



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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kamerabasierte Nutzerzustandserkennung zur Schätzung von Fahrkomfort und Motion Sickness

24.04.2024 Bosch-Campus, Renningen

Kamerabasierte Nutzerzustandserkennung

Motivation

Zielsetzung:

Optimales Nutzererlebnis einer hochautomatisierten Fahrt

- Übernahmebereitschaft
- Motion Sickness
- Fahrkomfort

Lösungsansatz:




Nutzung von bzw. Ergänzung durch videobasierte Nutzerzustandserkennung

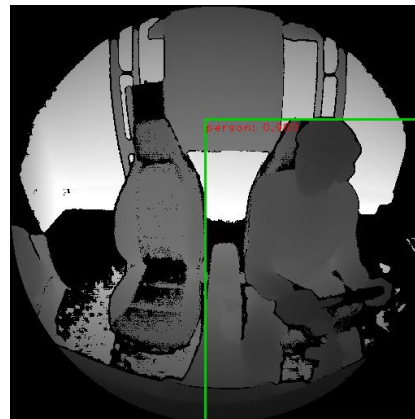
- Gesichtsmerkmale
- Körperhaltung
- Vitalparameter



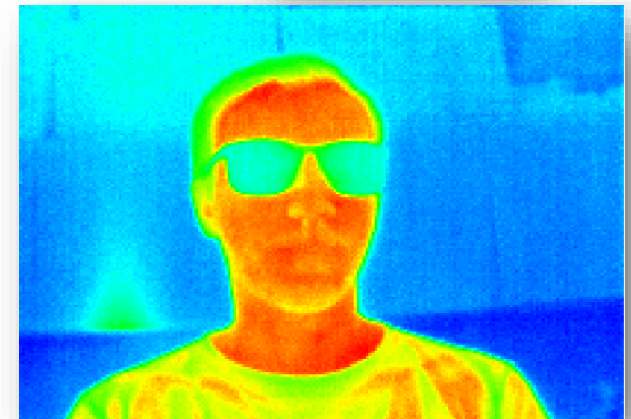
Kamerabasierte Nutzerzustandserkennung

Sensorik

Kamera	Auflösung	Blickwinkel	Bilder pro Sek.	NIR Wellenlänge	Merkmale	
Leopard Imaging OV2311	1600 x 1300	50° / 110°	60 Hz	940 nm	Hohe Bildqualität und Auflösung Industrienah	
Microsoft Azure Kinect	1024 x 1024	75° / 120°	30 Hz	850 nm	Schmal- und Weitwinkel NIR/Tiefe Integrierte 4K RGB (90°) Kamera	
Seek Micro Core	200 x 150	61°	9 Hz	> 1.000 nm	Hohe Auflösung	

