

Anforderungen zur Interaktion mit automatisierten Fahrzeugen im Mischverkehr

Brüggemann, N.; Hauber, K.; Engeln, A.

Literaturanalyse zur externen Kommunikation

1 Ziel

Aufarbeitung
Forschungsstand zur
externen
Kommunikation

2 Methode

1. Recherche: Online-Datenbanken, Bibliothekskataloge
2. Analyse im Hinblick auf die Verwertbarkeit im Projekt SALSA
3. Auswahl und Zusammenfassung
4. Ableitungen für SALSA
5. Aufbereitung als „One Pager“ (Überblick eines Themas auf ca. einer Seite)

3 Ergebnisse

6 One Pager zu den Fragestellungen:

- Wie verhalten sich Fußgänger gegenüber automatisierten Fahrzeugen und wie erleben sie diese?
- Wie ist die Wahrnehmung und Interaktion von Radfahrern mit AVs?
- Wie verhalten sich manuelle Autofahrer gegenüber AVs und wie erleben sie diese?
- Welche Erkenntnisse zur Gestaltung von eHMIs gibt es?
- Welche spezifischen Verkehrsszenarien im Mischverkehr, insbesondere mit vulnerablen Verkehrsteilnehmern, müssen bei der Kommunikation von AVs berücksichtigt werden?
- Wie können automatisierte Fahrzeuge prosoziales Verhalten bei anderen Verkehrsteilnehmern fördern?

4 Diskussion

→Aufgrund heterogener Anforderungen Radfahrer, Pkw Fahrer und Fußgänger gesondert betrachten (kritische Situationen für Radfahrer sind z.B. Einfädelungen in fließenden Verkehr (Berge et al., 2024))

→Studien zu eHMI vorrangig mit Fußgängern, weniger mit Radfahrern und Pkw Fahrern

Literatur: Berge, S. H., de Winter, J., Cleij, D., & Hagenzieker, M. (2024). Triangulating the future: Developing scenarios of cyclist-automated vehicle interactions from literature, expert perspectives, and survey data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 23, 100986. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100986>

Unfallanalyse automatisierte Fahrzeuge mit Radfahrern

1 Ziel

Analyse Ursachen von
Unfällen zwischen
Radfahrern und AVs

2 Methode

- Deskriptive Dokumentenanalyse der 915 Unfallberichte des CA DMV (California Department of Motor Vehicles, 2026)
- Erstellung eines Kategoriensystems
- Analyse von 20 Unfallberichten zwischen AVs und Radfahrern von 2019-2025

3 Ergebnisse

Car Business	Waymo	Cruise	Zoox	Argo	WeRide	
	9 (45%)	6 (30%)	3 (15%)	1 (5%)	1 (5%)	
Roadway Type	Intersections	Other				
	14 (70%)	6 (30%)				
Type of Collision AV	Rear End	Side Swipe	Head on	Broadside	Vehicle/Ped.	No inform.
	6 (30%)	5 (25%)	3 (15%)	3 (15%)	1 (5%)	2 (10%)

4 Diskussion

→Unfallursachen nicht auf Wetter, Lichtverhältnisse oder Straßenbeschaffenheit beziehbar

→häufiges Auffahren der Radfahrer auf automatisierte Fahrzeuge

Synthese der Nutzeranforderungen an die externe Kommunikation im Mischverkehr

1 Ziel

- Zusammenführen der von Audi, BASF, FKFS, HdM, INVENSITY, Uni Stuttgart & studiokurbos ermittelten Anforderungen
- Gemeinsame Entwicklung von Gestaltungsräumen zur nutzergerechten Kommunikation

2 Methode

1. Syntheseworkshop
 - a. Vorstellung Ergebnisse der empirischen Studien
 - b. Extraktion Key Learnings durch Teilnehmer
 - c. Strukturierung der Key Learnings zu Themenclustern
 - d. Ausformulierung Opportunity Areas
2. Nachbereitung Opportunity Areas durch HdM



