

Einfluss von Geschlecht, Alter und Fahrbahnzustand auf Vertrauen und Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen

Assoc.-Prof. Dr. A. Eichberger¹

*I. Koglbauer¹, C. Lex¹, Ch. Schinko², T. Ullrich²,
M. Battel³, J. Holzinger⁴*

¹Graz University of Technology, Institute of Automotive Engineering, Austria

²Fraunhofer Austria Research GmbH, Visual Computing, Austria

³SBW Technology Ltd, Nikosia, Cyprus

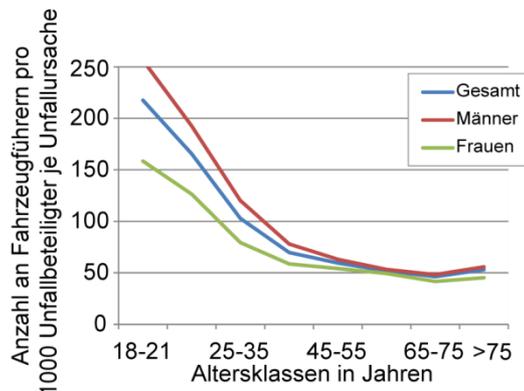
⁴AVL List GmbH, Graz, Austria

Agenda

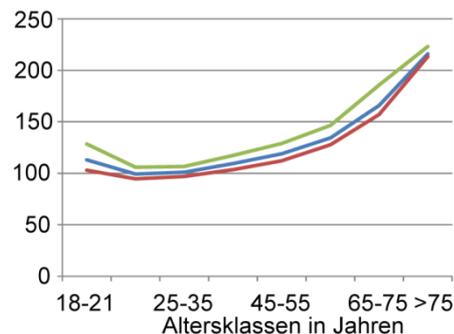
- Motivation und Forschungsfragen im Forschungsprojekt MueGen Driving
- Methodik
 - Realversuch (Rückblick)
 - Fahrstudie (Vor- und **Hauptstudie**)
- Beschreibung **ADSG** (ADAS Driving Simulator Graz)
- Ergebnisse Hauptstudie Fahrstudie
- Zusammenfassung und Ausblick

Menschliches Fehlverhalten – Hauptunfallursachen

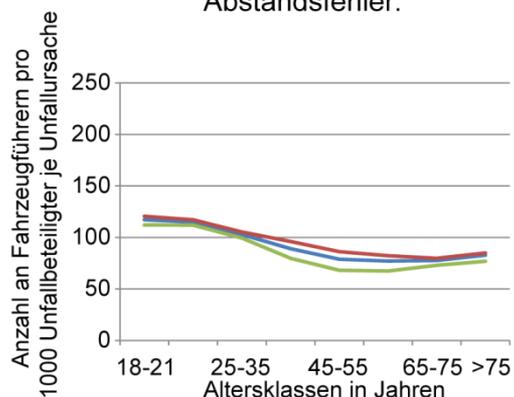
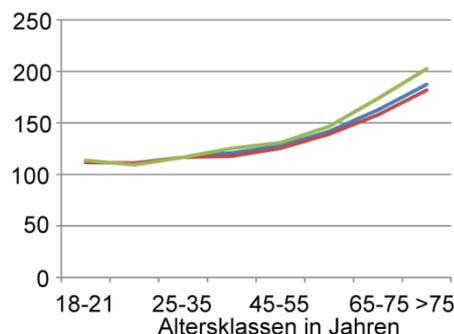
Nicht angepasste Geschwindigkeit:



Vorfahrt-, Vorrangfehler:



Abstandsfehler:

Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren,
Ein- und Anfahren:

- Nicht angepasste Geschwindigkeit tendenziell bei **jüngeren Männern**
- Unfallrisiko für Vorfahrt- und Vorrangfehler sowie Abbiegen etc. **steigt** mit dem **Alter**
- Unfallrisiko für Vorfahrt- und Vorrangfehler sowie Abbiegen etc. bei **Frauen** etwas höher

Quelle: Auswertung basierend auf
DESTATIS 2012

Zielsetzung im Forschungsprojekt

- Bestehen alters- und geschlechtsspezifische **Unterschiede** im FahrerInnenverhalten in verschiedenen Fahrsituationen ?
- Kann eine **Anpassung** des Systemverhaltens von Fahrerassistenzsystemen (FAS) an das Fahrverhalten der Fahrerinnen und Fahrer Komfort und Sicherheit erhöhen ?

Untersuchungen:

- **Fahr Simulator** Studie
- **Realversuch** (zur Validierung)

Ausgewählte FAS:

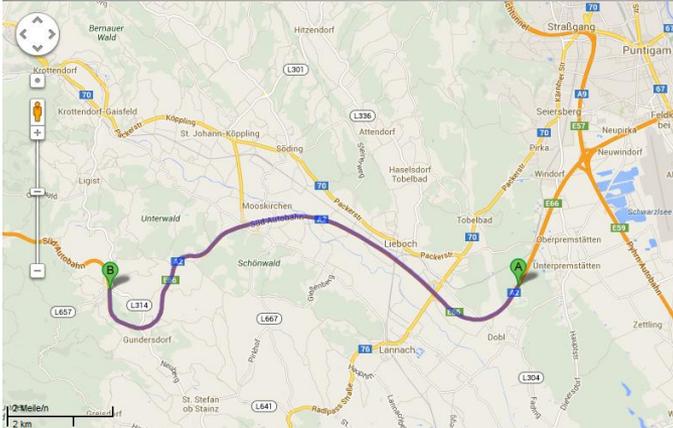
- Automatisierter Notbremsassistent (**AEB**)
- Adaptive Abstandsregelung (**ACC**)

Methodik im Forschungsprojekt MueGen Driving

- Entwicklung und Bau eines ADAS Fahrsimulators
- Durchführung von Realversuchen mit 20 ProbandInnen
- Durchführung einer Validierungsstudie im Fahrsimulator mit denselben Bedingungen und ProbandInnen wie im Realversuch
- **Durchführung einer Probandenstudie mit knapp 100 ProbandInnen**