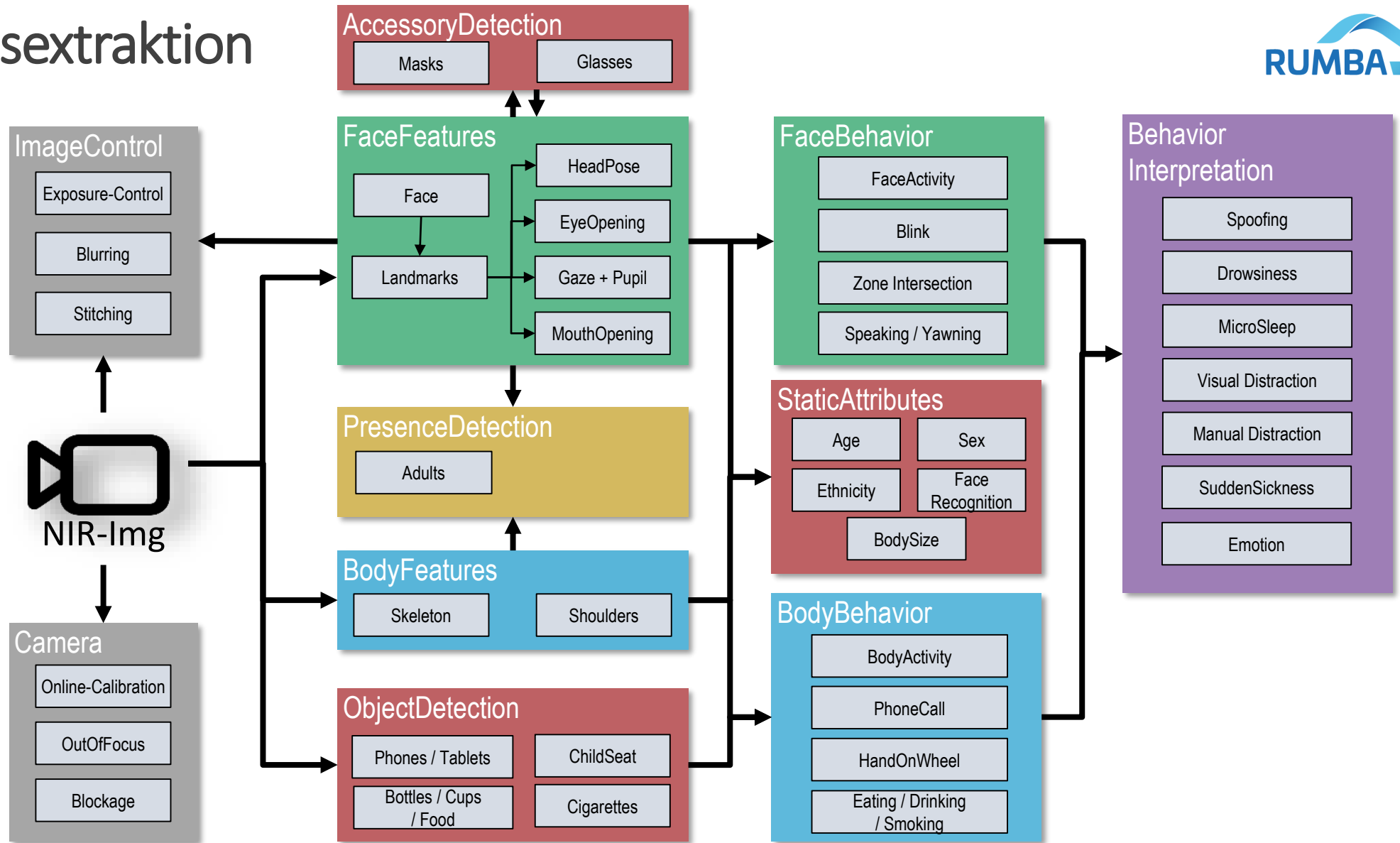


(Feld et al, 2020)



Merkmalsextraktion

Übersicht



Motion Sickness Inputs

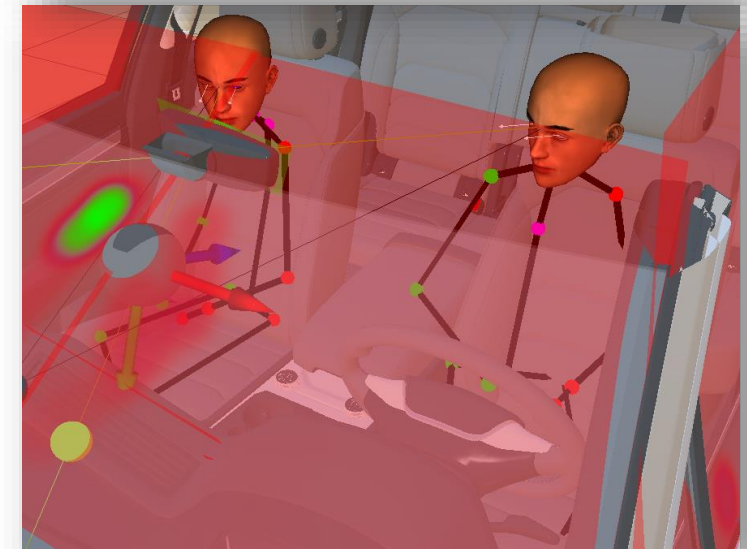
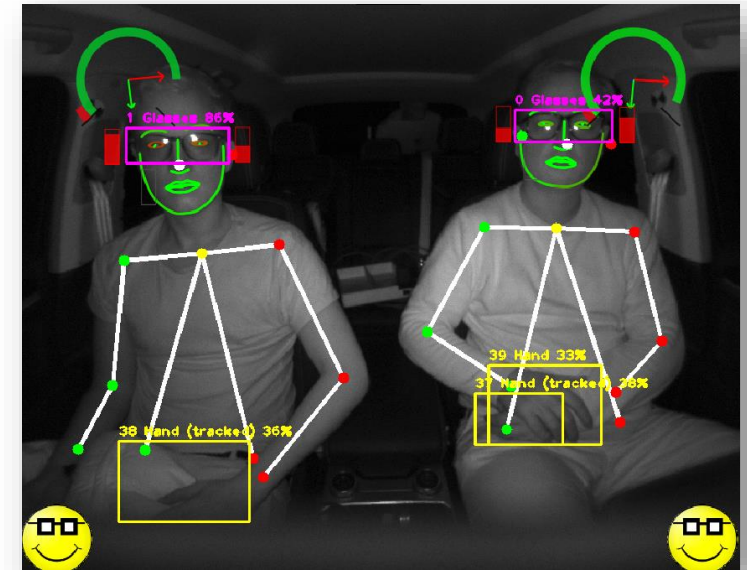
Gesichtsmerkmale

- Hohe Relevanz für die Zustandserkennung
 - Motion Sickness
 - Visuell-vestibulärer Konflikt
 - Nebentätigkeiten
 - Fokus auf Zone
 - Übernahmefähigkeit
 - Straße im Blick?
 - Ablenkung / Müdigkeit / Schlaf
 - Emotionen (Valenz und Aktivierung)



