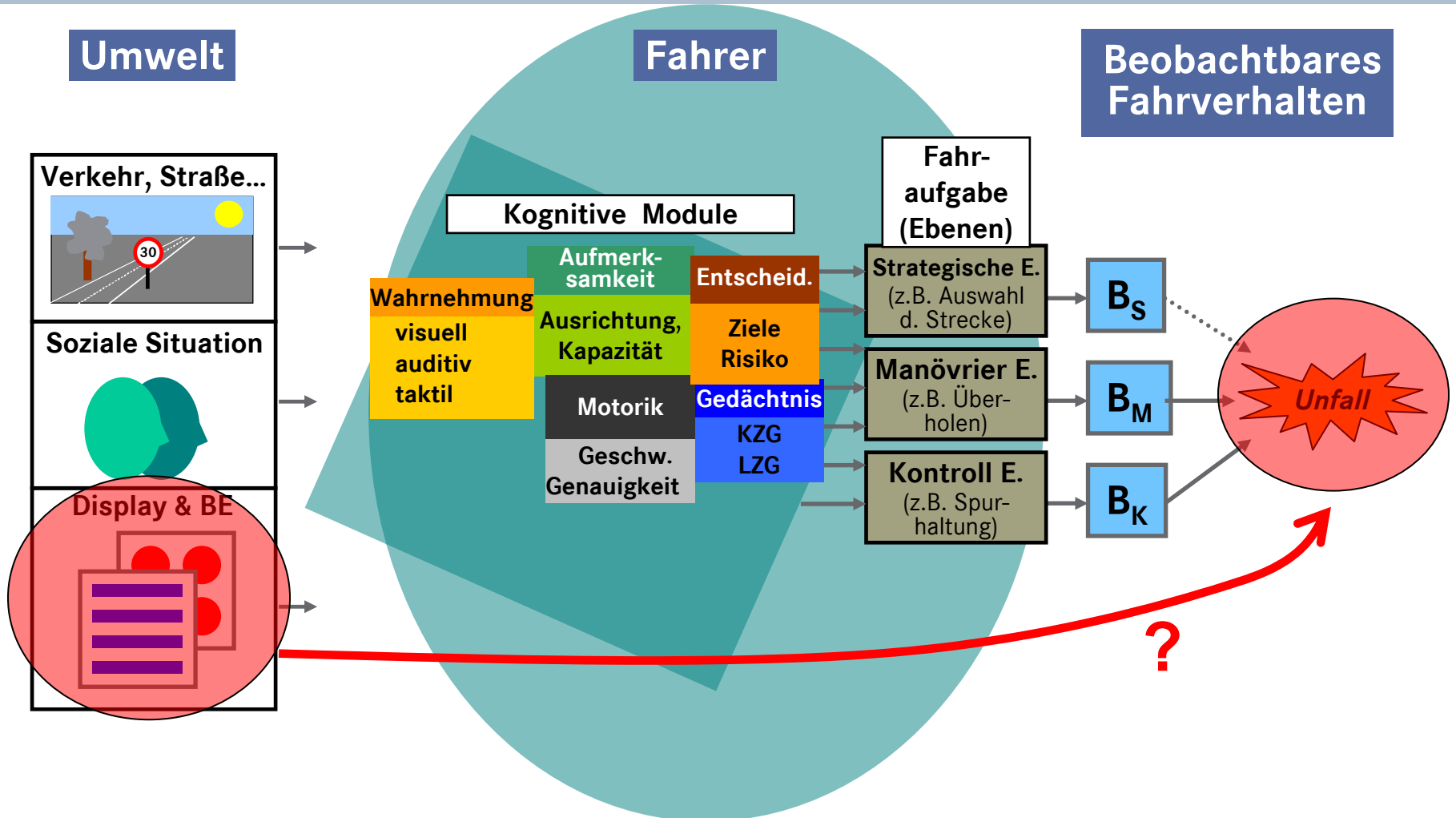
*Accident Analysis & Prevention, Mai 2004*

# Einführung

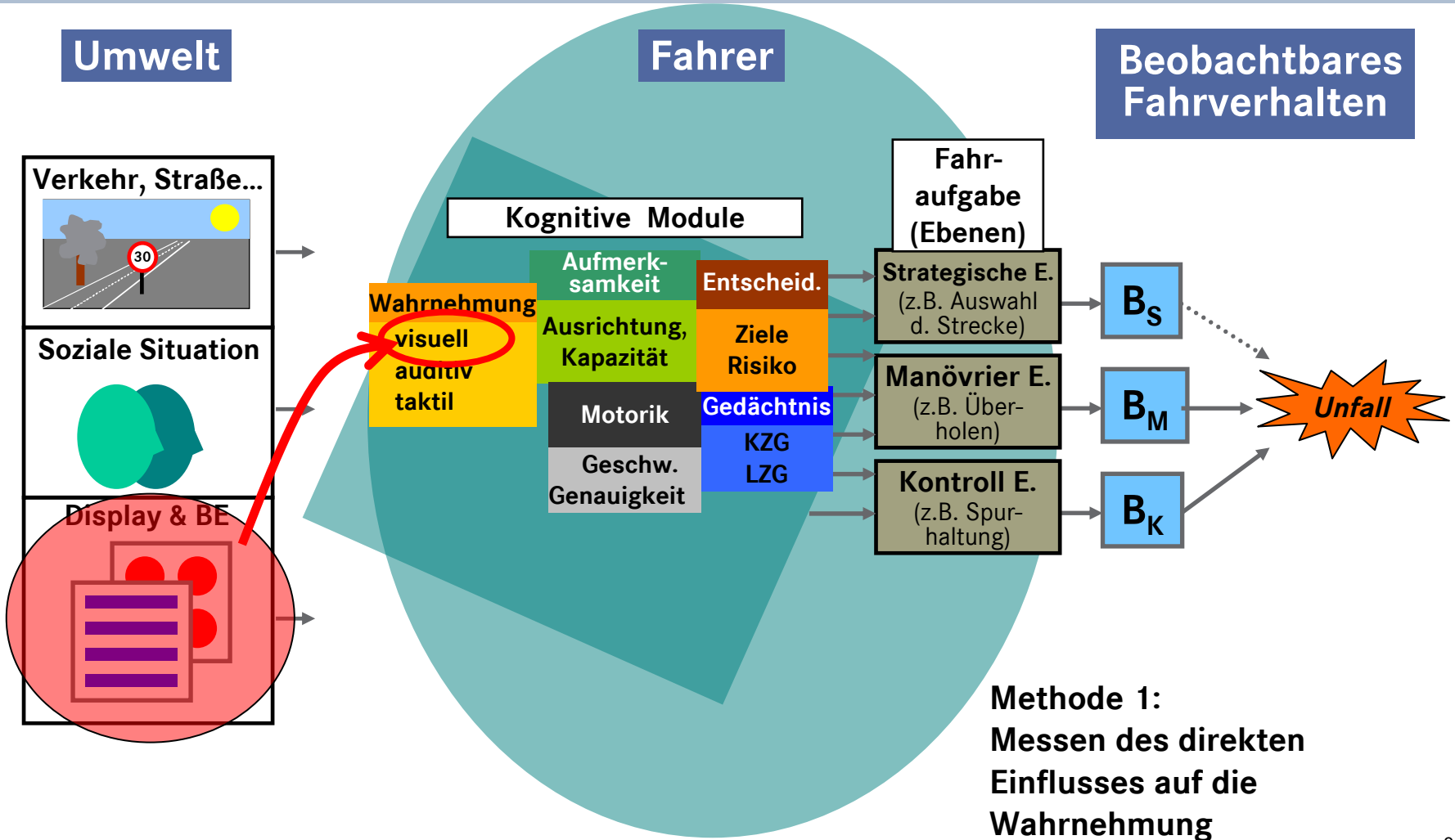
Wer ist betroffen/interessiert?

- Öffentlichkeit (alle Verkehrsteilnehmer, Autokäufer)
- Behördliche Stellen (z.B. BMVBW, BAST, NHTSA, JAMA, ...)
- OEMs, Zulieferer (Haftung)