Rückblick: GMTTB 2014 Vortrag

▪ ACC- Versuche



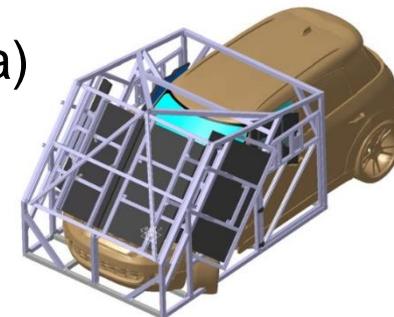
▪ AEB- Versuche



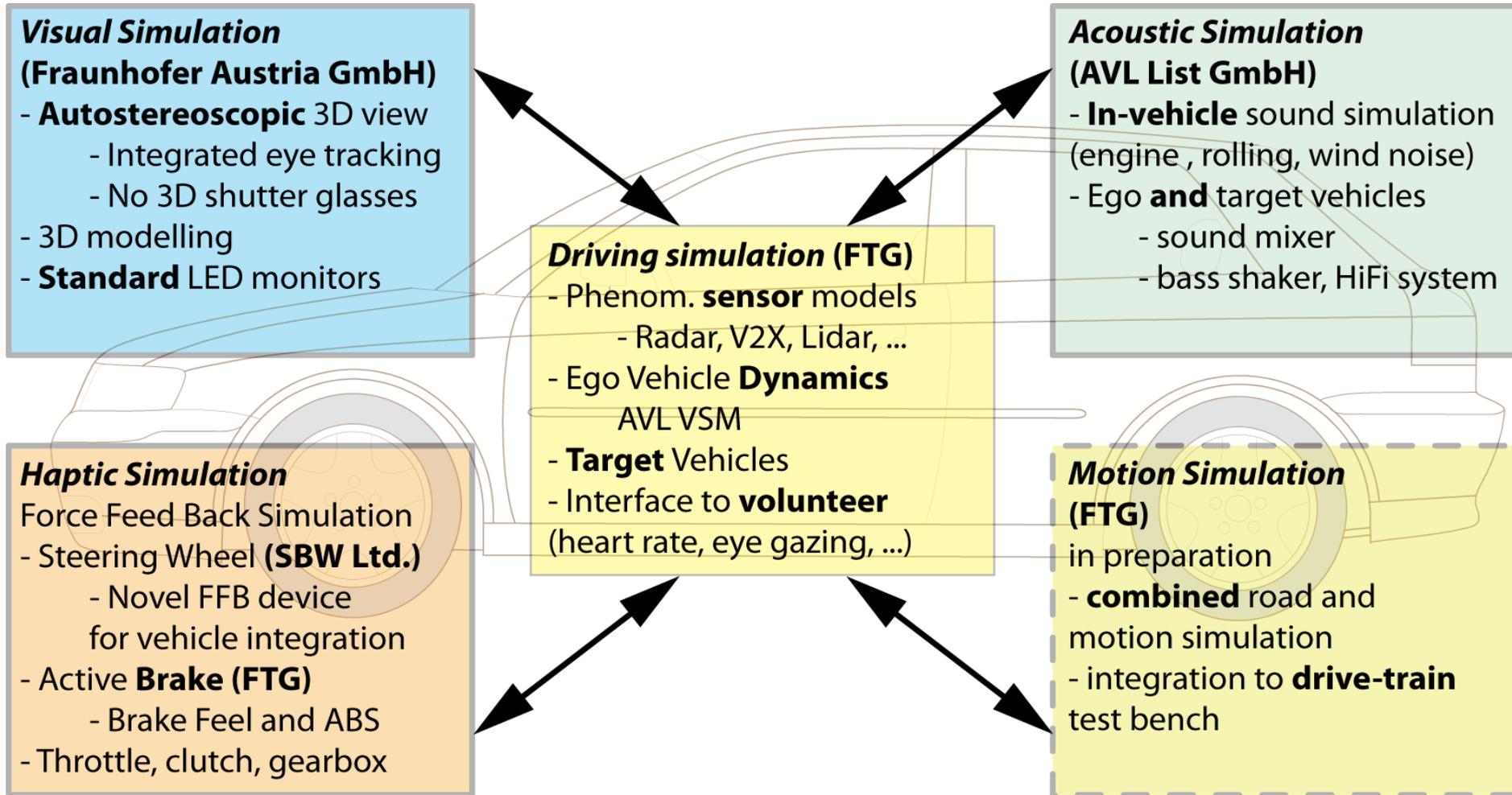
Quelle: Eichberger, A.; Lex, C.; Bliem, N.; Sternat, A. S.; Koglbauer, I.; Schinko, C.; Battel, M.; Holzinger, J.: Bewertung von Fahrerassistenzsystemen von Normalfahrerinnen und Normalfahrern im Realversuch. - in: 4. Jahrestagung der GMTTB (Gesellschaft für Medizinisch Technische Traumatobiomechanik) (2014), S. 1 – 32

ADAS Driving Simulator of Graz (ADSG)

- Vollfahrzeug Mini Countryman
- Autostereoskopische Visualisierung (Fraunhofer Austria)
- Akustiksimulation (AVL List)
- Force-Feedback (SBW Technology, TU Graz)
- Integriertes Blickerfassungssystem (Smarteye)
- Konfigurierbare Mensch-Maschine Schnittstelle (HMI) für Bedien- und Anzeigeelemente (TU Graz)
- Automatisierte Fahrfunktionen integriert (TU Graz)
- Verkehrssimulation konfigurierbar oder mit Verkehrssimulation gekoppelt (TU Graz)
- Fahrumgebung an das Projekt anpassbar (Fraunhofer Austria)
- Bewegungsplattform konzeptionell vorbereitet



Modulare Architektur AD SG



ADSG

ADAS Driving Simulator Graz





Hauptstudie

- Klassifikation des **Führungsverhaltens in Längsrichtung** von FahrerInnen in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter und Fahrbahnbeschaffenheit
- **96** ProbandInnen unter Berücksichtigung von
 - Alter
 - Geschlecht
 - Fahraktivität
- Ausgewählte Testmanöver (relevant für **ACC** und **AEB**)
- Variation der **Fahrbahnbeschaffenheit** (trocken, nass, rutschig)
- Erfassung von **Blickrichtung** und **Herzrate** (-variabilität)
- Subjektive Bewertung mittels **Fragebogen**
- Messung **objektiver** Daten

Versuchsparameter ACC

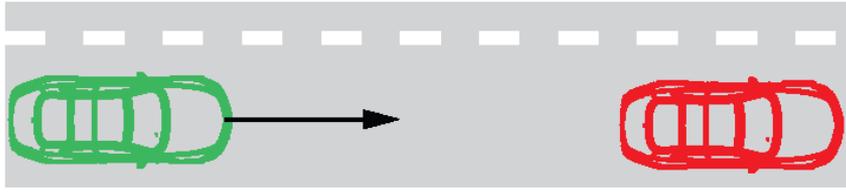
- **Fahrbahnzustand**
 - Trocken ($\mu=1$, Visualisierung sommerlich)
 - Nass ($\mu=0,5$, Visualisierung winterlich)
- **Zeitlücke**
 - Klein: 1,0 s (1. von 4 wählbaren Einstellung im Versuchsfahrzeug)
 - Hoch: 1,8 s (3. von 4 wählbaren Einstellungen)
- **Geschlecht**
 - Männer
 - Frauen

Versuchsparameter AEB

- **Fahrbahnzustand**
 - Trocken ($\mu=1$; Visualisierung sommerlich)
 - Rutschig ($\mu=0,3$; Visualisierung winterlich)
- AEB mit und ohne **Adaptivität** des Eingriffszeitpunkts auf die Fahrbahnverhältnisse
 - AEB konventionell: TTC=0,8 s
 - AEB adaptiv: TTC wird so angepasst, dass der Unfall vermieden wird
- **Geschlecht**

Ausgewählte ACC Manöver (Autobahn)