Körperhaltung

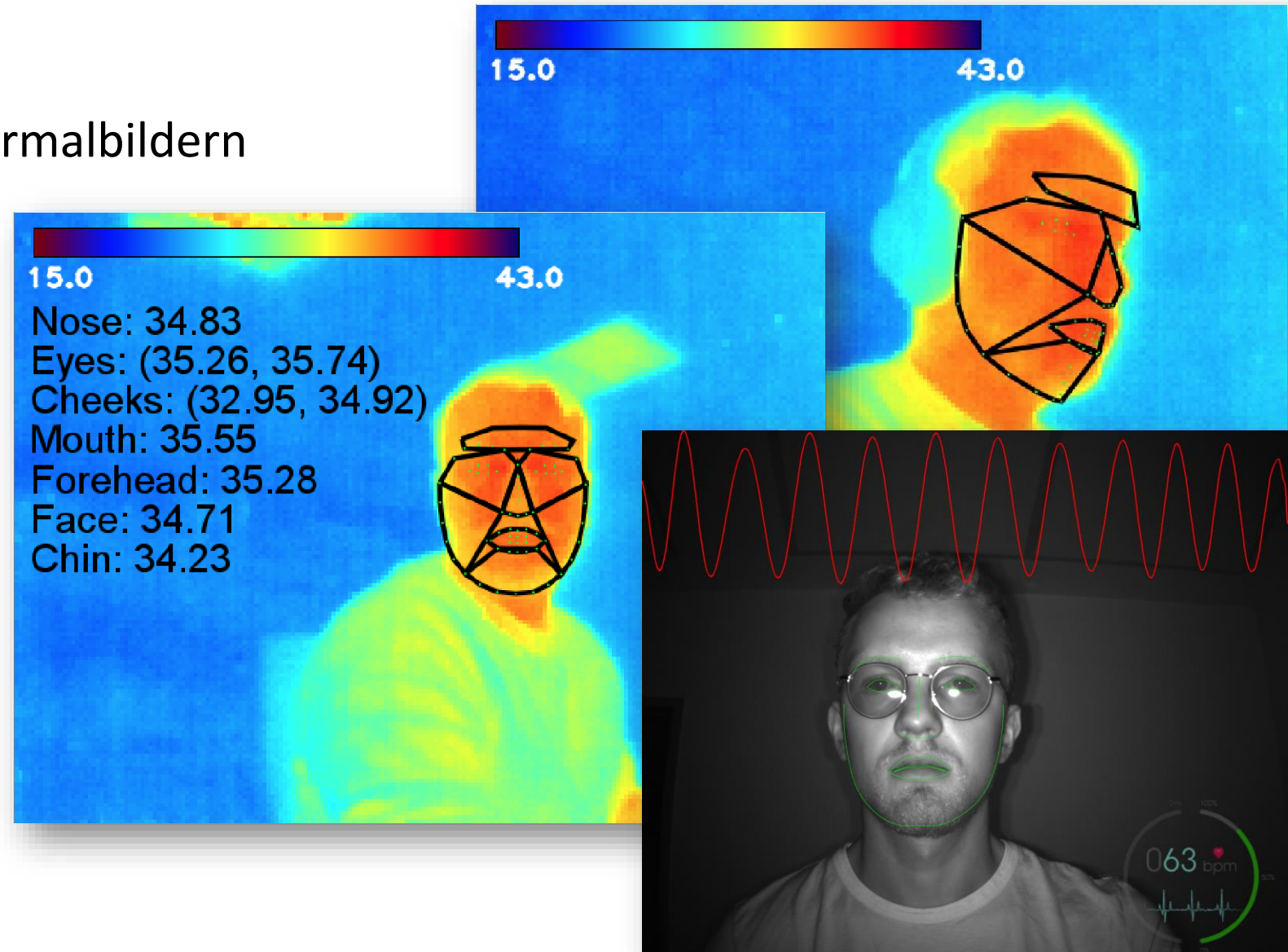
- Anwendung im Fahrzeug
 - Use-Case Occupant Monitoring (OMS) vorteilhaft
⇒ größeres Blickfeld
 - Inferenz auf NIR Stream
- Bestimmung der Körperhaltung
 - Lokalisierung der Gelenkspunkte im 2D Bild
 - Schätzung der 3D Körperpose
 - Präzisere Erkennung von Interaktion mit Fahrzeug / Objekten