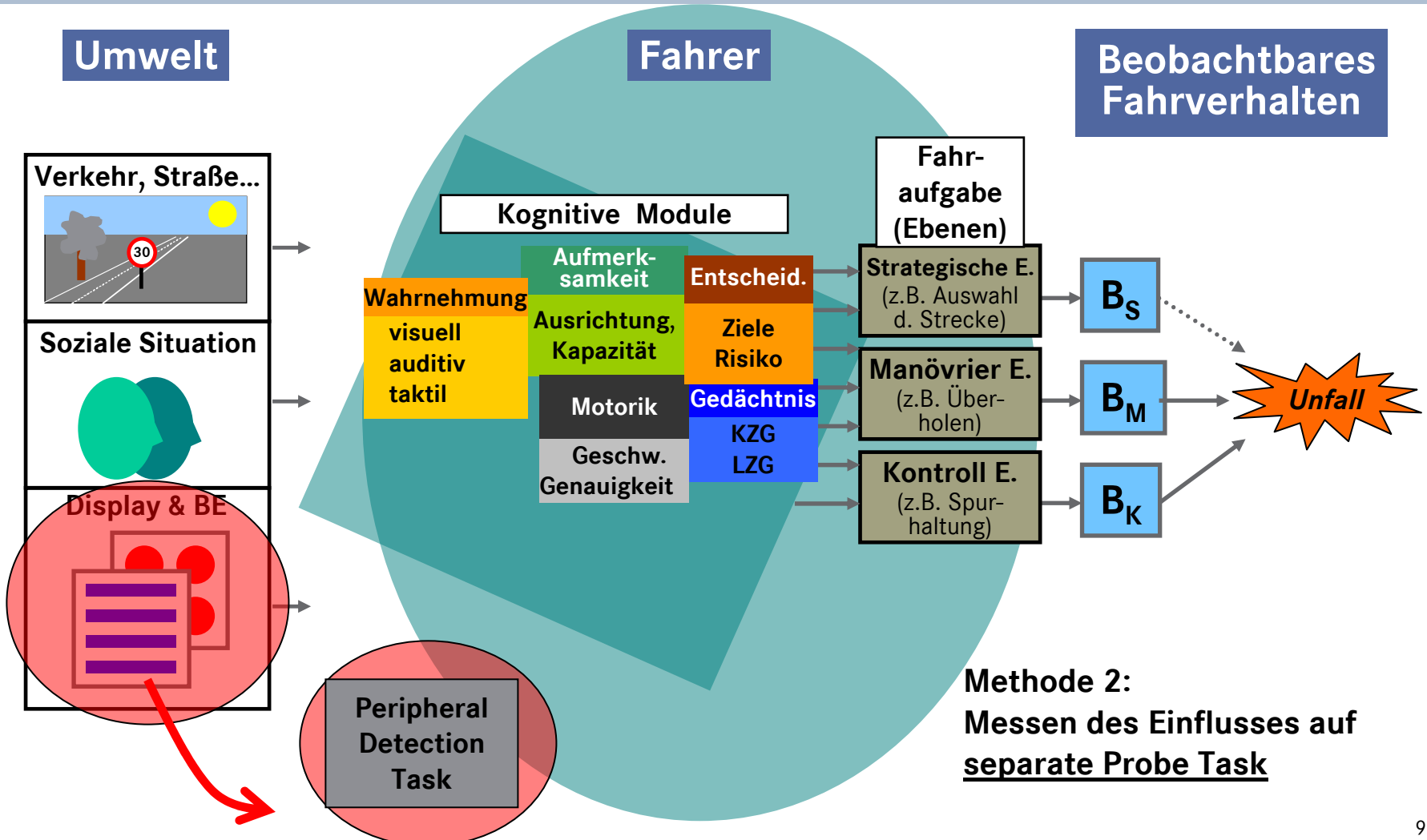
# Zusammenhang Situation – Fahrer - Verhalten



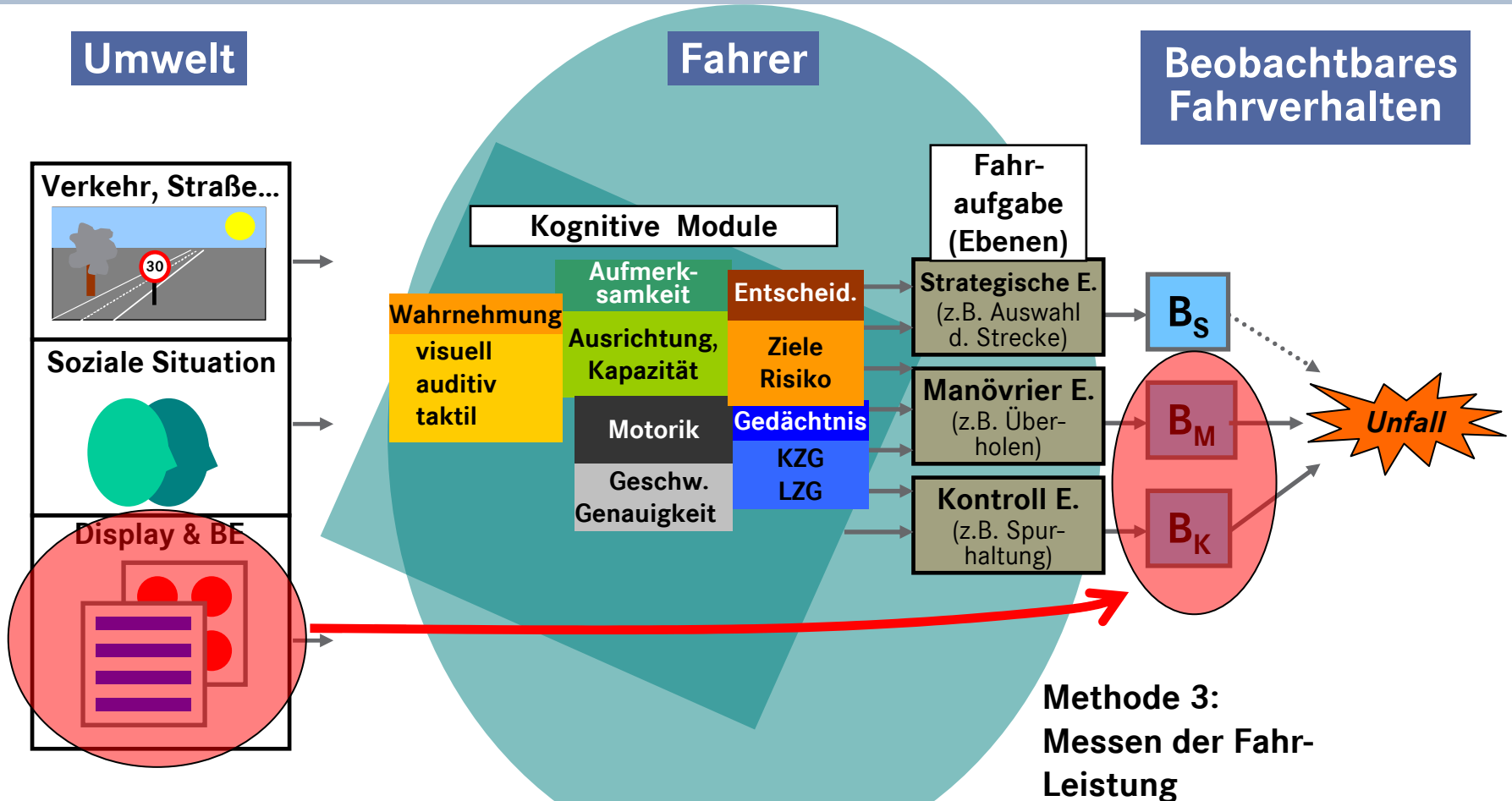
# Zusammenhang Situation – Fahrer - Verhalten



# Zusammenhang Situation – Fahrer - Verhalten



# Zusammenhang Situation – Fahrer - Verhalten



# Einführung

Reaktion der EU:

## **A European Statement of Principles on Human Machine Interface**

Commission Recommendation of 21 December 1999 on safe and efficient in-vehicle information and communication systems

Liste von Empfehlungen, aber für eine konkrete Überprüfung zu vage.

Reaktion der Hersteller:

**AAM (Alliance of Automobile Manufacturers)– Statement of Principles, Criteria and Verification Procedures on Driver Interactions with Advanced In-Vehicle Information and Communication Systems (USA 2001)**

Verwendet als Grundlage das EU-SoP; überprüfbare Kriterien sollen formuliert werden.

DAIMLERCHRYSLER

BMW Group



TOYOTA



ISUZU



FIAT

GM General Motors



mazda



VOLVO

## Projekt ADAM

Um offene Forschungsfragen im Rahmen der AAM-Guideline zu klären, wurde 2001 ein Projekt unter Beteiligung von DaimlerChrysler und BMW aufgesetzt:

### Advanced Driver Attention Metrics (ADAM)

Eines der Hauptziele war, eine Methode für die AAM-Guideline "Principle 2.1b" zu entwickeln:

**Einfache Methode zur Messung der Fahrerablenkung.**

**Im folgenden wird die Vorgehensweise bei Methodenentwicklung und -auswahl dargestellt.**

# Forschungsstrategie – 3 Phasen

Evaluation  
"Stand des  
Wissens"

⇒ Fahrerablenkung als Unfallursache

⇒ Methoden zur Messung von Ablenkung

Methodenentwicklung

- Okklusionsmethode
- Peripheral Detection Task
- Probe Reaction Task
- Lane Change Test
- Statischer Fahrsimulator
- ...

Vergleich / Korrelation



Kriterium

Dyn. Fahrsimulator Berlin

Validierung

ausgewählte Methode aus Phase 2

Vergleich/  
Korrelation



SAVE Fahrzeug (Feldversuch)

Differenzierung von künstlichen (logisch validen) Nebenaufg.