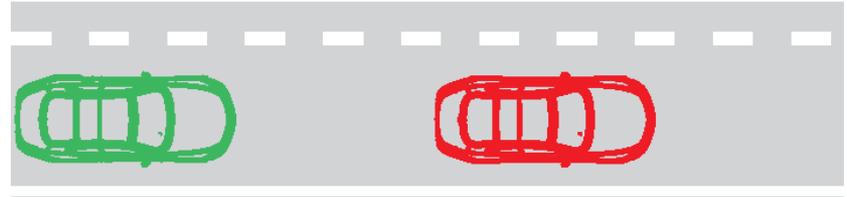
1) Auffahren auf langsames Target



Wahl von $v_{ACC,Soll}$:
100-130 km/h

80 km/h

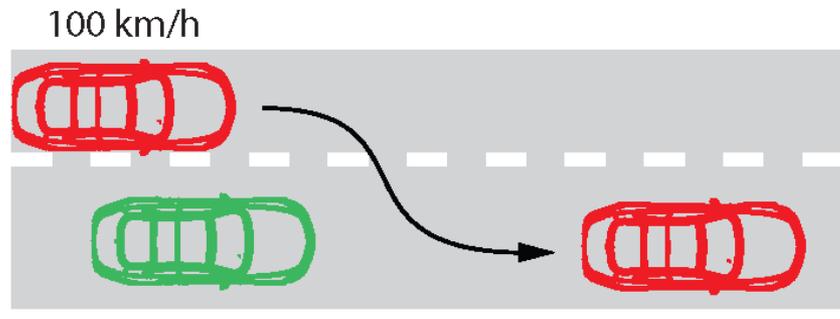
2) Folgefahrt variierend



eingeregelt

Rampe:
80 km/h - 100 km/h - 80 km/h

3) Cut-In

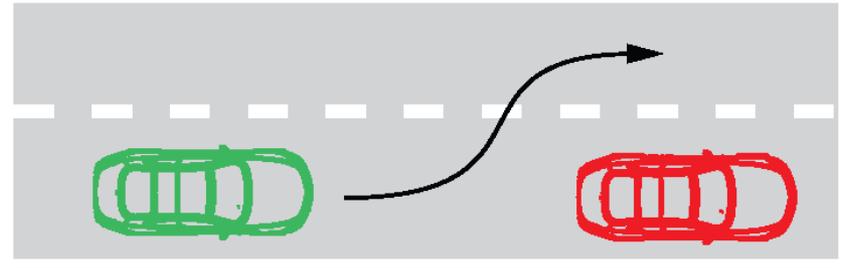


100 km/h

eingeregelt

95 km/h

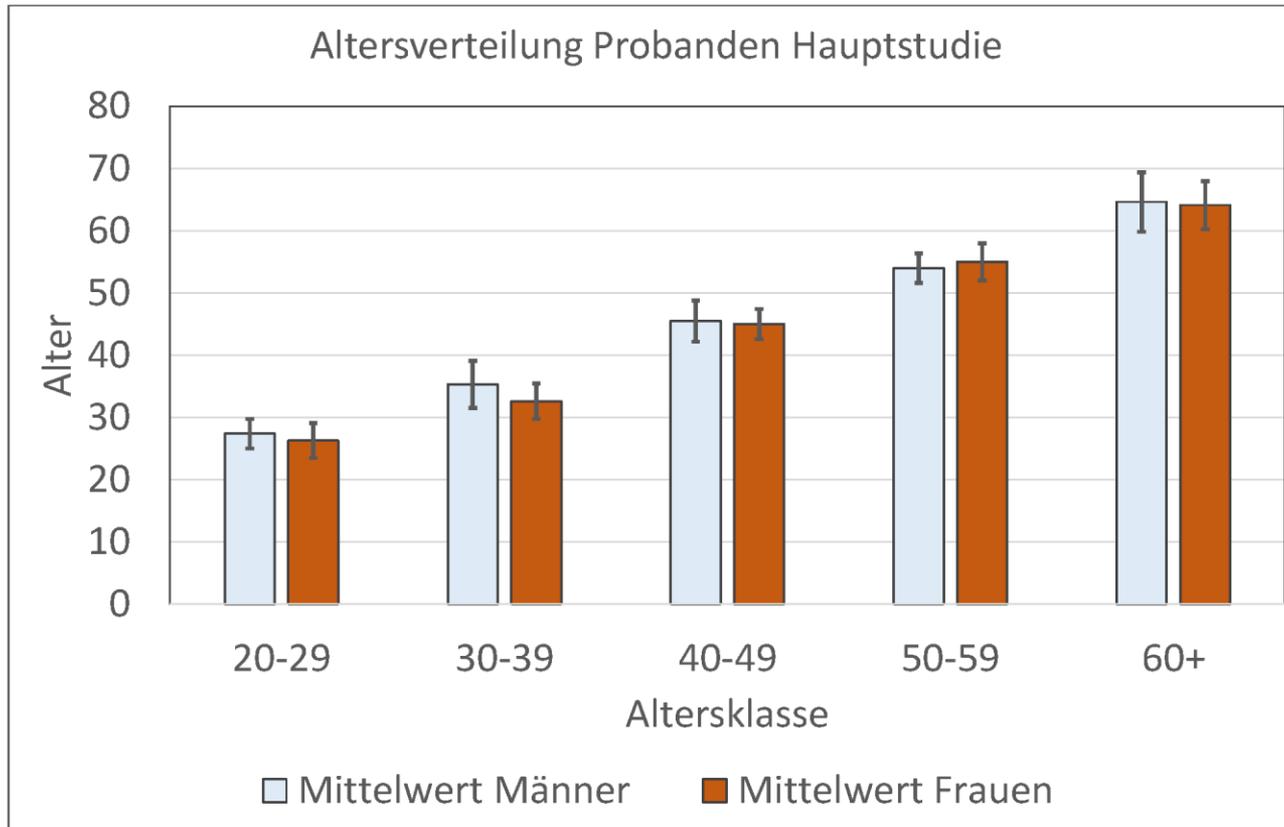
4) Überholen



eingeregelt,
dann gewähltes $v_{ACC,Soll}$:
100-130 km/h

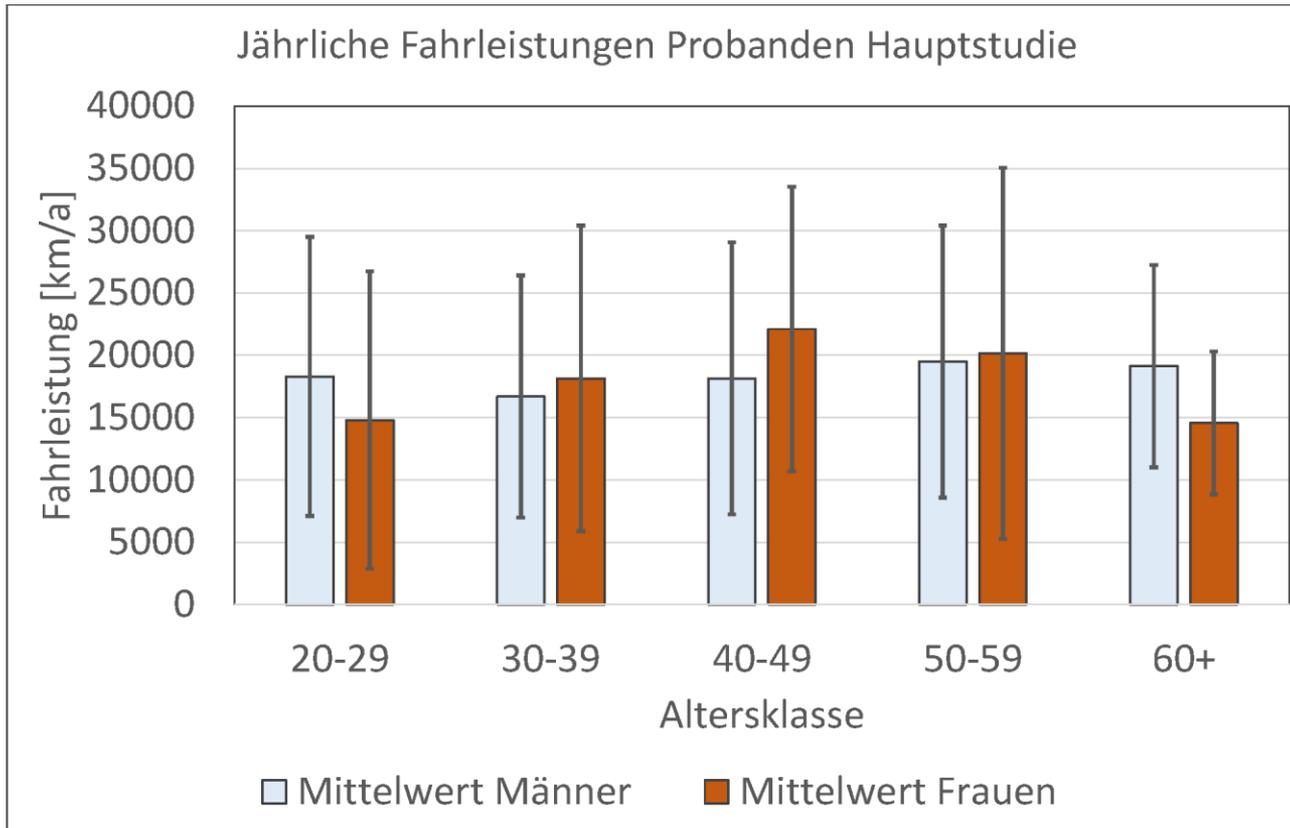
95 km/h

Altersverteilung Hauptstudie



Vergleichbare
Altersverteilung
zwischen
Männern und
Frauen,
Altersklassen
homogen
verteilt