Merkmalsextraktion

Vitalparameter

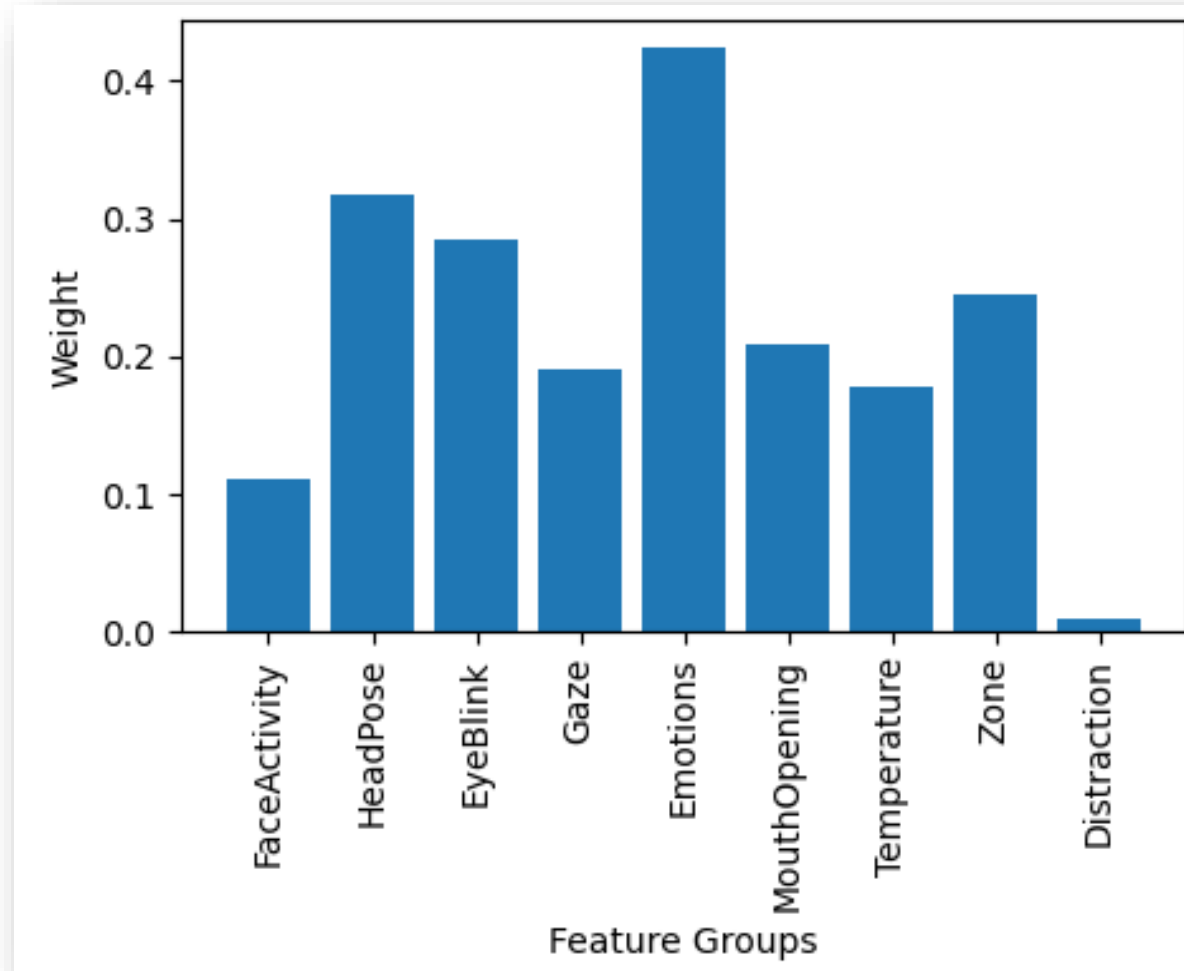
- FaceTracking direkt auf Thermalbildern
- Unterteilung des Gesichts in Temperaturregionen
- Atemfrequenz
 - Periodische Temperaturschwankungen im Nasenbereich
- Herzrate auf NIR Stream
 - Über Blutvolumenpuls



Motion Sickness Schätzung

Eingangsgrößen

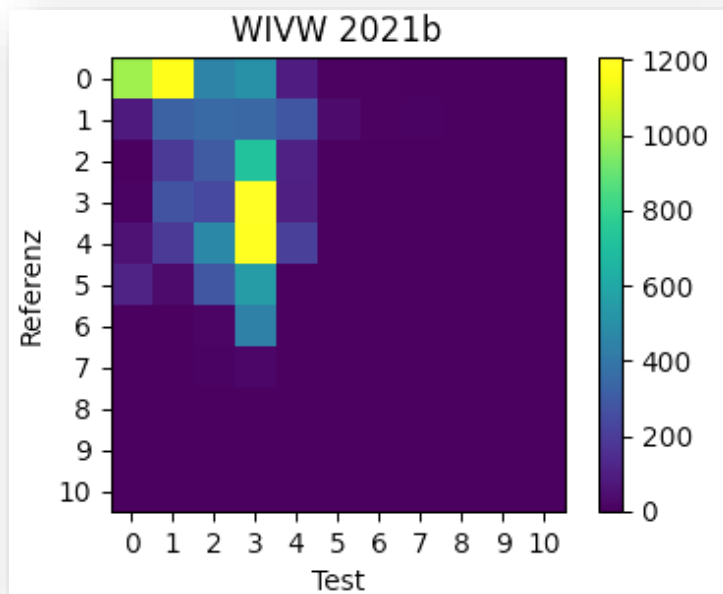
- Aus dem Training resultierende Gewichtung der Merkmalsgruppen



