



Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

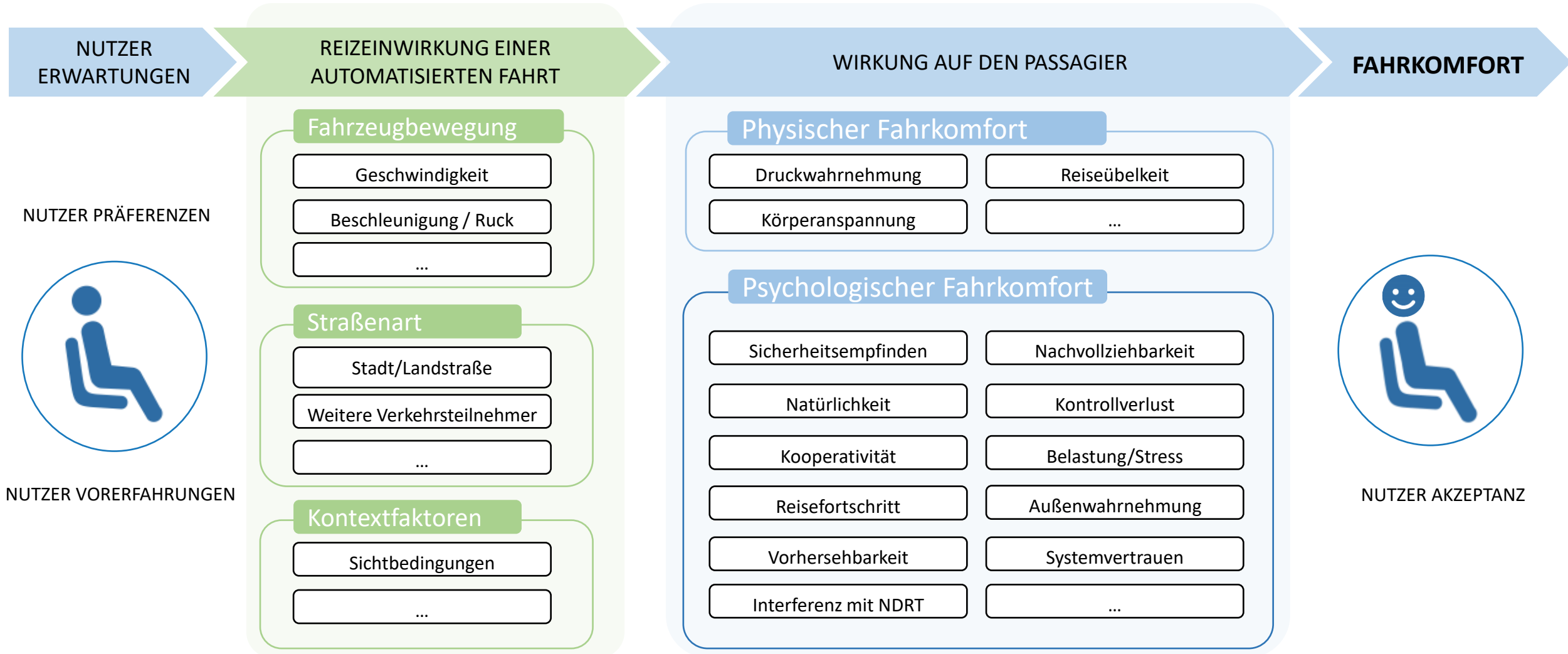
Der Beitrag des Fahrverhaltens zum angemessenen und komfortoptimierten automatisierten Fahren

RUMBA Abschlussevent

24.04.2024 | Renningen

Dr. Martin Albert, CARIAD SE
Stefanie Horn, Robert Bosch GmbH

FAHRKOMFORT in RUMBA



EINSATZ VON CHAUFFEUREN IN RUMBA

PROBLEM

WAS WIR LÖSEN WOLLEN

Objektive Kriterien für Entwicklung und Evaluierung von Fahrstilen



HERAUSFORDERUNG

WAS ES UNS ERSCHWERT

Fahrkomfort ist stark subjektiv und hängt von vielen Einflussparametern ab



ANSATZ

WIE WIR ES LÖSEN

Chauffeursfahrstil als Referenz, komfortables Fahren abgelenkter Passagiere (wie beim L4 Fahren)