Phase 1

Phase 2

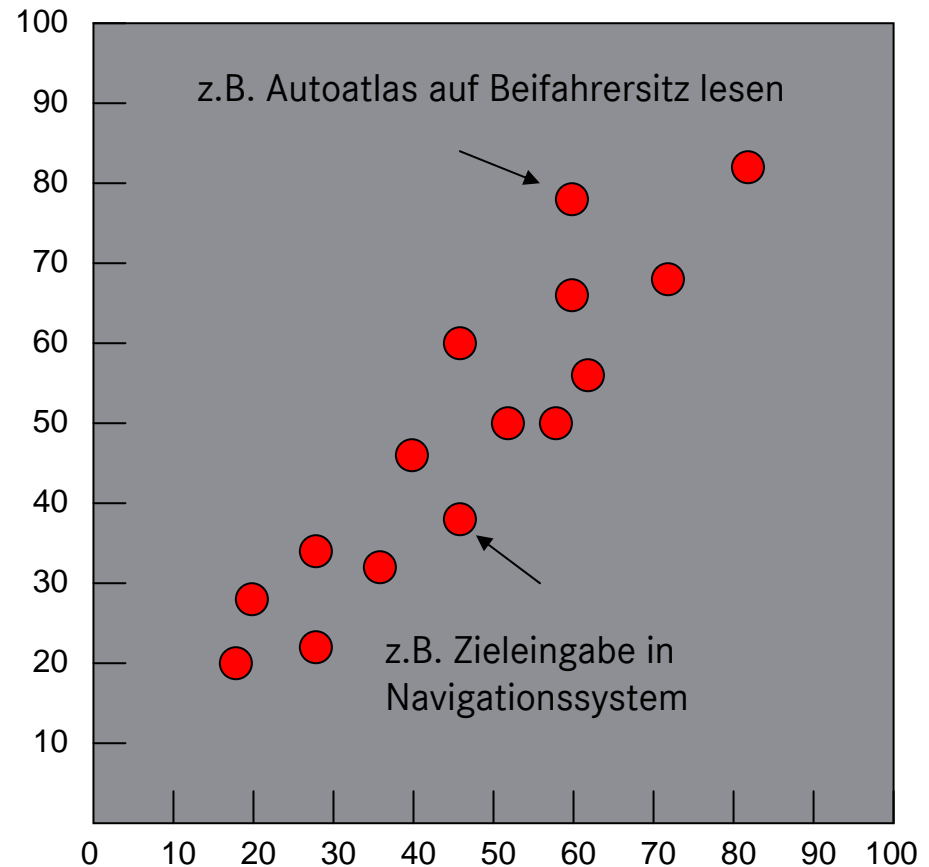
Phase 3

## Methodenauswahl in Phase 2 - Prinzip

Nebenaufgaben unterschiedlicher Schwierigkeit werden definiert.

Eine gute Einfachmethode (hier: "Test" sollte hoch mit dem Kriterium korrelieren, d.h. die Nebenaufgaben in die gleiche Reihenfolge bringen.

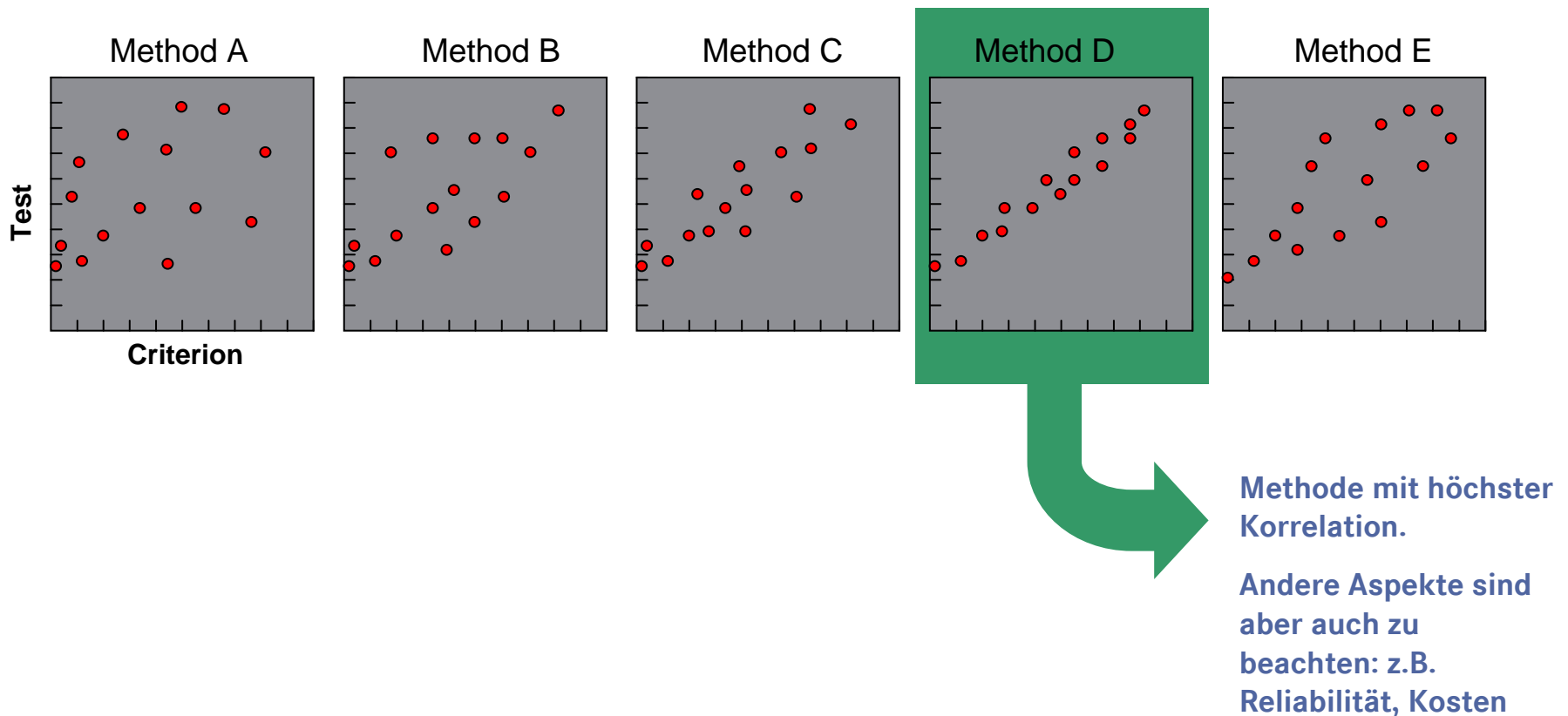
**Test**  
(Ablenkung, gemessen mit neuer/einfacher Methode)



**Kriterium (Ablenkung, gemessen mit aufwändiger Methode)**

## Methodenauswahl in Phase 2 - Prinzip

Der gleiche Satz von Nebenaufgaben wird mit mehreren Einfachmethoden untersucht.



# Methodenentwicklung – allg. Anforderungen

Methode soll mehrere Bedingungen erfüllen:

## **Einfachheit**

Soll überall/von jedem in der gleichen Weise durchgeführt werden können.

## **Reliabilität**

Im testtheoretischen Sinn, d.h. Messgenauigkeit

## **Validität**

Gültigkeit: soll wirklich Ablenkung erfassen

## **Kosten**

Methode muss z.B. auch für kleinere Zulieferer finanzierbar sein.

# Systematik der Methodenentwicklung



## Okklusion

Vergleicht Aufgabendauer mit vs. ohne Okklusion. Wenig Einfluss durch Okk. bei "guten,, Systemen



kein Reiz  
keine Reaktion

## Peripheral-Detection-Task

Einfache Reaktion auf visuellen Reiz



1 Reiz  
1 Reaktion

## Combined-Probe-Task

Wahlreaktion auf visuellen Reiz



3 Reize  
3 Reaktionen

## Lane-Change-Test

PC-basierte Fahrsimulation



3 Reize  
3 Reaktionen  
+ "Fahren"

## Static Driving Simulator



Komplexe Reize  
Komplexe Reaktionen  
(ähnlich Autofahrt)

Dual task

## Lane-Change-Test (1)



Doppelaufgabensituation:

1. Fahren
2. Bedienen

## Lane-Change-Test (2)

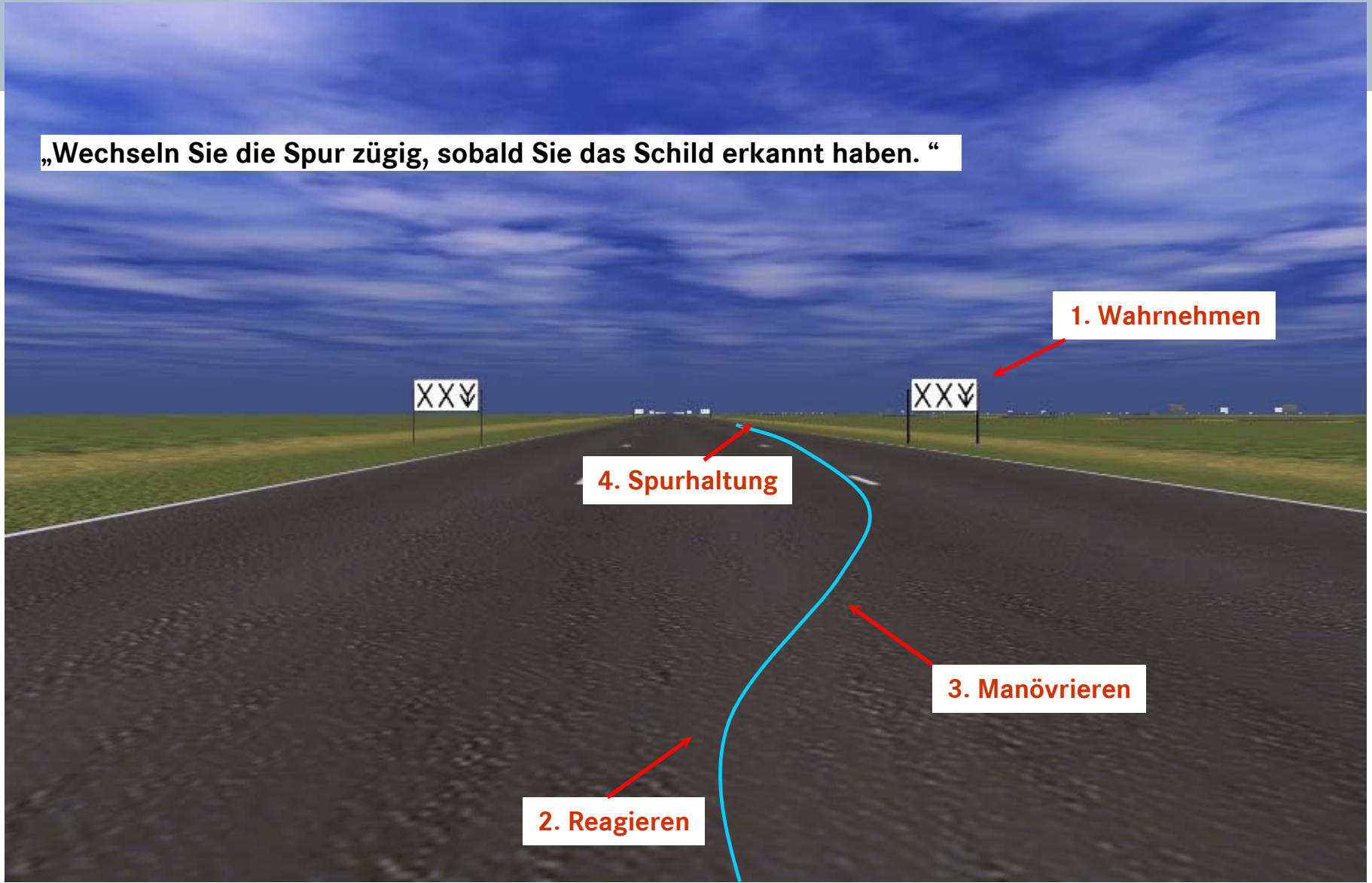
„Wechseln Sie die Spur zügig, sobald Sie das Schild erkannt haben.“

1. Wahrnehmen

4. Spurhaltung

3. Manövrieren

2. Reagieren



## Lane-Change-Test (2)

„Wechseln Sie die Spur zügig, sobald Sie das Schild erkannt haben.“

**Geschwindigkeit:** konstant 60 km/h  
**Abstand Schilder:** M=150 (140-188 m, exponentialverteilt)  
**Dauer:** ca. 3 min.  
**Spurwechsel:**

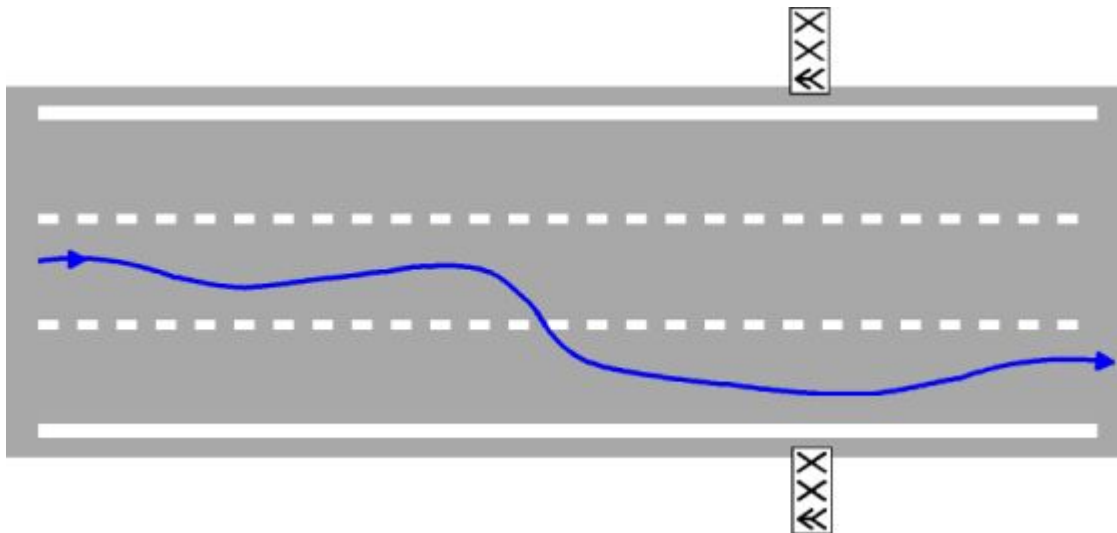
		nach Spur		
		1	2	3
von Spur	1	0	3	3
	2	3	0	3
	3	3	3	0

## Lane-Change-Test



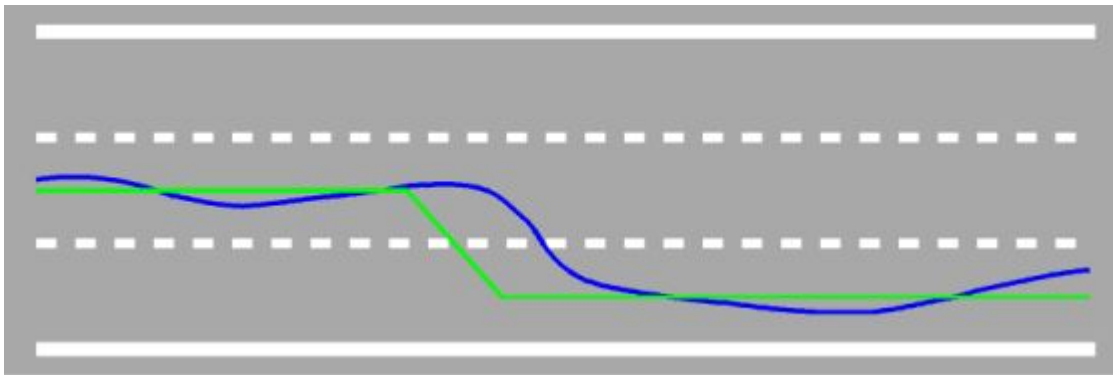
## Analyse (1)

Fahrspur wird aufgezeichnet.



## Analyse (2)

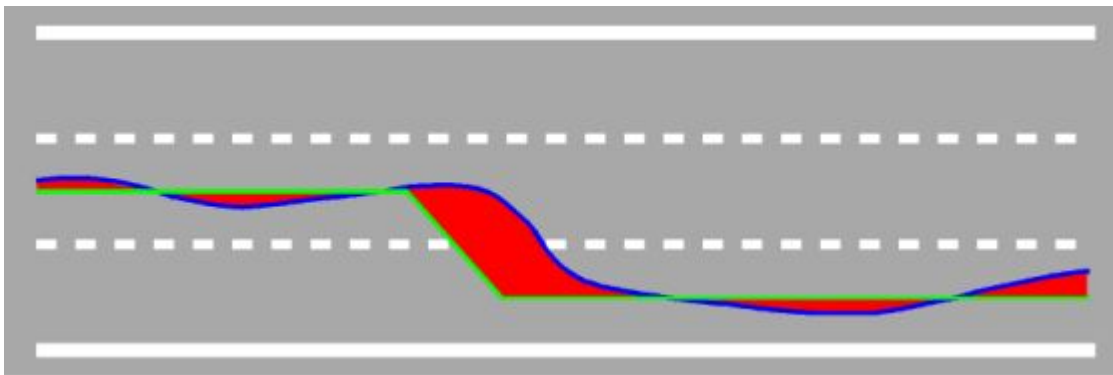
Ein einfaches **normatives Model** wird benutzt, um die Fahrleistung zu bewerten.



Alle Parameter dieses Modells sind festgelegt. D.h., Anpassung des Modells an Verhaltensdaten in jedem Experiment ist nicht notwendig. Die einzigen Parameter des Modells sind zum einen der Beginn des Spurwechsels (Abstand zum Schild) und zum anderen die Steigung.