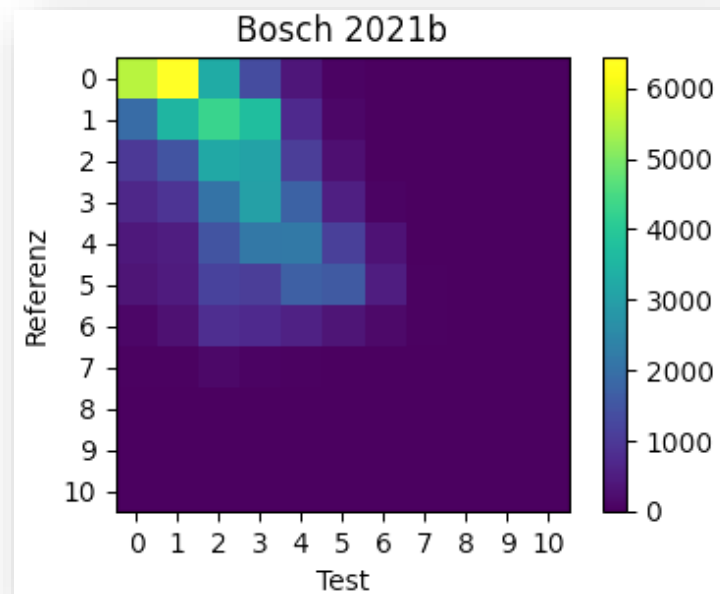
Motion Sickness Schätzung

Konfusionsmatrix

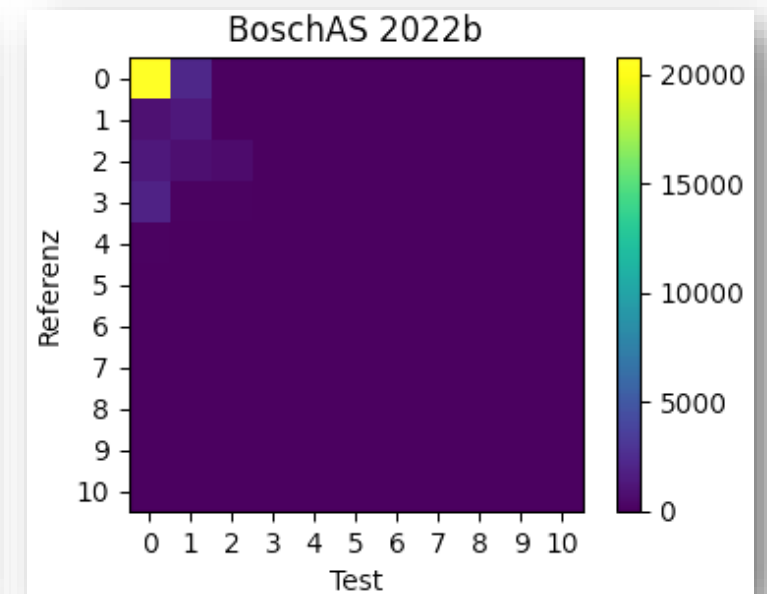
- WIVW 2021b
 - Trennung von zwei Clustern



- Bosch 2021b
 - Höchste Korrelation der Datensätze



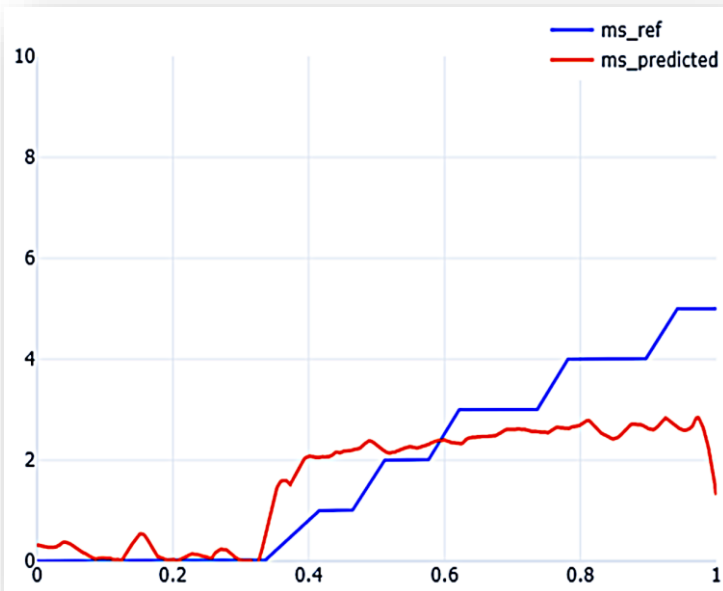
- BoschAS 2022b
 - Probanden mit geringer Kinetoseanfälligkeit