Fahrleistungen Probanden Hauptstudie



Fahraktivität über Geschlecht und Alter vergleichbar verteilt, jeder Frau in einer bestimmten Altersklasse wurde ein Mann mit vergleichbarer Fahraktivität „zugeteilt“

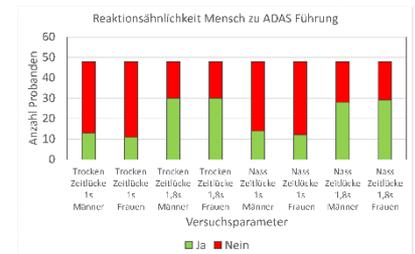
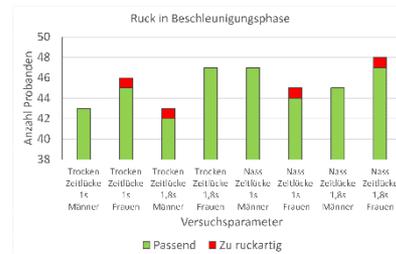
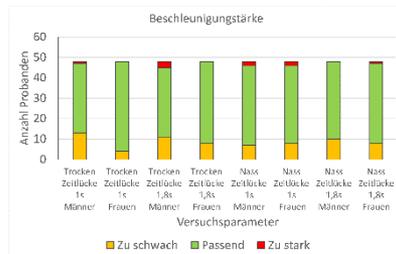
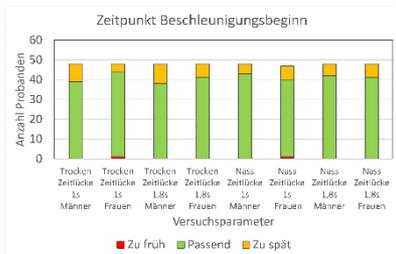
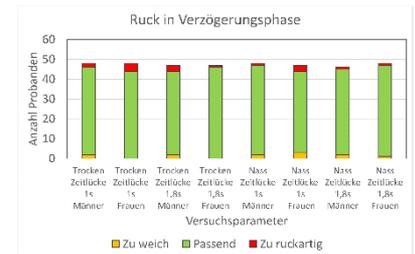
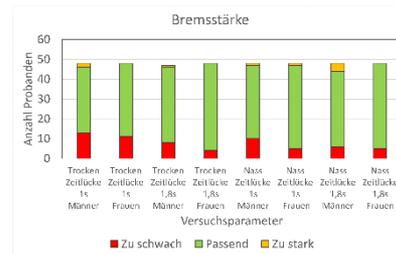
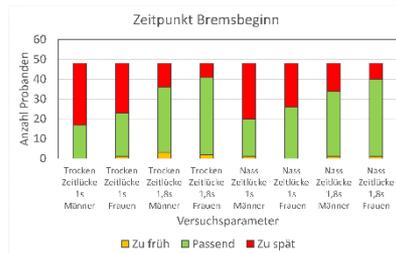
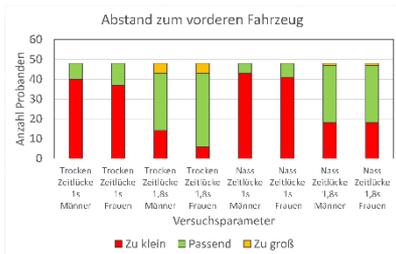
Forschungsfrage I:

Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede in Präferenzen, Vertrauen und Akzeptanz für verschiedene Systemeinstellungen von längsdynamisch eingreifenden Fahrerassistenzsystemen, die in normalen und kritischen Fahrsituationen wirksam sind?

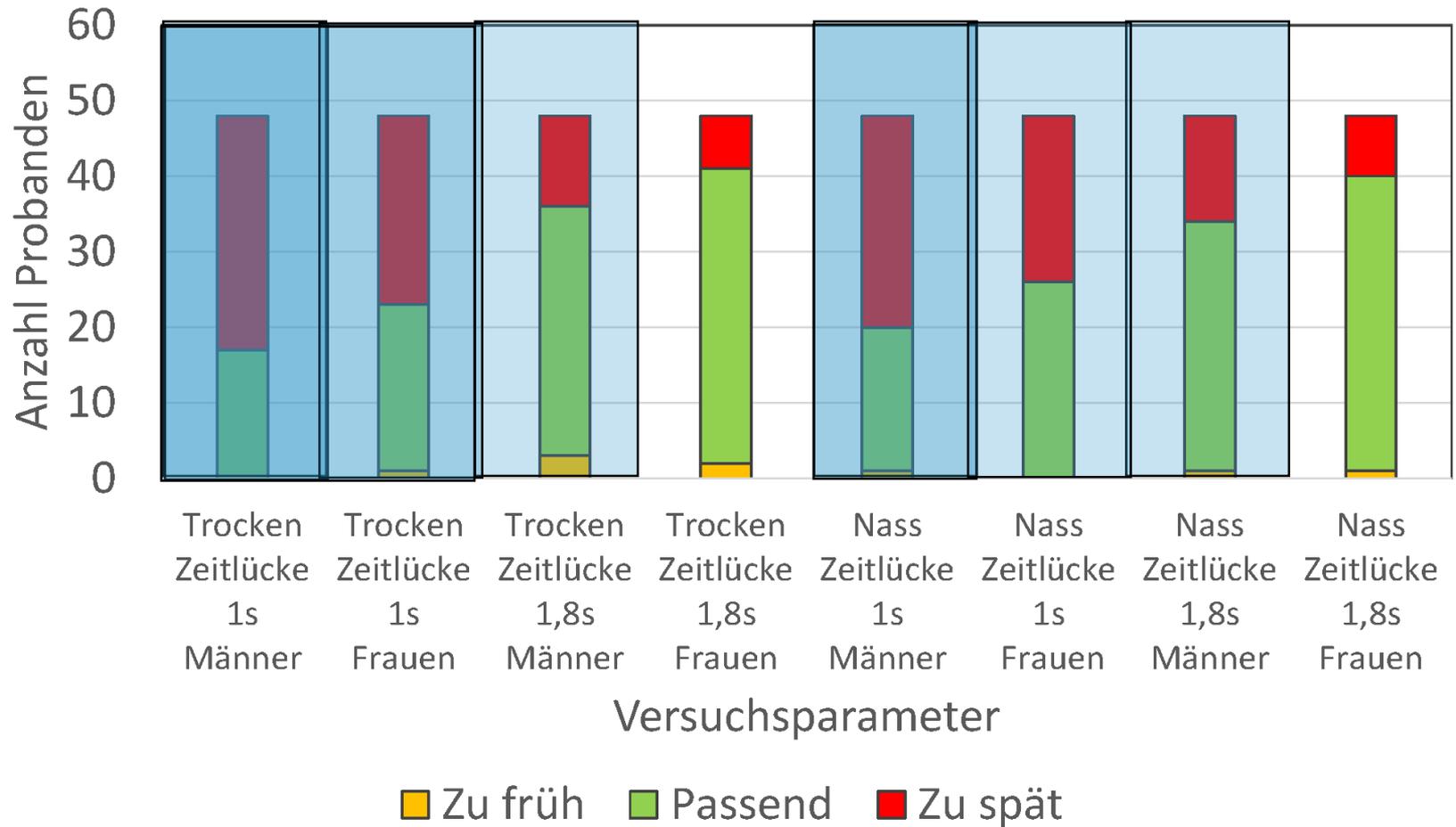
Ergebnis Subjektivbewertung ACC

- Abstand
- Zeitpunkt Beginn Bremsung/Beschleunigung
- Stärke Bremsung/Beschleunigung