## Analyse (3)

**Fläche** zeigt die Fahrqualität.



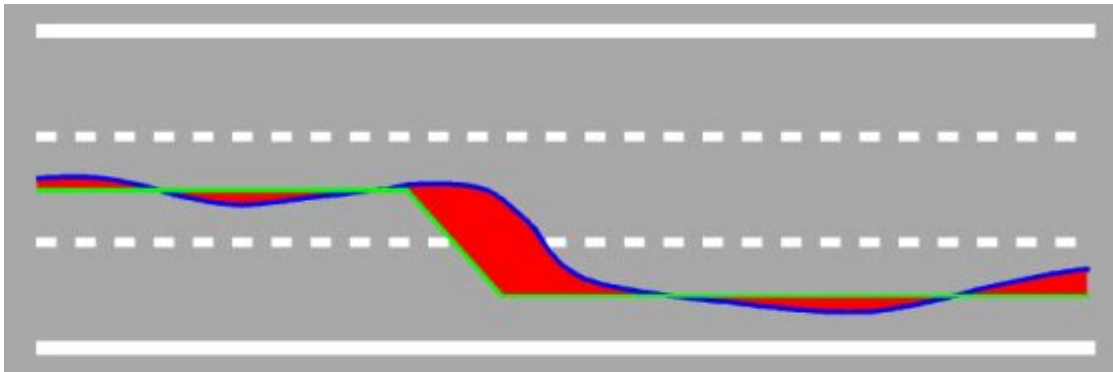
Die Fläche wird beeinflusst durch:

- Wahrnehmung (verpasstes Schild)
- Reaktion
- Manövrier-Verhalten
- Spurhaltung

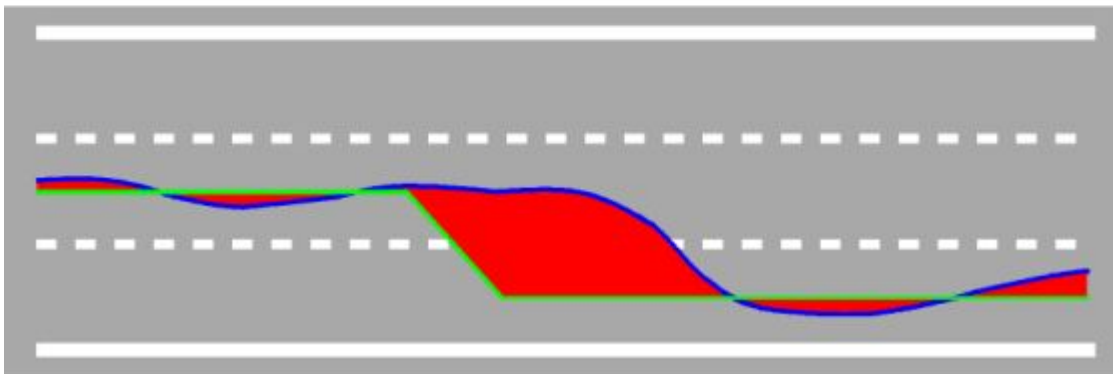
Dieser Vergleich zwischen Verhaltensdaten und normativem Modell liefert ein einzelnes Leistungsmaß, so dass eine automatisierte und objektive Analyse gewährleistet ist.

## Analyse (4)

### Reaktion: Einfluss auf die Fläche



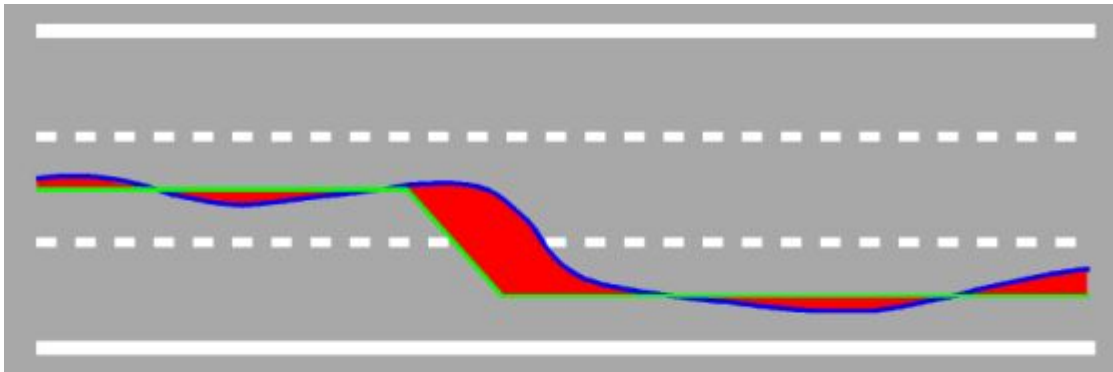
**Frühes Reagieren**  
**= kleine Fläche**



**Spätes Reagieren**  
**= große Fläche**

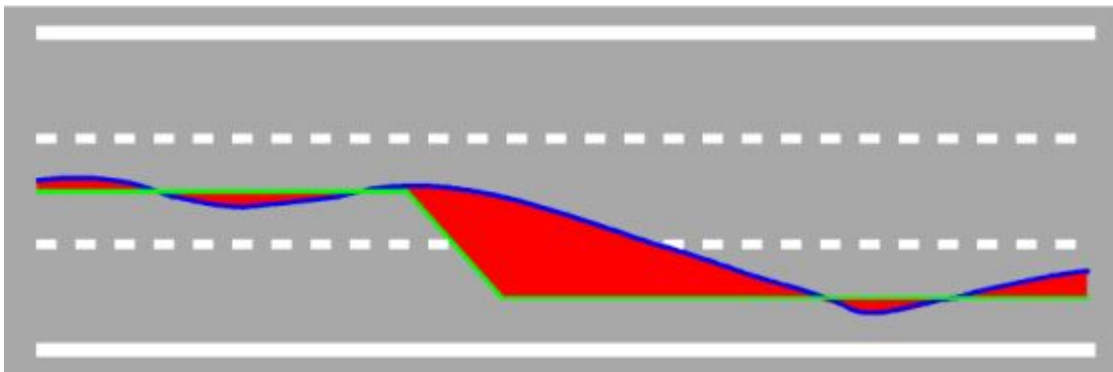
## Analyse (5)

### Manövrieren: Einfluss auf die Fläche



**Gutes Manövrieren**

**= kleine Fläche**

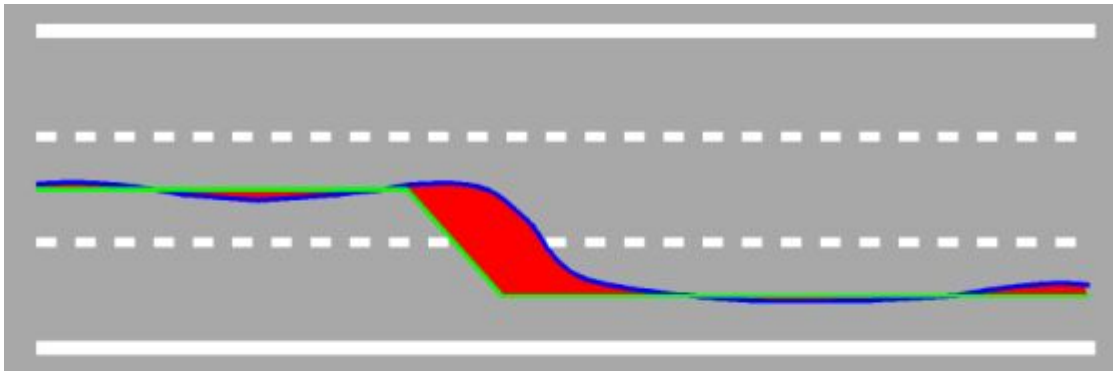


**Schlechtes Manövrieren**

**= große Fläche**

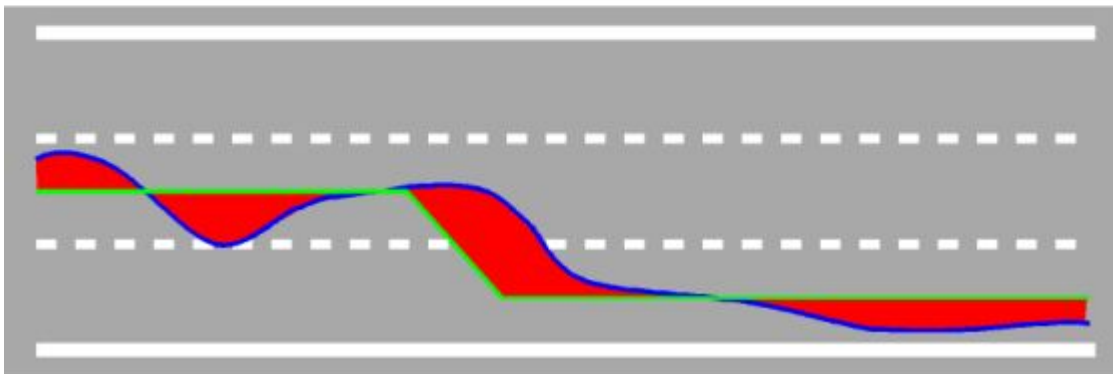
## Analyse (6)