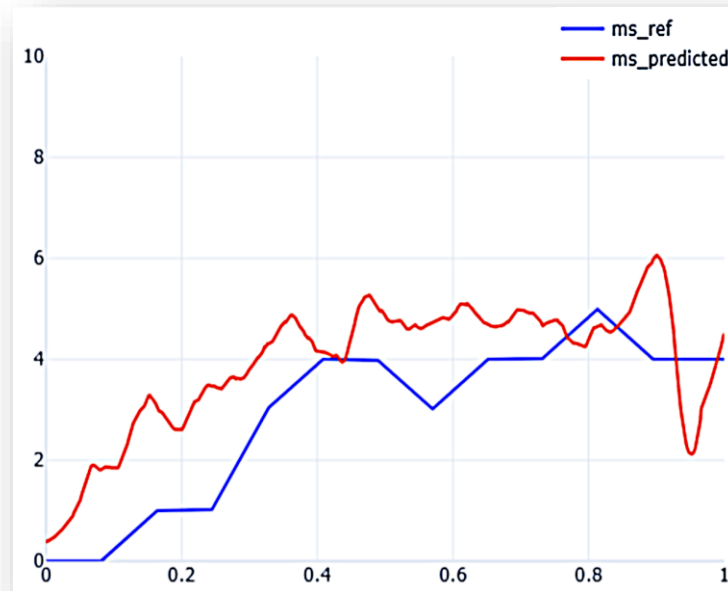
Motion Sickness Schätzung

Konfusionsmatrix

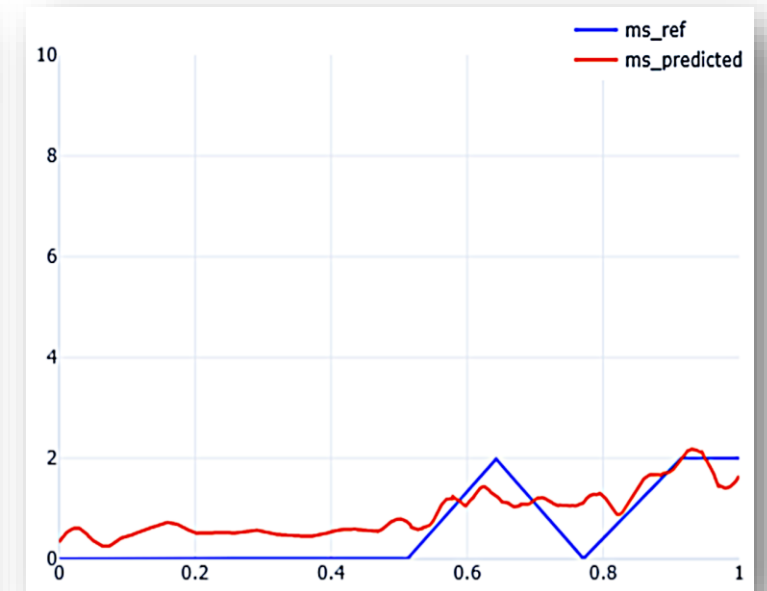
- WIVW 2021b
 - Trennung von zwei Clustern



- Bosch 2021b
 - Höchste Korrelation der Datensätze



- BoschAS 2022b
 - Probanden mit geringer Kinetoseanfälligkeit



Zusammenfassung und Ausblick

- **Vorgehen**

- Training eines **Recurrent Neural Networks (RNN)** zur Schätzung der subjektiven Wahrnehmung von **Motion Sickness** auf durch die **Nutzerzustandserkennung extrahierten Merkmalen**.

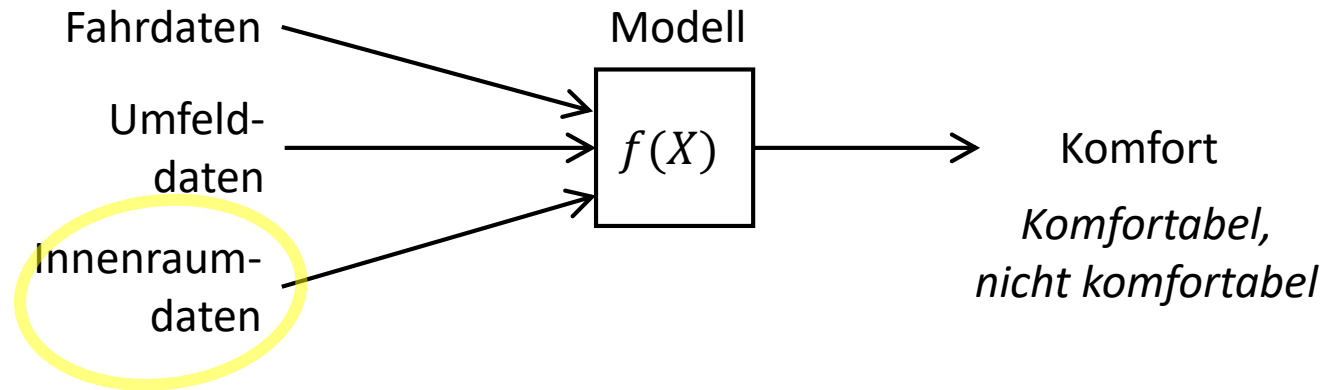
- **Ergebnisse**

- **Daten des WIVW:** Trennung von Clustern ohne bzw. mit mäßiger Motion Sickness.
- **Daten von Bosch:** Höchste Korrelation zwischen Referenz- und Testwerten der Schätzung.
- **Daten von BoschAS:** Der Datensatz umfasst kaum ein Auftreten von Kinetose.
- **Gemeinsames Modell:** Randbedingungen der einzelnen Studien zu unterschiedlich.

- **Fazit und Ausblick**

- Visuelle Merkmale enthalten Informationen über das Auftreten von Motion Sickness.
- Erfolgreich trainiertes Modell pro Studie.
- Generalisierendes Modell: Weitere Daten notwendig.