Beobachtung in SF zur Ermittlung von Nutzeranforderungen

1 Ziel

Erfassung der Erfahrungen
und Einstellungen von
Verkehrsteilnehmern
bezüglich AVs



28/01 – 03/02/2025



Innerstädtisches San Francisco

Qualitatives Studiendesign:

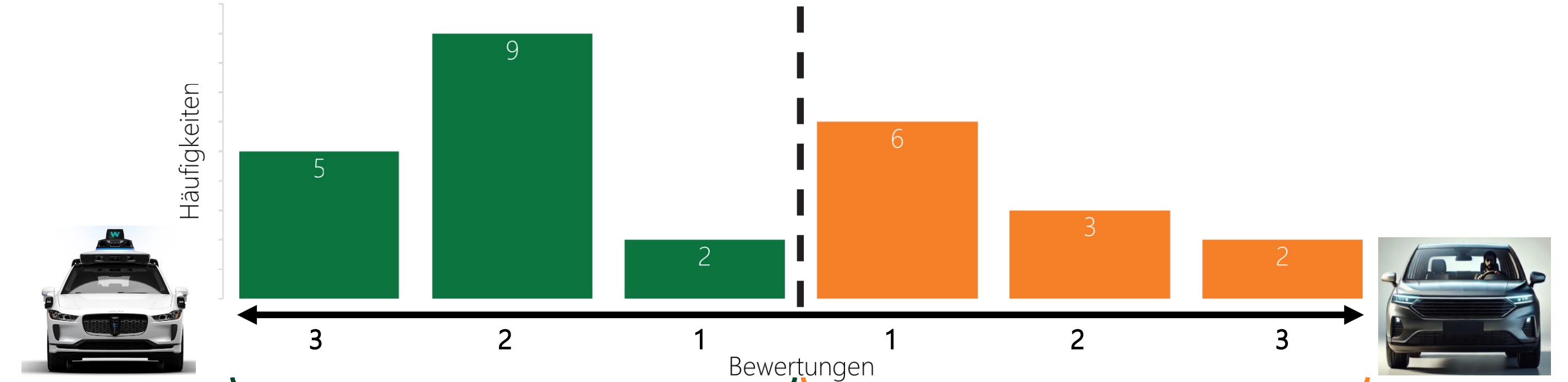
Semi-strukturierte Interviews
mit ad-hoc rekrutierten
Probanden (N = 28)



Beobachtungen im
öffentlichen Straßenverkehr
(N = 13)

3 Ergebnisse

Mit welchem Fahrzeug würden Sie lieber im Straßenverkehr interagieren?