### Spurhaltung: Einfluss auf die Fläche



**Gute Spurhaltung**

**= kleine Fläche**

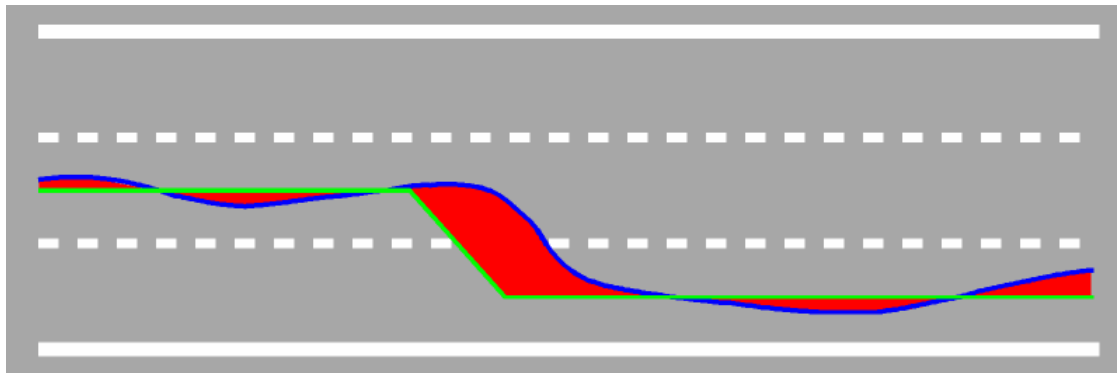


**Schlechte Spurhaltung**

**= große Fläche**

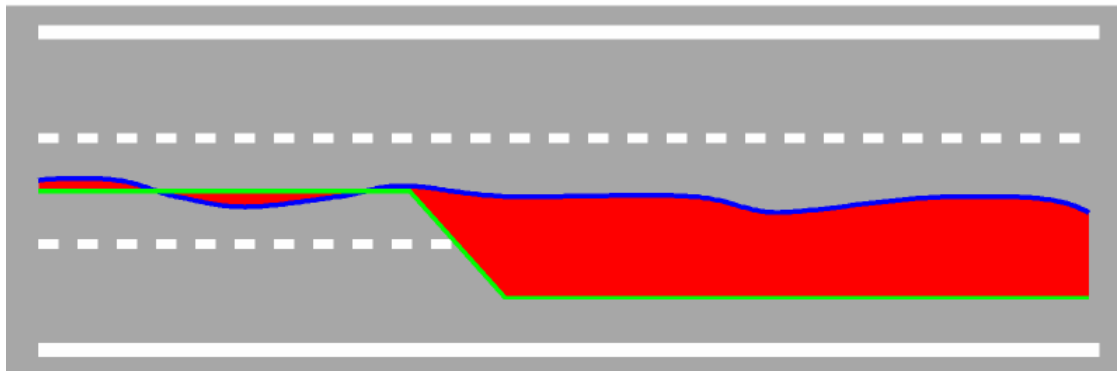
## Analyse (7)

### Wahrnehmung (Schild verpasst): Einfluss auf die Fläche



**Reagieren auf Schild**

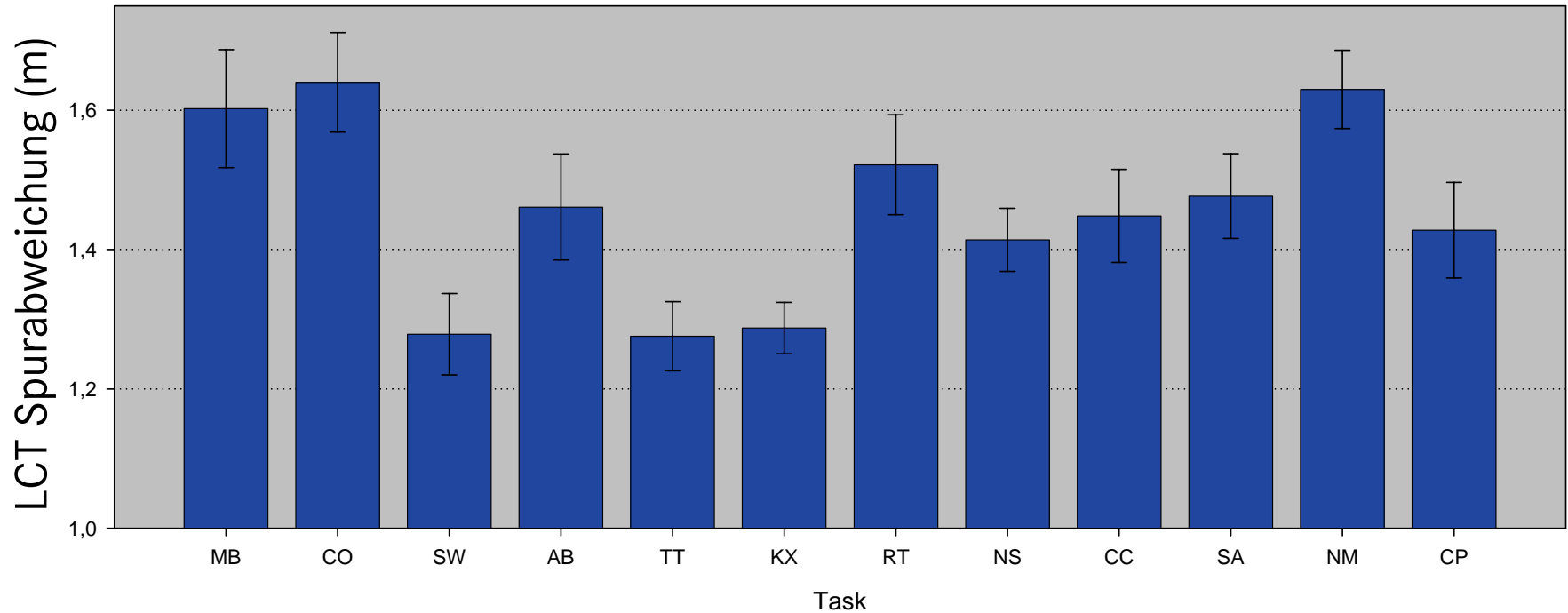
**= kleine Fläche**



**Schild verpasst**

**= große Fläche**

## Ergebnis (Beispiel)

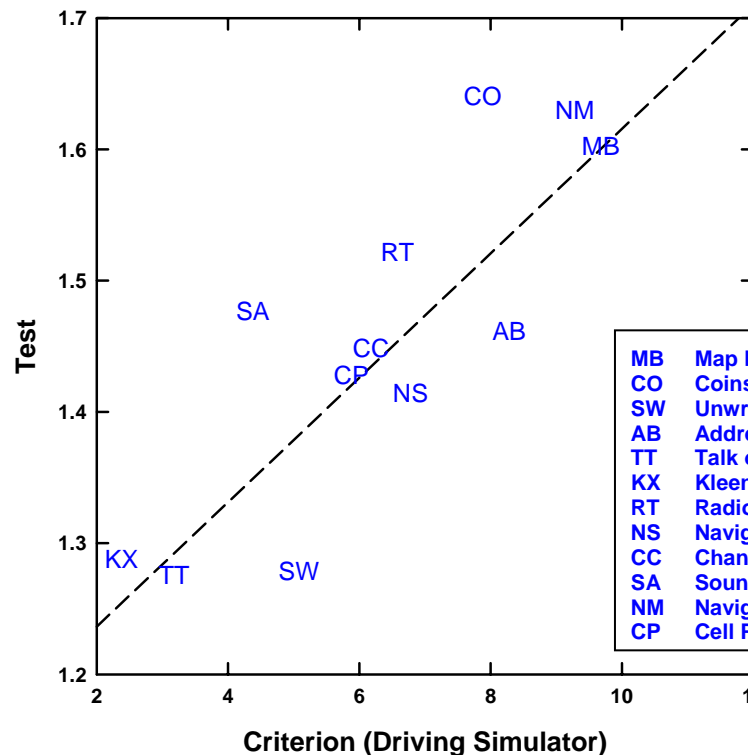
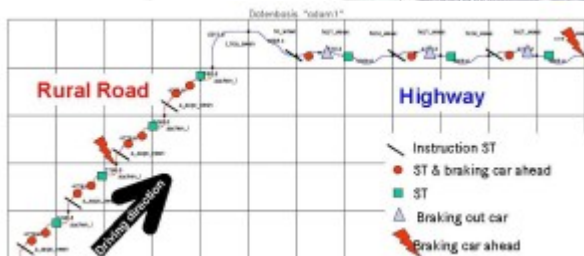


<b>MB</b>	<b>Map Book</b>	<b>RT</b>	<b>Radio Tuning</b>
<b>CO</b>	<b>Coins</b>	<b>NS</b>	<b>Navigation Speller</b>
<b>SW</b>	<b>Unwrap Sweets</b>	<b>CC</b>	<b>Change Cassette</b>
<b>AB</b>	<b>Address Book</b>	<b>SA</b>	<b>Sound Adjustment</b>
<b>TT</b>	<b>Talk on Telephone</b>	<b>NM</b>	<b>Navigation Map</b>
<b>KX</b>	<b>Kleenex</b>	<b>CP</b>	<b>Cell Phone</b>

**Dynamischer Fahrsimulator Berlin**  
**n = 85 Probanden**  
**12 Nebenaufgaben**



Maße	
Workload	Subjectives Rating
Blickverhalten	% „eyes off road“
Laterale Kontrolle	Error Direction (max, sd), Lateral Acceleration (max, sd), Steering Wheel Angle (sd), TLC (min, mn, sd), Yaw Velocity
Longitudinale Kontrolle	TTC (min), speed (sd, difference before-during ST), amount events distance to leading vehic < 5 sec,



Gute Übereinstimmung  
 zwischen LCT und  
 Kriterium!

$r = 0.835$

- MB Map Book
- CO Coins
- SW Unwrap Sweets
- AB Address Book
- TT Talk on Telephone
- KX Kleenex
- RT Radio Tuning
- NS Navigation Speller
- CC Change Cassette
- SA Sound Adjustment
- NM Navigation Map
- CP Cell Phone

# Forschungsstrategie – 3 Phasen

Evaluation  
"Stand des  
Wissens"

⇒ Fahrerablenkung als Unfallursache

⇒ Methoden zur Messung von Ablenkung

Methodenentwicklung

- Okklusionsmethode
- Peripheral Detection Task
- Probe Reaction Task
- Lane Change Test
- Statischer Fahrsimulator
- ...