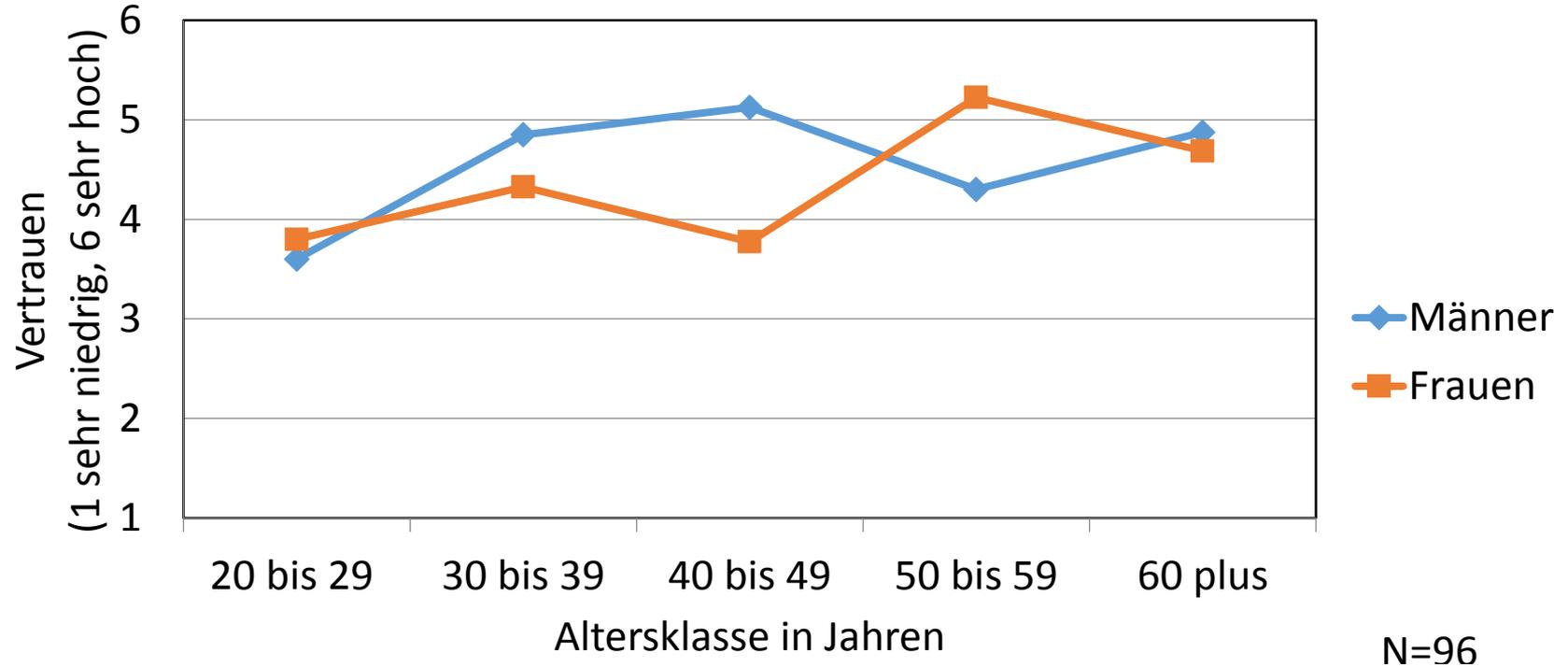
- Ruck während Bremsung/Beschleunigung
- „Reaktionsähnlichkeit“



Zeitpunkt Bremsbeginn



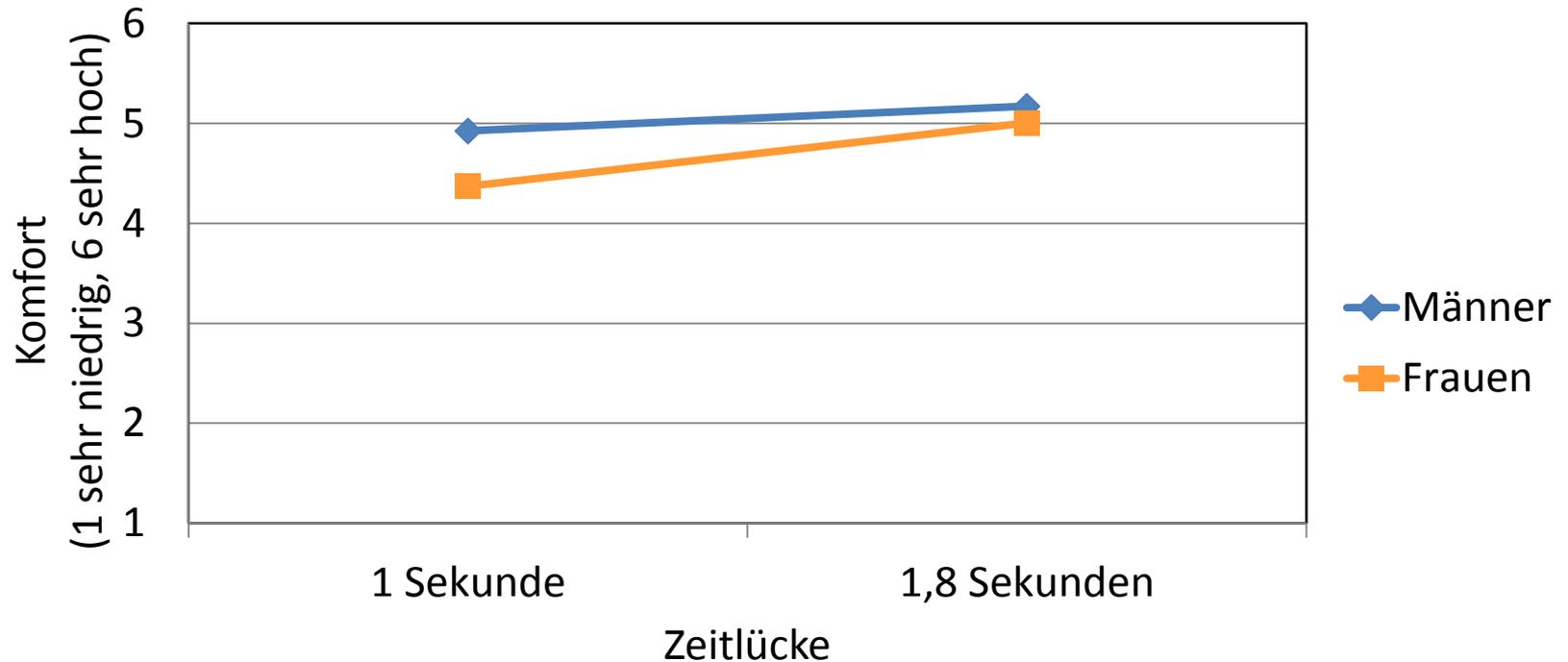
Subjektives Vertrauen ACC



Vertrauen in den Abstandstempomaten ist von Geschlecht und Alter beeinflusst

[$F(4,86)=2.63$, $p < .04$, $\eta^2=.11$].