59% (n=16) bevorzugen die Interaktion mit einem automatisierten Fahrzeug

41% (n=11) bevorzugen die Interaktion mit einem manuellen Fahrzeug

Argumente für Präferenzen

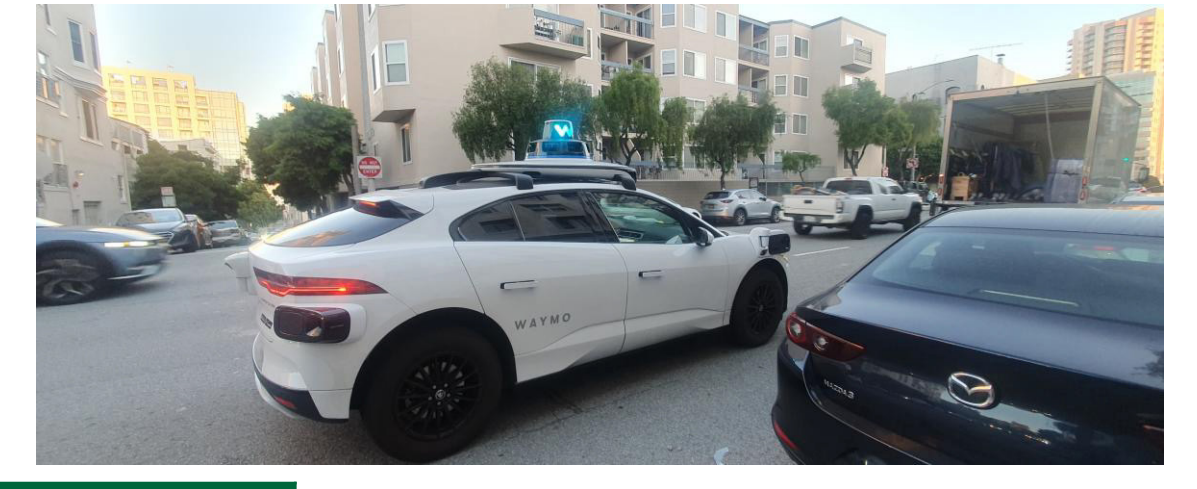
- + Vertrauensaufbau durch wiederholte Interaktionen & Beobachtungen (n=17)
- + Weniger „menschliche“ Fehler (n=12)
- + Regelkonformes & defensives Fahren (n=11)
- + Neuheitscharakter und Neugier (n=5)
- Verkehrsblockaden durch AVs (n=7)
- Geringes Technikvertrauen (n=6)
- Fehlende Kommunikationskanäle (kein Augenkontakt, Gesten) (n=5)
- Mangelnde Vorhersehbarkeit (n=4)

Wahrnehmung des eHMI

- 85% der Befragten haben das eHMI der AVs nicht wahrgenommen
- Gefordert für Interaktionen in geringer Distanz: klare Kommunikation und Bestätigung erkannt zu sein

Identifizierte Problemsituationen

- Engstellen: AV fährt, obwohl andere Fahrzeuge bereits entgegenkommen
- Einfädelsituationen: AV benötigt größeren Abstand als Verkehr anbietet und schafft Spurwechsel nicht (siehe Abb. 1)
- Kreuzungen: AV bremst beim rechts abbiegen den von links kommenden Pkw Verkehr aus



Erwartungen an das Verhalten des AVs

Anteil Nennungen pro Verkehrsteilnehmergruppe (Mehrfachnennungen möglich)	n = 12			n = 15			n = 3		
	Person	Person	Person	Person	Person	Person	Person	Person	Person
Defensives & prosoziales Fahren	42%	77%	100%						
Regelkonformes Fahren	50%	23%	0%						
Vorhersehbares Verhalten	25%	23%	0%						
Ausgewogen & durchsetzungsfähig	17%	0%	0%						

→ Unterschiedliche Erwartungen an das AV Verhalten je nach Verkehrsteilnehmergruppe
→ Mit der Vulnerabilität des Verkehrsteilnehmers steigt das Bedürfnis nach Prosozialität
→ Von Autofahrern wird defensives AV Verhalten u.a. ausgenutzt (n=3)

4 Diskussion

- In spezifische Problemsituationen sollten **Intentionen** deutlicher **kommuniziert** werden.
- Für **vulnerable** Verkehrsteilnehmer ist Rückmeldung besonders wichtig, um das **Sicherheitsgefühl** zu verbessern
- eHMI-Signale müssen klar erkennbar, intuitiv interpretierbar und situationsangemessen gestaltet werden
- Ein etwas offensiveres Verkehrsverhalten der AVs könnte die Integration in den Verkehrsfluss verbessern

3 Ergebnisse

11 ausgearbeitete Opportunity Areas:

Förderung des Sicherheitsempfindens von AVs	Verkehrssicherheit fördern
Förderung der Akzeptanz von AVs	Verkehrsfluss unterstützen
Fehlerhafte Interaktionen vermeiden	eHMIs gestalten
Implizite und menschliche Kommunikationswege nutzen	Bewertungs- und Untersuchungsmethoden konzipieren
Prosoziales Verhalten fördern	Standardisierung und Regelungen vorantreiben
Erlernbarkeit fördern	