Vergleich / Korrelation



Kriterium

Dyn. Fahrsimulator Berlin

Validierung

ausgewählte Methode aus Phase 2

Vergleich/  
Korrelation



SAVE Fahrzeug (Feldversuch)

Differenzierung von künstlichen (logisch validen) Nebenaufg.



Phase 1

Phase 2

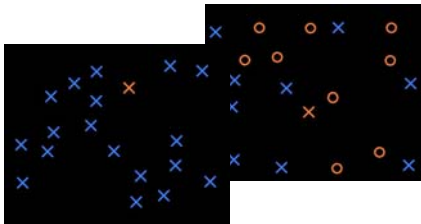
Phase 3

## Validierung LCT bei künstlichen Nebenaufgaben

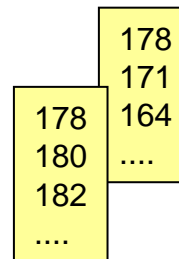
Strategie in Phase 2 und im Feldversuch von Phase 3: "wahre" Anordnung von Nebenaufgaben mit viel Aufwand feststellen

Strategie hier: Aufgaben untersuchen, deren Anordnung bekannt ist.

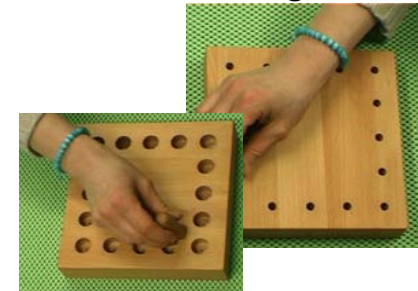
Visuelle Aufgabe



Kognitive Aufgabe



Motorische Aufgabe



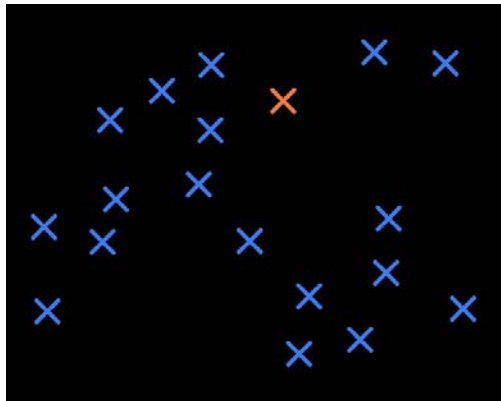
**Zusatznutzen:** es sollte sich zeigen, für welche Form der Belastung (visuell, kognitiv, motorisch) LCT sensitiv ist.

# Visuelle Aufgabe **Voice Key**



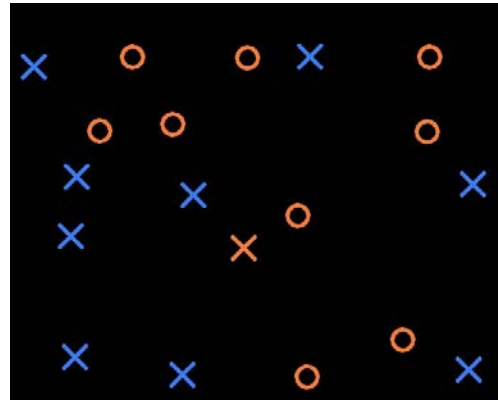
**Aufgabe:** „Finde das braune X oder das blaue O“

**Feature search**



**Bedingung: einfach**

**Conjunction search**



**Bedingung: schwer**

**Details:**

- Vp's antworten: „X“ bzw. „O“. Reaktion wird aufgezeichnet.
- Versuchsleiter vermerkt Antwort durch Knopfdruck (X or O); ca. 500 ms
- Nächste Aufgabe unmittelbar nach Eingabe von Versuchsleiter.
- Dauer 3 Minuten.

# Kognitive Aufgabe

„Zähle von [...] vorwärts in 2er-Schritten“



Bedingung: einfach

„Zähle von [...] rückwärts in 7er-Schritten“



Bedingung: schwer

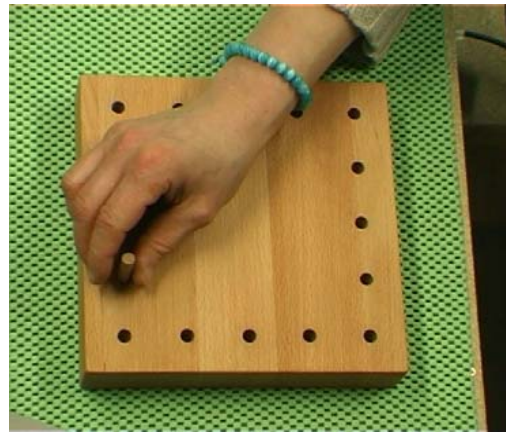
## Motorische Aufgabe

**Aufgabe „Stecke den Holz-Stift in jedes Loch im Uhrzeigersinn ohne auf des Brett zu schauen und drehe den Stift“**



**Bedingung: einfach**

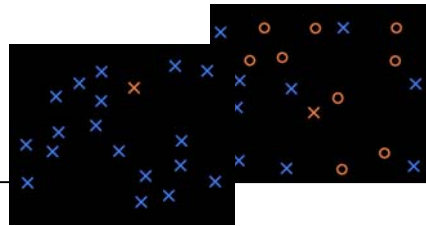
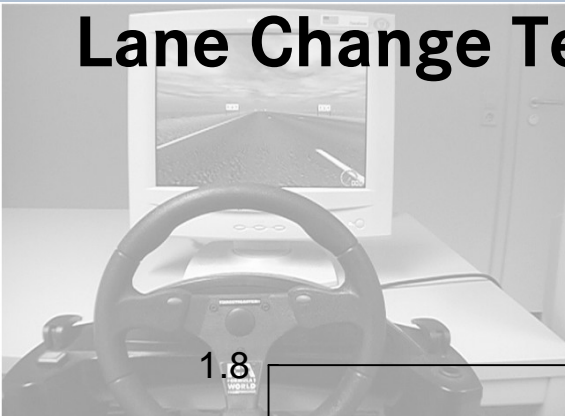
**großer Stift, runde Kanten**



**Bedingung: schwer**

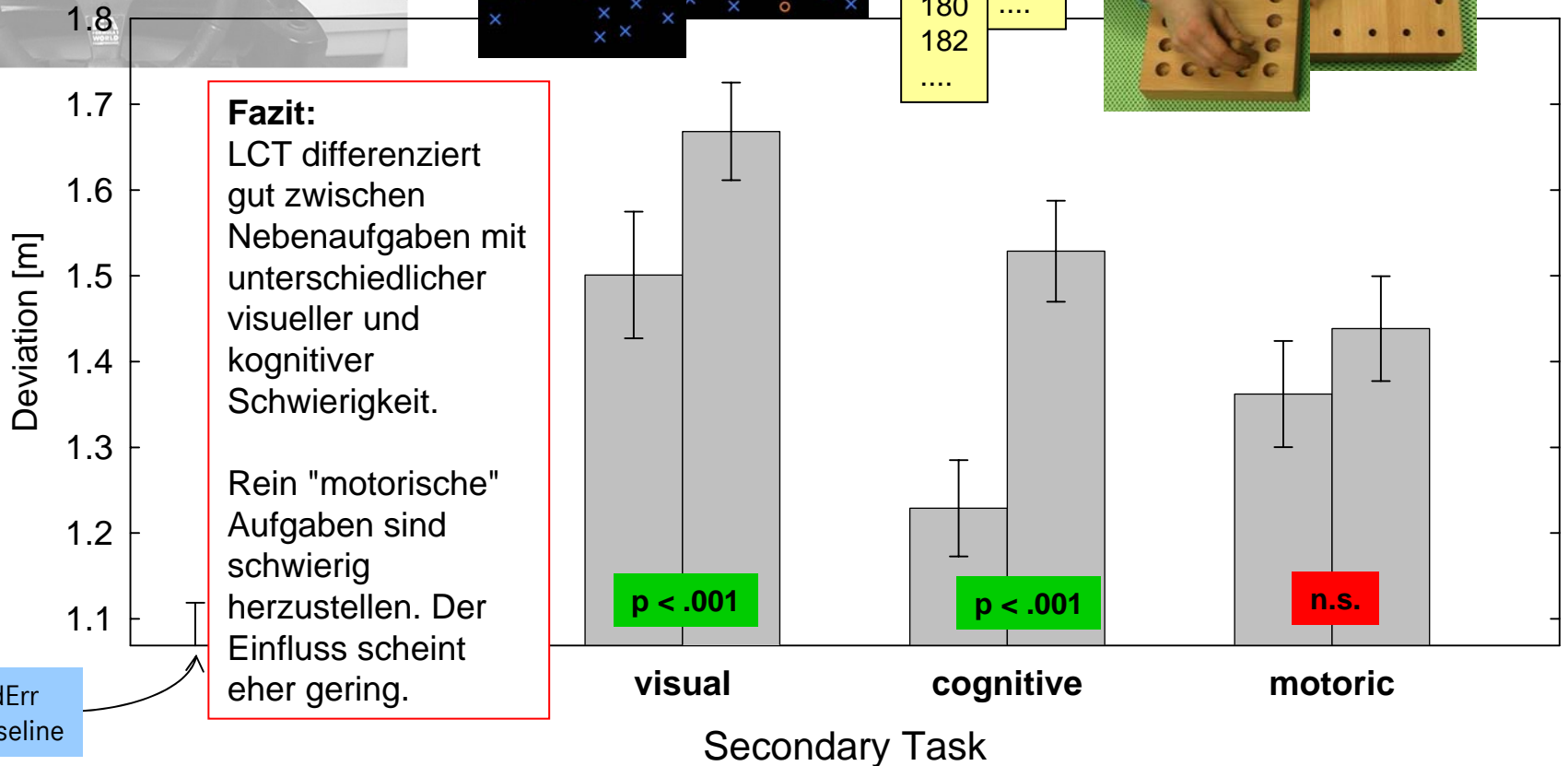
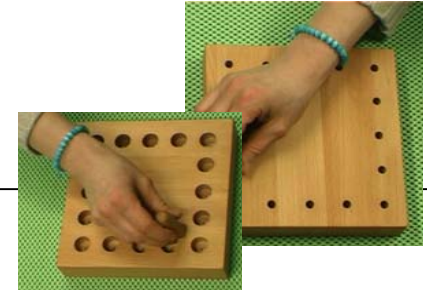
**kleiner Stift, scharfe Kanten**

# Lane Change Test



178  
180  
182  
....