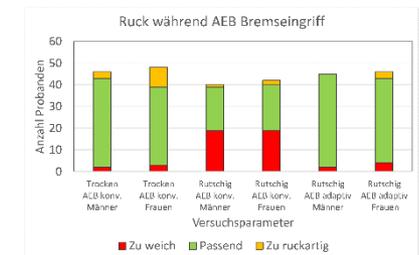
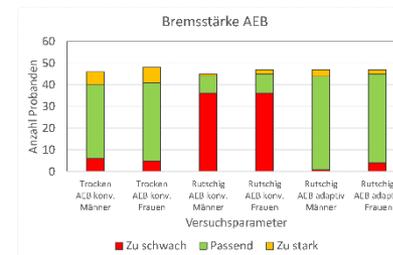
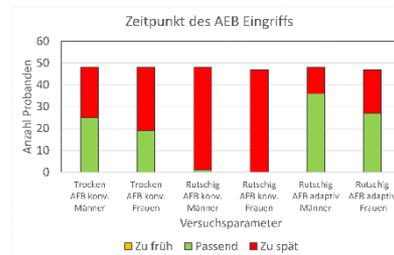
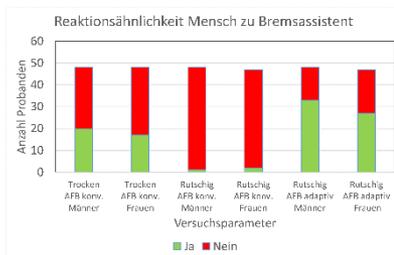
Komfortbewertung ACC



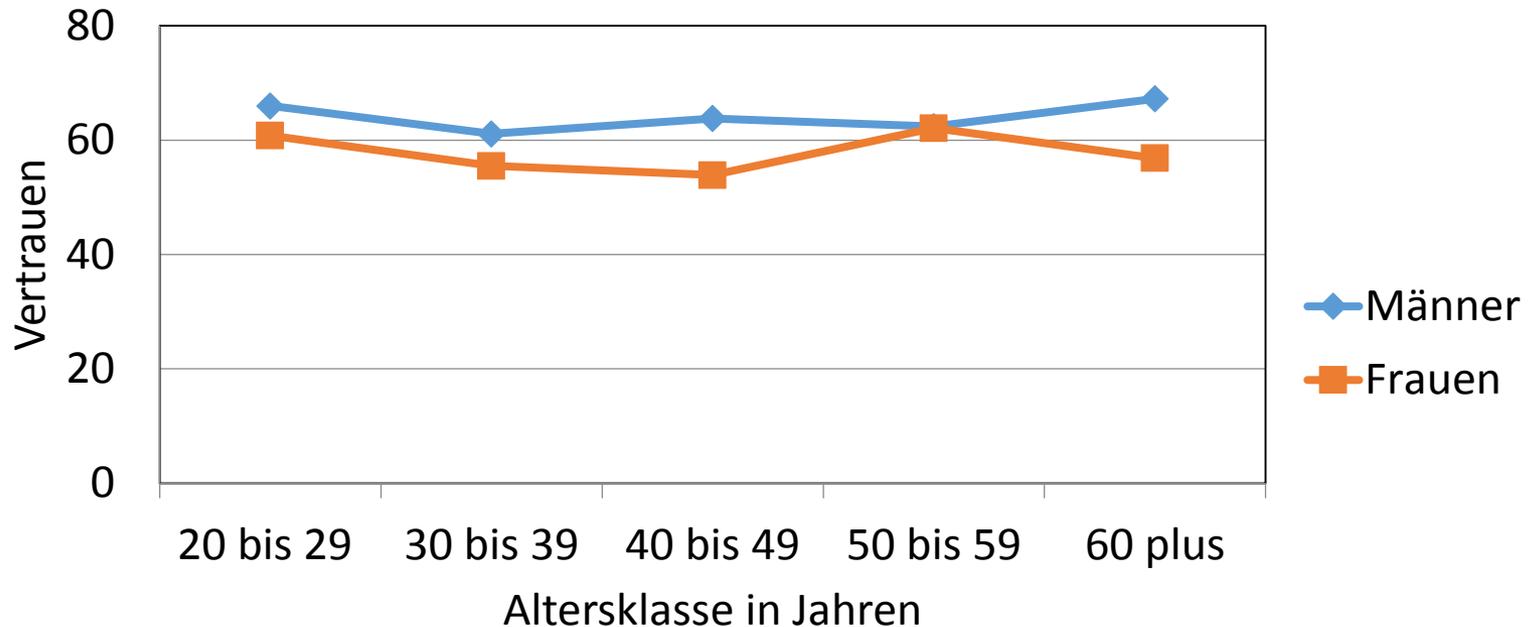
Komfortbewertungen mit der kleineren Zeitlücke signifikant niedriger bei Frauen als bei Männern [$F(1,86)=5.14$, $p < .03$, $\eta^2=.06$]

Ergebnis Subjektivbewertung AEB

- Zeitpunkt Beginn Bremsung
- Stärke Bremsung
- Ruck während Bremsung
- „Reaktionsähnlichkeit“