Motivation

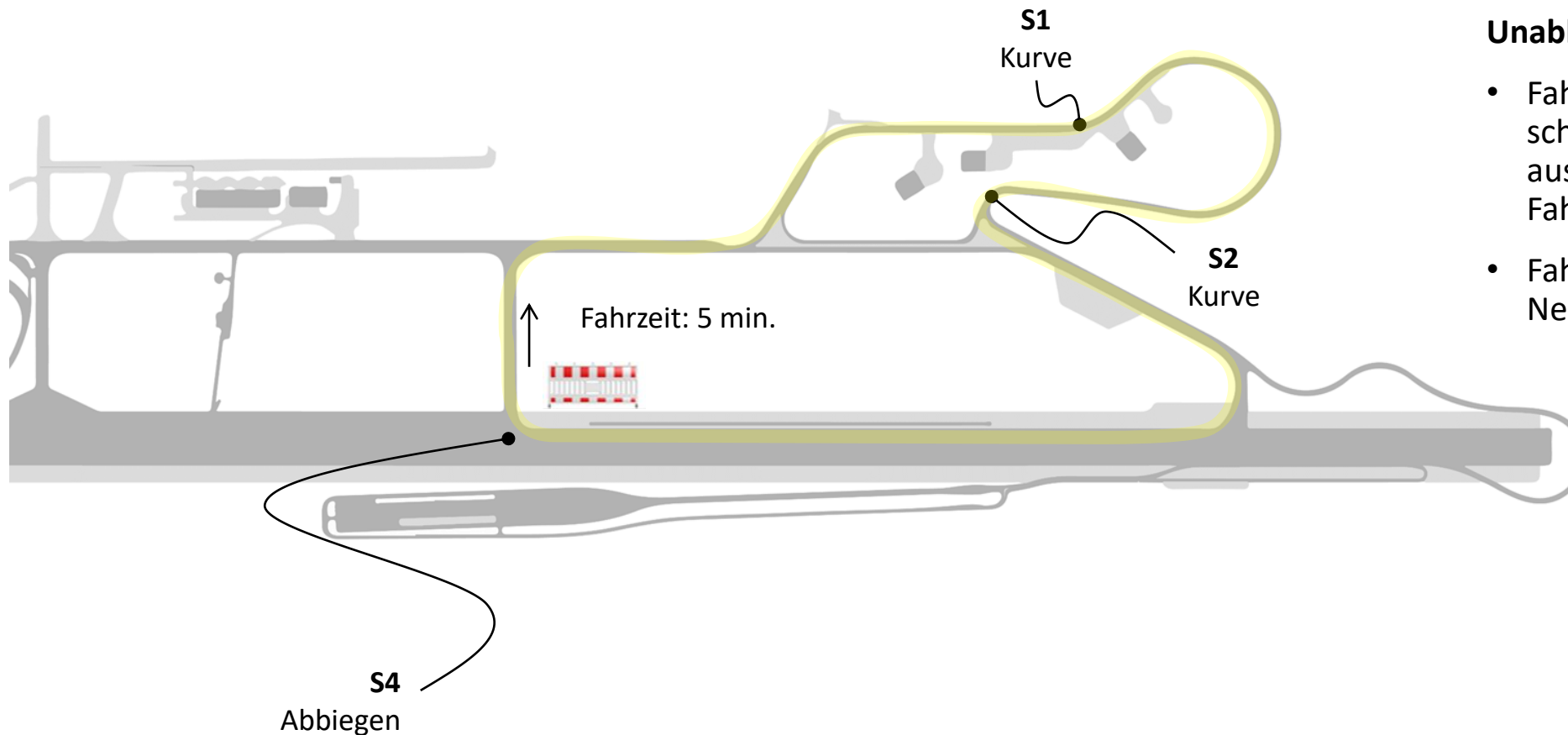


Potentieller Nutzen, z.B.:

- Insassenadaptive Fahrgestaltung
- Identifikation von Entwicklungsbedarf für automatisierte Fahrsysteme

Fahrkomfortschätzung

Datengrundlage

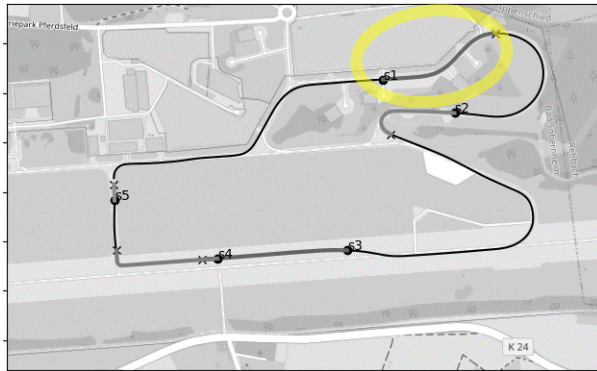


Unabhängige Variablen

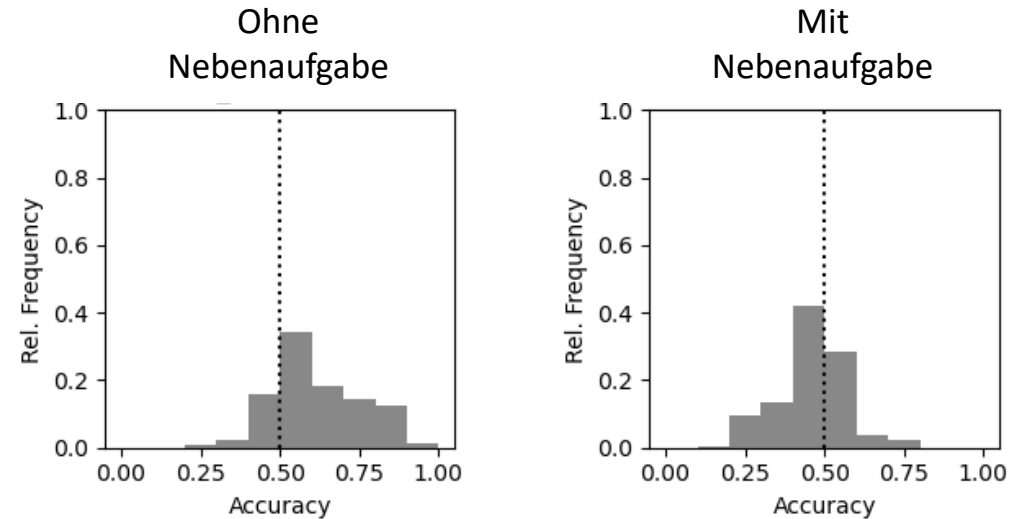
- Fahrt mit guter (*basic*) oder schlechter (*poor*) Systemausprägung des automatisierten Fahrzeugs
- Fahrt mit Nebenaufgabe/ohne Nebenaufgabe

Fahrkomfortschätzung

Ergebnisse: S1 (Kurven)



