

Technologie für automatisiertes Fahren nutzergerecht optimiert

# FAHRERERLEBNIS BEIM WECHSEL ZWISCHEN AUTOMATISIERUNGSTUFEN (SAE L2 / L3)

## Motivation

- ▶ Durch die Cockpitgestaltung eines LKWs mit teil- und hochautomatisierten Fahrfunktionen **Auto Pilot** und **Assistenz Plus (A+)** (SAE L3 / L2) muss den Fahrer stets seine momentanen Aufgaben und Freiheiten klar werden
- ▶ **Ziel** - Das multimodale HMI soll das Modusbewusstsein und das Fahrerlebnis innerhalb eines häufigen Automationsstufenwechsels aufrechterhalten
- ▶ Eine besondere Herausforderung stellt dabei die Identifikation möglicher verschiedener Einflüsse der einzelnen HMI-Komponenten auf das Gesamterlebnis dar

## PKW-Ableitung TANGO HMI

### Visuelle Komponente

- ▶ **LED-Leiste** - Farbkodierung Automationsstufen
- ▶ **Tachoeinheit** - L0 - L3 Statusanzeigen mit Pop Ups
- ▶ **Head-Unit** - Platzhalterbild
- ▶ **Tablet** - Nebentätigkeiten

### Akustische Komponente

- ▶ **Töne**
- ▶ **Sprachansage**

### Haptische Komponente

- ▶ **Sitzvibration** Aktivierung - Deaktivierung - Take Over

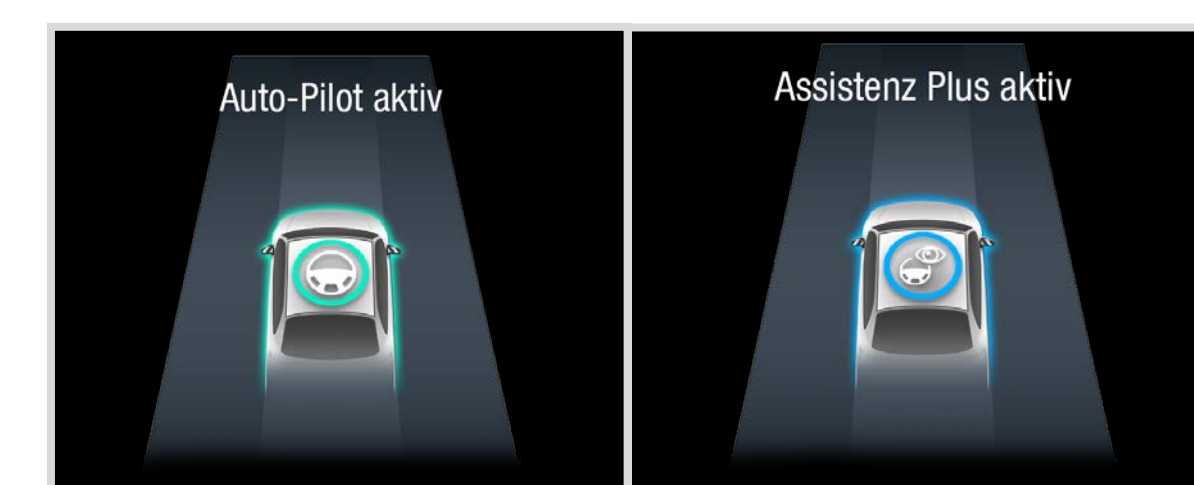

 Abbildung 1  
HMI Versuchsaufbau

 Abbildung 2  
Pop-Ups der beiden Automationsstufen

 Abbildung 3  
Sitzvibration durch Taktile Sitzmatrix

## Auswertung (Auswertung in Arbeit)

### Beanspruchung in kritischer Situation

- ▶ L2 - **46,8** von **220** (SEA-Skala)
- ▶ L3 - **30,2** von **220** (SEA-Skala)

### Visuelle Anzeigen

- ▶ Konsistente und eindeutige Darbietung des Systemzustands

### Akustische Signale

- ▶ Gerade Sprachansagen wurden nicht zu Ende gehört bis Aktion erfolgt

## Erstes Fazit

### Transitionswechsel

- ▶ Semantische Trennung zwischen **A+** Taste und **Auto Pilot** Tasten möglichst deutlich gestalten