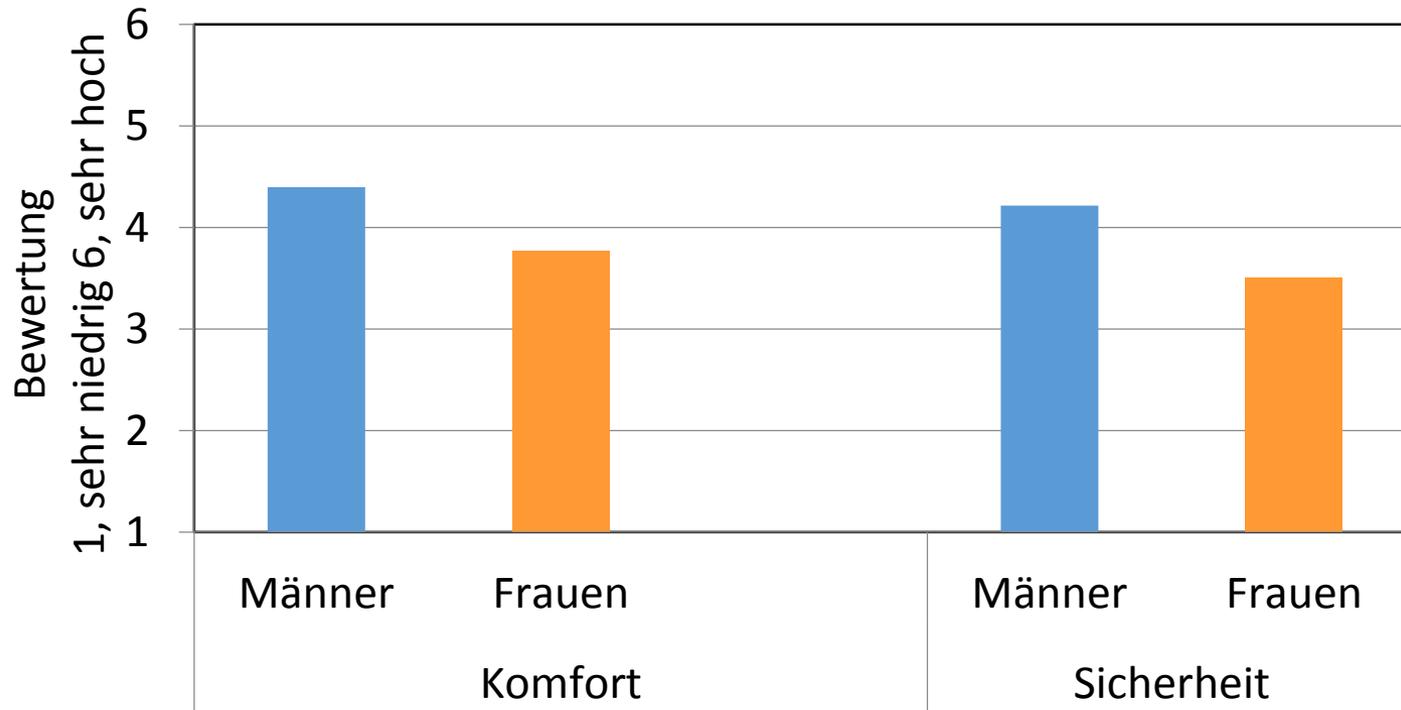
Subjektives Vertrauen AEB



Frauen in den Altersgruppen 20-29, 30-39, 40-49, und 60+ **vertrauen** weniger auf den Notbremsassistenten als Männer (Ergebnis klein aber signifikant).

[$F(4,86)=4.66$, $p < .03$, $\eta^2=.05$]

Bewertung Komfort und Sicherheit AEB



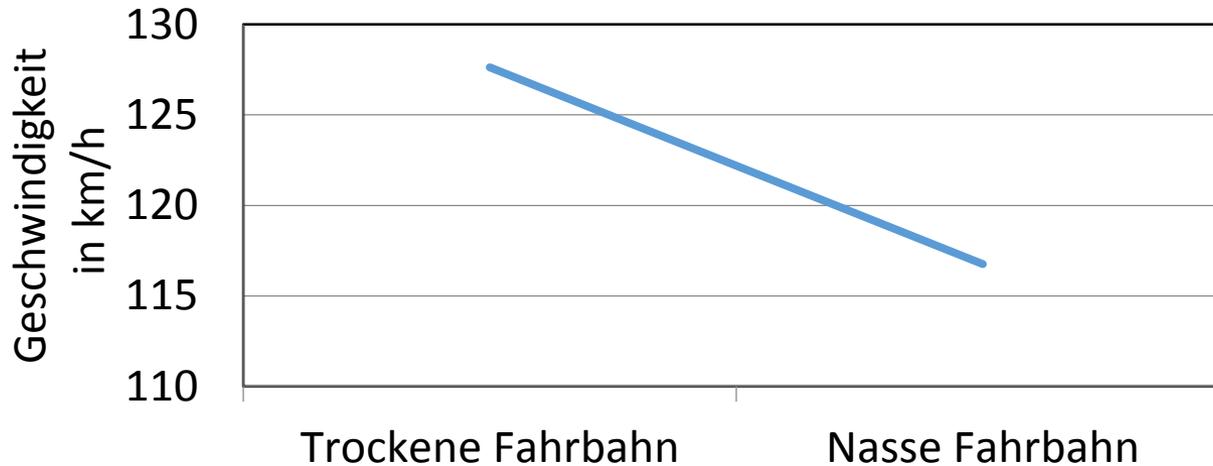
Komfort und Sicherheit wird von **Frauen geringer** als von Männern bewertet
 $[F(1,85)=9.68, p < .003, \eta^2=.10]$
 $[F(1,85)=7.38, p < .008, \eta^2=.08].$

Forschungsfrage II

Gibt es signifikante Unterschiede im Fahrverhalten in normalen und kritischen Fahrsituationen bei längsdynamischer Fahrzeugführung abhängig vom Geschlecht und Alter der Fahrerinnen und Fahrer sowie den herrschenden Straßenverhältnissen?

Geschwindigkeitswahl Autobahn

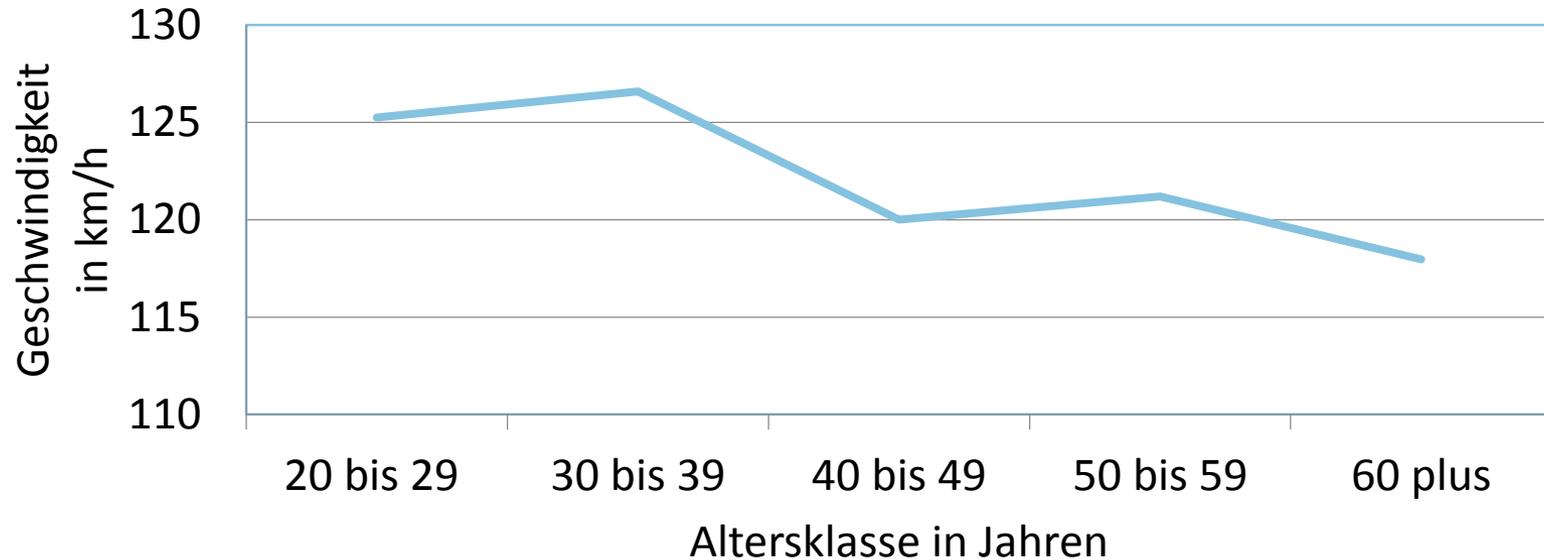
Einfluss Fahrbahnzustand



Die gewählte **Fahrgeschwindigkeit** des ACC auf der Autobahn wurde signifikant vom Straßenzustand [$F(1,86)=125.33$, $p < .0001$, $\eta^2=.60$] und Alter der AutofahrerInnen beeinflusst [$F(4,86)=6.78$, $p < .0001$, $\eta^2=.24$].

