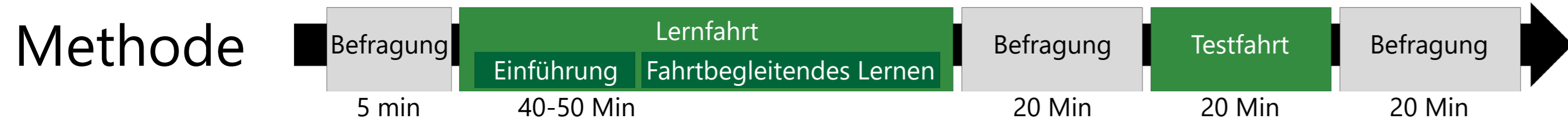


Lerninhalte für das Erlernen einer komplexen Fahrautomation

Einleitung

Fahrautomation entwickelt sich ständig weiter: Schon heute sind komplexe Systeme auf dem Markt, die im selben Fahrzeug über Funktionen auf unterschiedlichen SAE-Leveln (SAE, 2021) bzw. BASt-Modi (BASt, 2021) verfügen, aktuell L1 – L3. Diese sind unter verschiedenen Umweltbedingungen verfügbar, beinhalten verschiedene Systemfähigkeiten und implizieren verschiedene Fahrer- und Nutzerrollen. Entsprechend umfangreich gestaltet sich auch der Lernprozess, um die sichere Nutzung einer solchen komplexen Fahrautomation zuverlässig zu erlernen. In der bisherigen Forschung haben multimediale, interaktive Lernkonzepte hierbei Vorteile gezeigt (Feinauer et al., 2023; Boelhouwer et al., 2020; Forster et al., 2020), allerdings wurden die Lerninhalte nicht systematisch variiert.

Forschungsfrage der Fahrsimulatorstudie: Welche Lerninhalte sind für die sichere Nutzung einer komplexen Fahrautomation notwendig?



Maße während der Fahrten

- Interaktionsleistung
 - Reaktionszeit
 - Reaktion richtig / falsch
 - Bedienfehler
 - Auswahl korrekter Modus
 - Aufmerksamkeit / Eye Tracking
- Beanspruchung
 - EKG
 - EDA