178  
171  
164  
....



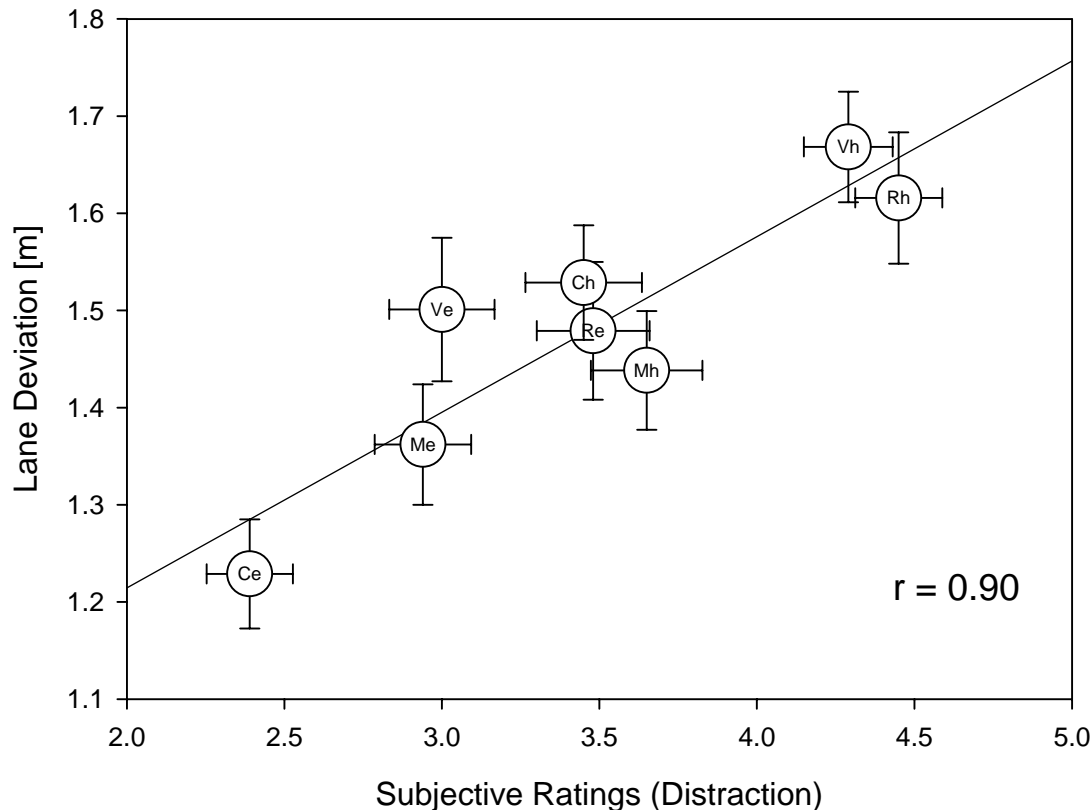
**Fazit:**  
LCT differenziert gut zwischen Nebenaufgaben mit unterschiedlicher visueller und kognitiver Schwierigkeit.

Rein "motorische" Aufgaben sind schwierig herzustellen. Der Einfluss scheint eher gering.

StdErr  
Baseline

# Subjektive Beurteilung der Ablenkung

**LCT**



In mehreren Studien zeigte sich, dass der LCT-Wert gut mit der subjektiven Beurteilung der Probanden (unmittelbar nach der 3-min Fahrt) übereinstimmt.

# aktuell

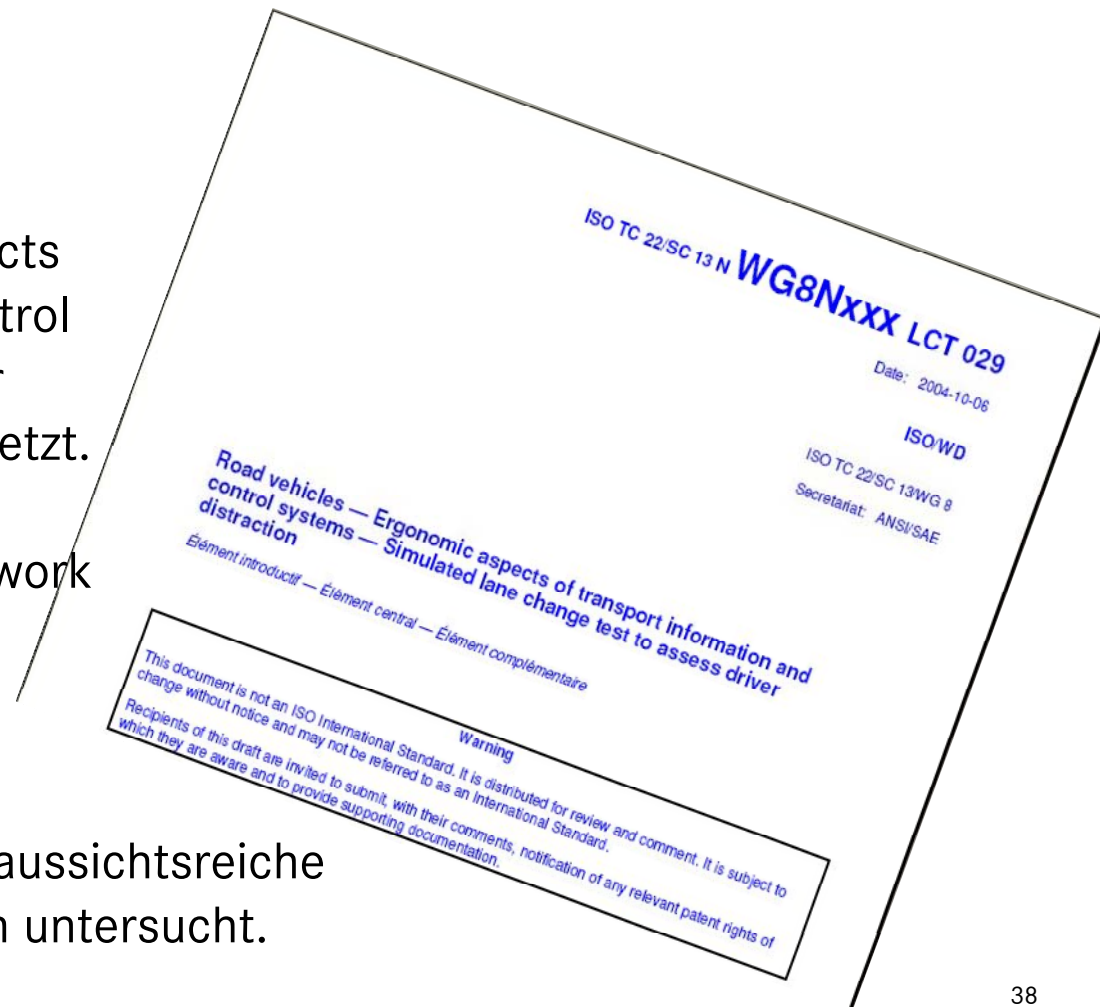
## ISO-Normierung

ISO TC22/SC13/WG8  
(Road vehicles - Ergonomic aspects of transport information and control systems) hat eine Task Force zur Standardisierung der LCT eingesetzt.

Seit September 2005 offizielles work item (ISO 26022)

## EU-Projekt AIDE

28 Projektpartner; LCT wird als aussichtsreiche Methode von mehreren Partnern untersucht.



# Software

Die Software zur Durchführung und Auswertung der LCT wird auf Anfrage kostenlos zur Verfügung gestellt. Bitte wenden Sie sich an Dr. Mattes:  
***stefan.mattes@daimlerchrysler.com***



## Anwendung

### **LCT wird bei DC eingesetzt:**

- Entwicklung von Einzelkomponenten (z.B. Bedienelemente) für die Geschäftsbereiche
- Prüfung von Gesamtsystemen kommender Baureihen
- Vergleich von Wettbewerbern

Derzeit ist LCT noch kein offizieller Schritt im "Mercedes Development System", da Einbindung in AAM-Guideline noch aussteht.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**