### Visuelle Anzeigen

- ▶ Konsistente und eindeutige Darbietung des Systemzustands gelungen

### Sitzvibration

- ▶ Gerade bei Übernahmeaufforderung deutlicher als in anderen Situationen

### Nebentätigkeit – Quiz

- ▶ Relativ vereinnahmend

## Methodik

- ▶ Fahrsimulatorstudie mit 30 Probanden in zwei Versuchsbedingungen  
 $\bar{\varnothing}$  41,6 Jahren, 20 LKW-, 3 Bus-, 7 sonstige Vielfahrer,  $\bar{\varnothing}$  84.500 km/Jahr
- ▶ In jeder Versuchsbedingung fanden Transitionen zwischen manueller Fahrt, L2 und L3 statt (Fahrdauer in den Automationstufen von ca. 12 Minuten)  
Durch beide Versuchsfahrten wurden alle Transitionsmöglichkeiten durchlaufen
- ▶ **Subjektive Beurteilung** während (im Anschluss der Transition) und nach der Fahrt und durch ein System-Freeze
- ▶ **Objektive Bewertung** Schilderererkennungsaufgabe und Quiz als Nebentätigkeit
- ▶ Blick-, Tiefenbild- und Videodaten zur Entwicklung der Fahrerbeobachtung

## Unabhängige Variablen

### Mixed-Factor-Versuchsdesign

- ▶ **Within** - Alle Transitionen werden von einer Versuchsperson erlebt  
Zwei verschiedene Fahrtenreihenfolgen  
 ↑ - systemseitiger Vorschlag (aufsteigend)  
 ↓ - systemseitige Übergabeaufforderung (absteigend)
 

1. Fahrt	L0	↑	L2	↑	L3	↓	L2	↓	L0
2. Fahrt	L0	↑	L3	↓	L2	↑	L3	↓	L0
1. Fahrt	L0	↑	L3	↓	L2	↑	L3	↓	L0
2. Fahrt	L0	↑	L2	↑	L3	↓	L2	↓	L0
- ▶ **Between** - Systemfehler (letzte Fahrt) jeweils in L2 und L3

## Abhängige Variablen

Fahrerbeobachtung	Beanspruchung – Modusbewusstsein - Fahrerlebnis	
	Objektiv	Subjektiv
Tiefenkamera	Peripheral Detection Task – PDT	Subjektiv erlebte Anstrengung – SEA
SmartEye-Kamera	Quiz	Befragung und Fragebogen zum Fahrerlebnis (Likert-Skala)

## Feedback

	Auto Pilot	A+	
Was fehlt?	Nichts	16	14
	Abstand / Geschwindigkeit zum Vorderfahrzeug	5	7
	Infos zum Systemfehler „Achtung Stau“	3	3
	Überholverbot	2	1
	Infos zur Erkennung anderer Verkehrsteilnehmer durch das System	1	1
	HUD / GPS / Route	1	1
			1
Was ist unnötig?	Nichts	21	17
	Sitzvibration	4	5
	LED-Leiste und Farbkodierung	2	4
	Leuchtende Aktivierungsknöpfe	1	1
	Menge an Infos beim Aktivieren / Deaktivieren	1	1
			1
			1
Was ist wichtig?	LED-Leiste / LED-Farbkodierung	12	9
	Sprache / Akustisches Signal	9	10
	Tachoeinheit + Visualisierung und Symbolik	11	7
	Alles ist wichtig	4	2
	Reststreckendauer im Tacho	3	3
	Sitzvibration	2	5
	Beendigung von A+	1	1
Anmerkungen	Momentan fehlendes Vertrauen in die Technik	5	2
	Alles gut / Begeisterung	7	1
	In realer Welt nicht für LKW nutzbar	2	1
	Akzeptanz bei älteren Fahrern eher niedrig	3	1
	Zu viel Vertrauen in das System	1	1
	Realistischere Nutzung als A+	1	3
			3