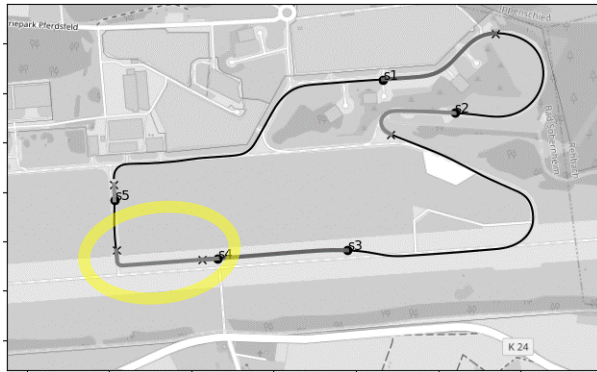
Klassifikation mit
Innenraummerkmalen



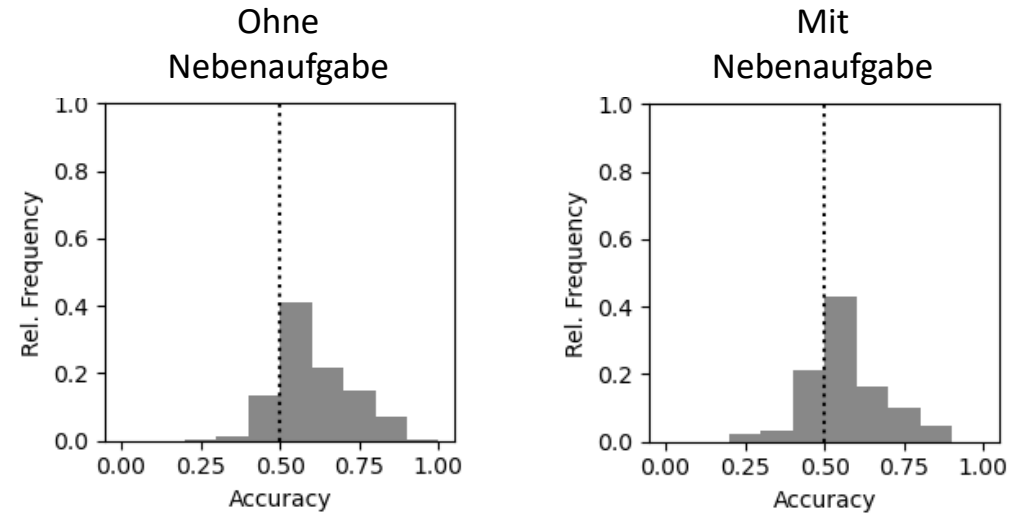
- Bootstrapping: Analyse der Verteilung von Klassifikationsgenauigkeiten.
- Mit Nebenaufgabe: Nur schlechte Klassifikation möglich.
- Ohne Nebenaufgabe: Positives Klassifikationsergebnis, aber geringer Informationsgehalt der Innenraummerkmale.

Fahrkomfortschätzung

Ergebnisse: S4 (Abbiegen)



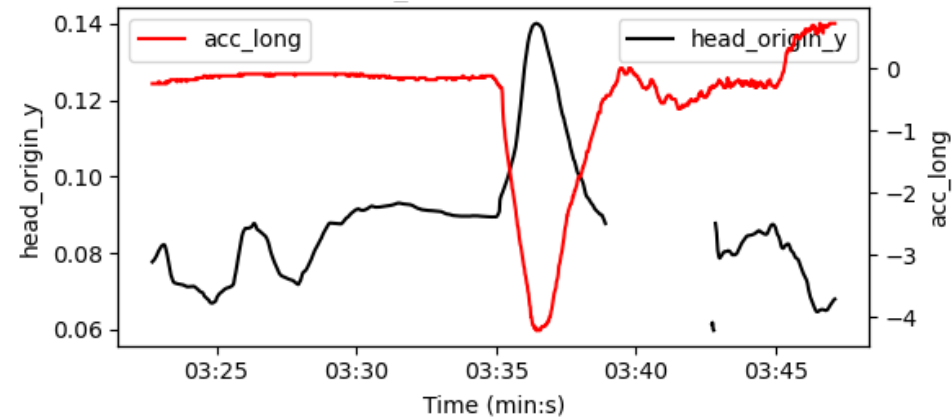
Klassifikation mit
Innenraummerkmalen



- Bei Abbiegen: Klassifikationsergebnis unabhängig von Nebenaufgabe.
- Relevante Merkmale zur Klassifikation: z.B. Kopfpose in Fahrtrichtung.

Fahrkomfortschätzung

Kopfbewegung und Emotion



Zusammenhang zwischen Kopfbewegung in Fahrtrichtung und Fahrzeugbeschleunigung.

Zusammenfassung und Ausblick

Schätzen von Fahrkomfortempfinden ist ...

- auf Basis von Fahrzeugdaten möglich.
- auf Basis von Innenraummerkmalen schwierig; ein Zusatznutzen konnte nicht nachgewiesen werden.

Welche Innenraummerkmale spielen eine Rolle?

- Wenig Evidenz: herausragende Rolle des Blickverhaltens (Blickwechsel bei Nebenaufgaben).
- „Exogene“ Merkmale (Kopfpose).
- Hohe Individualität: Nutzen einer Kalibration.

Ausblick

- Sicherheitsempfinden durch Teststreckensituation und Sicherheitsfahrer wahrscheinlich stark beeinflusst.
- Kontext, bspw. Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern, mehr in den Studienfokus rücken.





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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