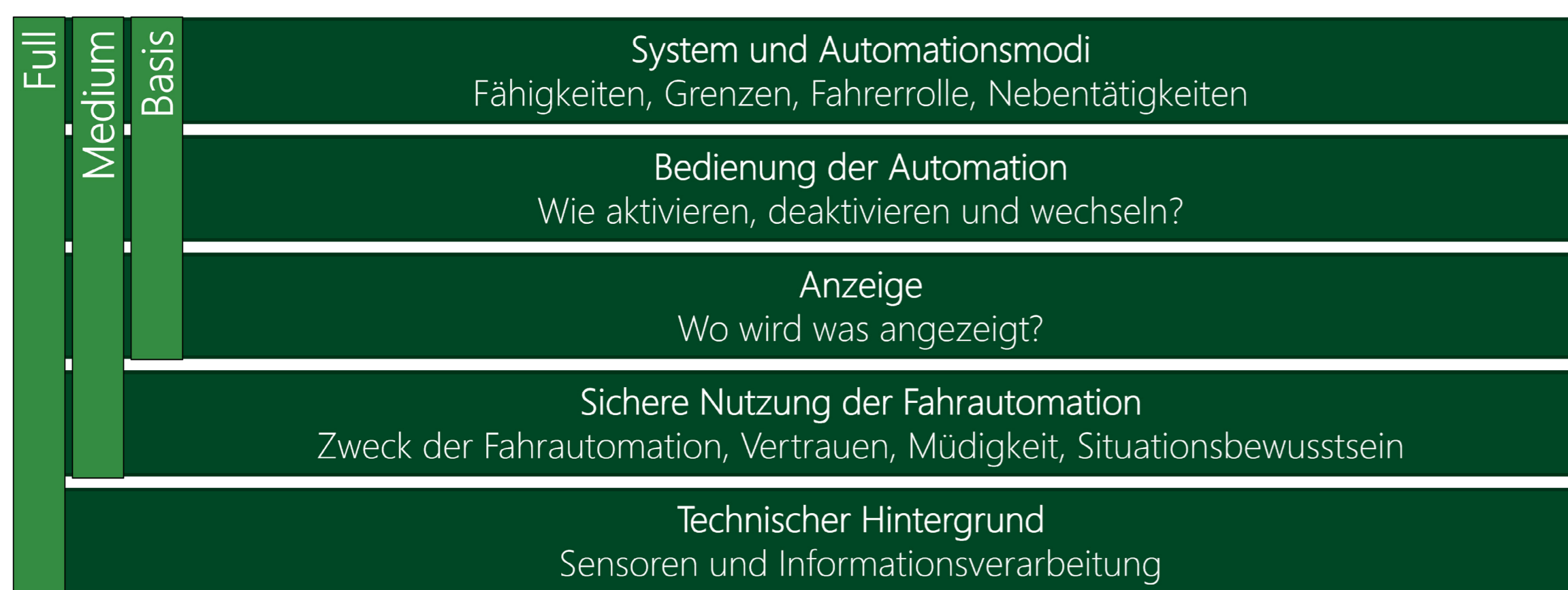
Befragungen

- Mental Model Test
- Subjektive Maße
 - Beanspruchung
 - Verständlichkeit
 - Informationsbedürfnis
 - Vertrauen in Automation
 - Akzeptanz / UX

Versuchspersonen erleben in zwei Fahrten im Simulator eine komplexe Fahrautomation, angelehnt an die von der BASt entwickelten Nutzerkommunikation (BASt, 2021):

Modus	MANUELL	ASSISTIERT	AUTOMATISIERT	AUTONOM
SAE-Level	0	2	3	4
Fahrerrolle	Hands on	Hands off		
	Eyes on	Eyes off		
		Mind on	Mind off	
Übernahmezeit	-	Sofort	10 sek	3 min
Verfügbarkeit	Immer	Innerorts	Außerorts	Autobahn

Die Lernfahrt enthält eine von drei Varianten des Lernkonzepts. Die Wissensvermittlung erfolgt sowohl einleitend im Stand als auch fahrt- und situationsbegleitend.



Automatisierungsmodi haben eine eigene Taste am Lenkrad.

Jetzt testen! Drücken Sie die Taste für den assistierten Modus.

Wie sollte Fahrautomation genutzt werden?