Vergleich Komfortempfinden Chauffeur vs. Automatisierung



(Deep) Inverse Reinforcement Learning
→ AI Driving Style



Beobachtung und Befragung von Chauffeuren

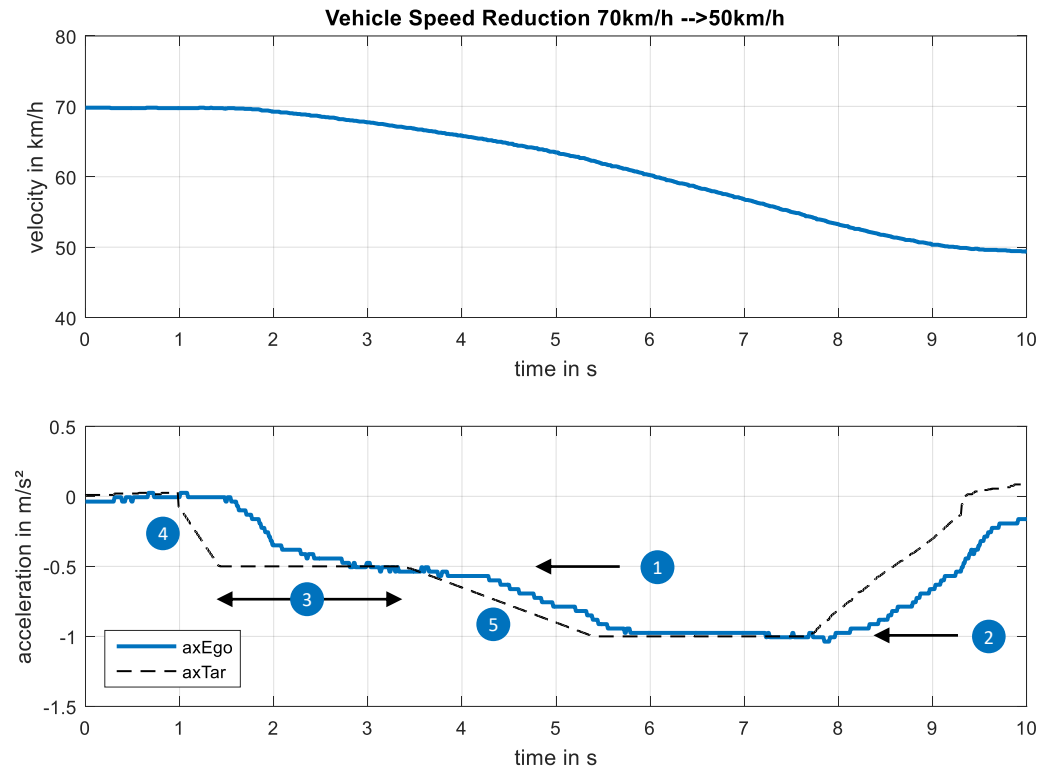


Aufzeichnung des Fahrstils von Chauffeuren



Qualitative Analyse von einzelnen Fahrmanövern
→ Ableitung 2-Step Beschleunigungsverhalten

2-STEP BESCHLEUNIGUNGSPROFIL



KONZEPT

- Ableitung eines zweistufigen Beschleunigungsprofils aus Chauffeursdaten:
 - ① Beschleunigungsniveau Step1,
 - ② Beschleunigungsniveau Step2,
 - ③ Zeit im Step1,
 - ④ Ruck Step1,
 - ⑤ Ruck Step2

WIRKUNG AUF PASSAGIERE

- Fahrverhalten wirkt **sehr vorausschauend und natürlich**
- Tendenziell **höhere Komfortbewertung** mit Two-Step, insbesondere wenn (Mit)Fahrer durch eine Nebenaufgabe abgelenkt sind
- Two-Step Beschleunigungsprofil (beschleunigend/verzögernd) konnte signifikant die **Entstehung von Reiseübelkeit während einer Stop&Go Fahrt lindern**