Geschwindigkeitswahl Autobahn

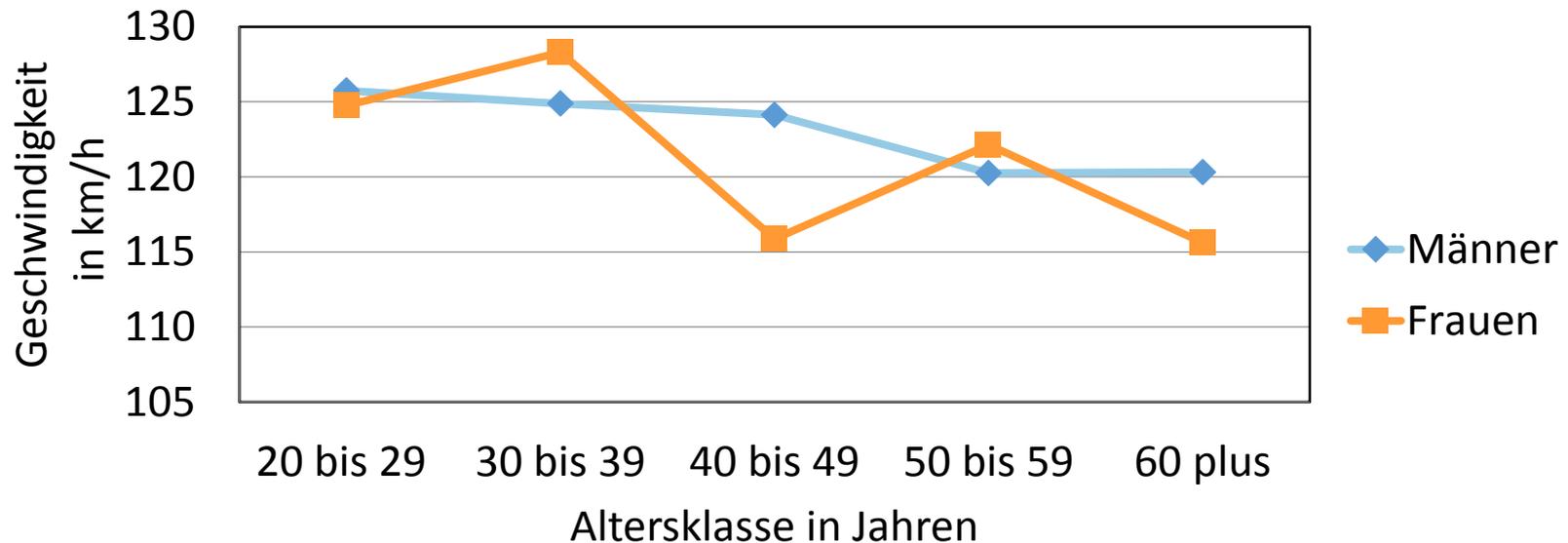
Einfluss Alter



Die **Altersgruppe 60 plus** wählt eine signifikant niedrigere Fahrgeschwindigkeit des ACC ($M=118$, $SD=1.50$ km/h) als die Altersgruppen 20-29 ($M=125.25$, $SD=1.34$ km/h) und 30-39 ($M=126.59$, $SD=1.34$ km/h)

Geschwindigkeitswahl Autobahn

Einfluss Alter und Geschlecht



Wechselwirkung zwischen Alter und Geschlecht auf die Fahrgeschwindigkeit [$F(4,86)=3.19$, $p < .02$, $\eta^2=.13$].

Zusammenfassung

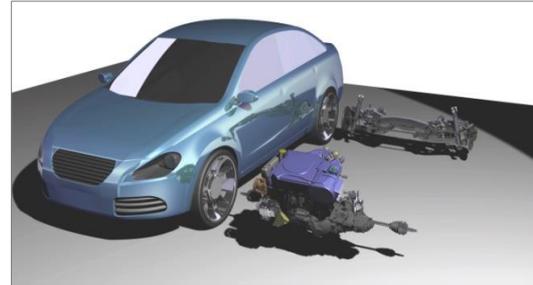
- State-of-the-Art Unfallforschung zeigt Unterschiede bei der Verursachung unter Betrachtung von Alter und Geschlecht
- Simulatorstudie zeigte Unterschiede bei Bewertung der Fahrerassistenzsystemen ACC und AEB unter Berücksichtigung von
 - Alter
 - Geschlecht
 - Fahrbahneigenschaften
- Auf die vorgenannten Parameter adaptive Fahrerassistenzsysteme haben hohe Potential um
 - Vertrauen
 - Akzeptanz
 - Sicherheitsempfinden
 - Komfort

von Fahrerassistenzsystemen und somit deren “Take Rate” bei der Fahrzeuganschaffung zu erhöhen.

Ausblick

- Erweiterung der automatisierten Fahrfunktionen im Fahrsimulator
 - Lane Keeping Assist (LKA)
 - Lane Change Assist (LCA): manuell, teilautomatisiert und voll automatisiert
 - Emergency Assist
 - Highway Chaffeur und Highway Pilot
 - Detaillierte Sensormodelle (Radar und Kamera)
 - Neue HMI Konzepte
- Implementierung adaptiver automatisierter Fahrfunktionen
 - Fahrversuche zur Identifizierung natürlichen Fahrverhaltens
 - Identifikation des Fahrstils
 - Anpassung der Eingriffsstrategie auf signifikante Parameter
- Durchführung weiterer Probandenstudien
- Aufbau eines Fahrzeugdemonstrators

Thank you for
your attention!



Graz University of Technology Institute of Automotive Engineering

Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Arno Eichberger
Forschungsbereich - Driver Assistance, Vehicle
Dynamics, Suspension Systems

Inffeldgasse 11, 8010 Graz
+43 316-873-35210
+43 316-873-35202

arno.eichberger@tugraz.at
<http://www.ftg.tugraz.at>

Referenzen

- Eichberger, A.; Lex, C.; Bliem, N.; Sternat, A. S.; Koglbauer, I.; Schinko, C.; Battel, M.; Holzinger, J.: Bewertung von Fahrerassistenzsystemen von Normalfahrerinnen und Normalfahrern im Realversuch. - in: 4. Jahrestagung der GMTTB (Gesellschaft für Medizinisch Technische Traumbiomechanik) (2014), S. 1 – 32
- Koglbauer, I. V.; Eichberger, A.; Lex, C.; Bliem, N.; Sternat, A. S.; Holzinger, J.; Schinko, C.; Battel, M.: Bewertung von Fahrerassistenzsystemen von nicht professionellen Fahrerinnen und Fahrern im Realversuch. - in: Humanwissenschaftliche Beiträge zur Verkehrssicherheit und Ökologie des Verkehrs, MEHR SICHERES VERHALTEN IM STRASSENVERKEHR. . (2015) In Press
- Eichberger, A.; Koglbauer, I. V.; Lex, C.; Bliem, N.; Sternat, A. S.; Schinko, C.; Battel, M.; Holzinger, J.: Bewertung von Fahrerassistenzsystemen von nicht professionellen Fahrerinnen- und fahrern im Realversuch. - in: Jubiläumsveranstaltung zum 25 jährigen Bestehen von INFAR. Linz am: 10.10.2014
- Koglbauer, I. V.; Eichberger, A.; Lex, C.; Holzinger, J.; Schinko, C.; Ullrich, T.: A model for subjective evaluation of automated vehicle control. - in: The 18th International Symposium on Aviation Psychology. Dayton, OH am: 06.05.2015
- Pirstinger M.: Einbindung der elektrischen Force-Feedback Komponenten in einen Fahrsimulator, master's thesis, TU Graz, 2014
- Eggeling, E.; Halm, A.; Fellner, D. W. & Ullrich, T.: Optimization of an Autostereoscopic Display for a Driving Simulator, Proceedings of the International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (GRAPP 2013), 2013, 8, 318-326
- Koglbauer, I. V.; Eichberger, A.; Lex, C.; Juergen, H.; Schinko, C.; Ullrich, T.: Evaluation of driving maneuvers in reality and in an autostereoscopic 3D simulation with integrated eye-tracking. - in: Europe Chapter of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Conference. Groningen am: 14.10.2015