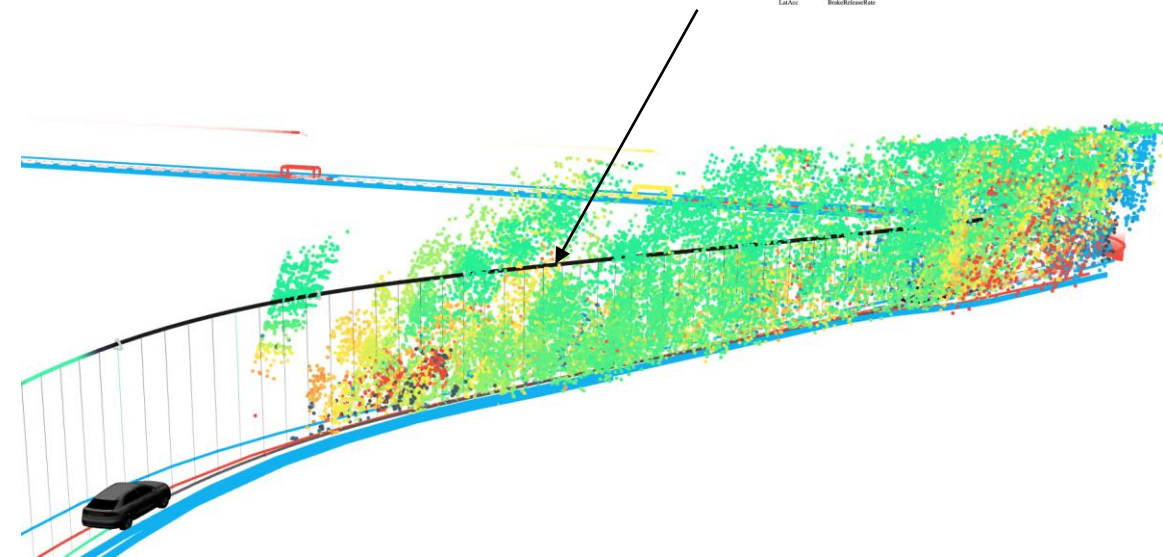
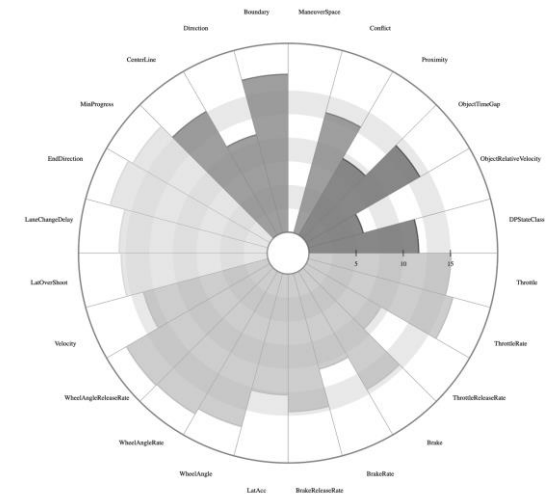
AI DRIVING STYLE

WAS WIR LÖSEN WOLLEN

- Optimierung von Fahrstil und Fahrverhalten zur Abstimmung auf Innenraumkonfiguration und fahrfremde Tätigkeiten
- Herstellung eines erwartungskonformen und situationsangemessenen Fahrverhaltens
- Bewusste Gestaltung des Fahrverhaltens zur Kommunikation mit den Insassen (Sicherheit,..)

WIE WIR ES LÖSEN

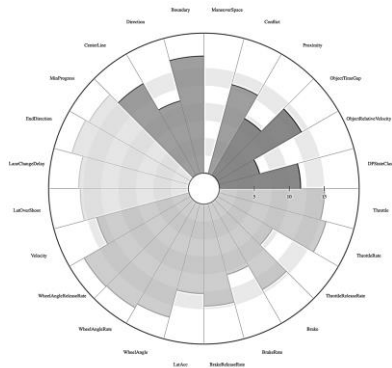
- Nutzung eines suchbasierten Planers, welcher eine Vielzahl an möglichen Lösungen exploriert und diese anhand definierter Kostenfunktionsparameter auswählt.
- Das Wunschverhalten wird durch Demonstrationen gezeigt welche für (Deep) Inverse Reinforcement Learning Ansätze genutzt werden



AI DRIVING STYLE

KONZEPTE

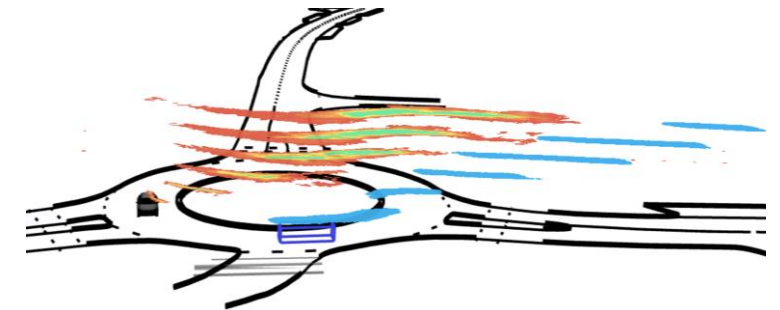
BASIS



DYNAMISCHE PARAMETRIERUNG



WEITERENTWICKLUNG



HERAUSFORDERUNGEN & LEARNINGS

KOMPLEXITÄT DES URBANEN RAUMS

- Beobachtung, Untersuchung und Beschreibung unterschiedlicher Fahrstile sehr komplex
- Erzeugung eines natürlichen & erwartungskonformen Fahrstils erfordert gute Erkennung der Situation

POTENTIAL AI BASIERTER LÖSUNGSANSÄTZE

- Automatische Lernprozesse können Limitierungen manueller Applikation umgehen
- Generalisierung über eine Vielzahl von Situationen
- Skalierbare Erweiterung des Szenenverständnis

Untersuchte EINFLUSSFAKTOREN auf FAHRKOMFORT

Anwesenheit und Verhalten anderer **VERKEHRSTEILNEHMER** sowie das **VERKEHRSSZENARIEN** können u.a. Sicherheit, Vertrauen & Komfort beeinflussen



LÄNGSVERZERZÖGERUNGEN von bis zu -1.5 m/s^2 werden generell eher präferiert (gegenüber $-2.5, -3.5 \text{ m/s}^2$)



QUERBESCHLEUNIGUNGEN bis zu 2 m/s^2 wirken tendenziell zu langsam und 4 m/s^2 zu schnell

Mit **NEBENTÄTIGKEIT** werden weniger Diskomfort-Events wahrgenommen



Beim **Sitzen auf dem Rücksitz** eingeschränktes **SICHTFELD** nach Vorne & Hinten wirkt sich negativ auf den Fahrkomfort aus

FAZIT

- **Fahrstil auf Basis von beobachteten Fahrverhalten**
 - **CHAUFFEURSFAHRSTIL:** Daten bieten gut nutzbare Indikatoren für Beschleunigungen, Rucke und Verhaltensweisen
 - **AI DRIVING STYLE:** lernt aus vielfältigen demonstrierten Fahrverhalten und kann sich so flexibel an unterschiedliche Verkehrssituationen anpassen
 - **AUTOMATISIERUNG VS. MANUELLE STEUERUNG:** Chauffeur/Fahrer-Insassen-Vertrauensverhältnis nicht direkt im HAF abbildbar
- **Einflussfaktoren auf Fahrkomfort**
 - **FAHRSTIL:** Beschleunigung und Ruckverhalten
 - **EXTERNE BEDINGUNGEN:** Auswirkung von Straßentyp und anderen Verkehrsteilnehmern
 - **SITZPOSITION & NEBENTÄTIGKEIT:** Sichtfeld und visuelle Ablenkung beeinflussen Situationsbewusstsein
 - **INDIVIDUELLES KOMFORTEMPFINDEN:** natürliche Variabilität in Wahrnehmung von Komfort



Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher
Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

Vielen Dank für Ihr Interesse.



C A R I A D
A VOLKSWAGEN GROUP COMPANY

wivw

CanControls
The Art of Image Understanding



studiokurbos



BOSCH
Technik fürs Leben

spiegelInstitut



Universität Stuttgart

KTD



HOCHSCHULE
DER MEDIEN