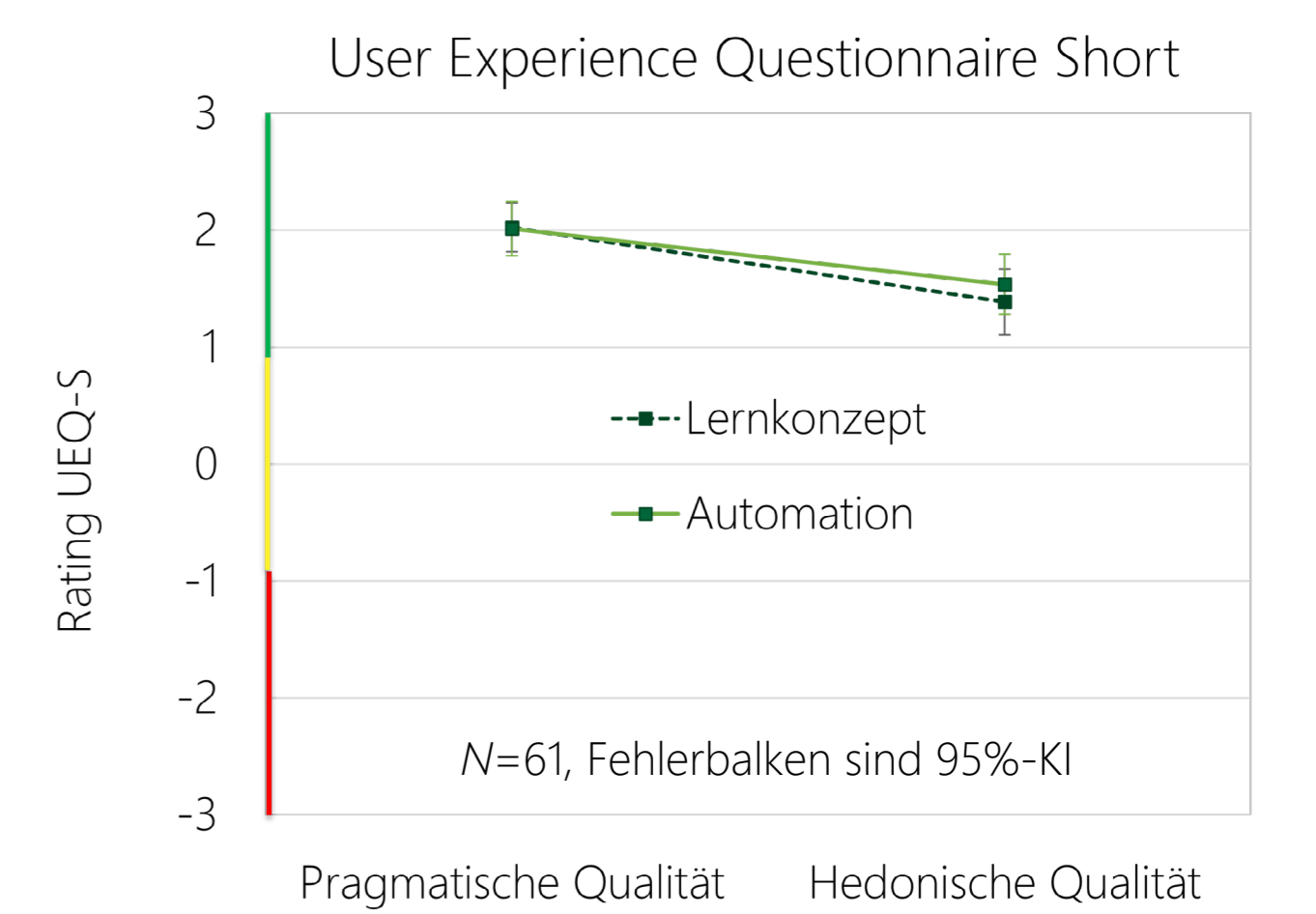
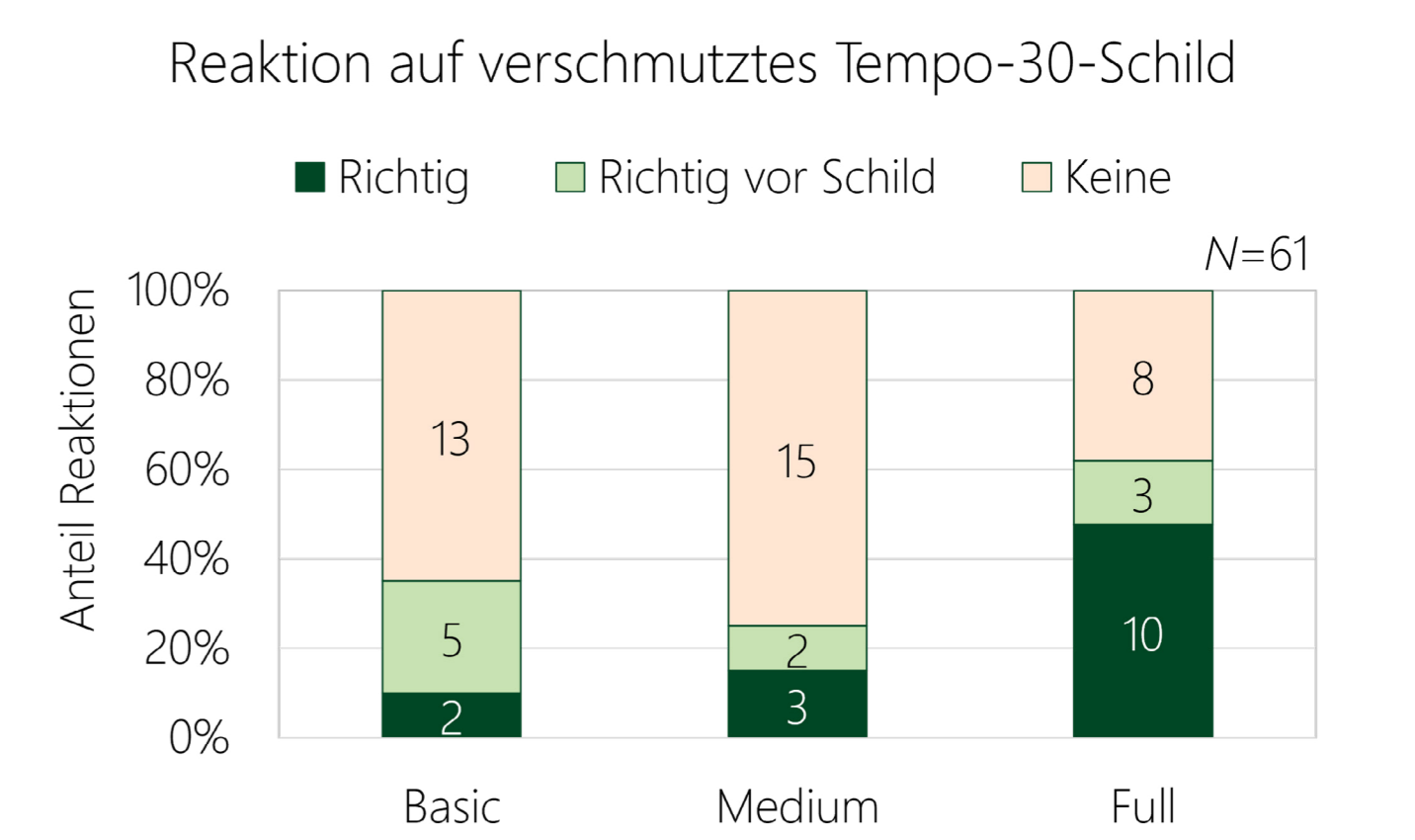
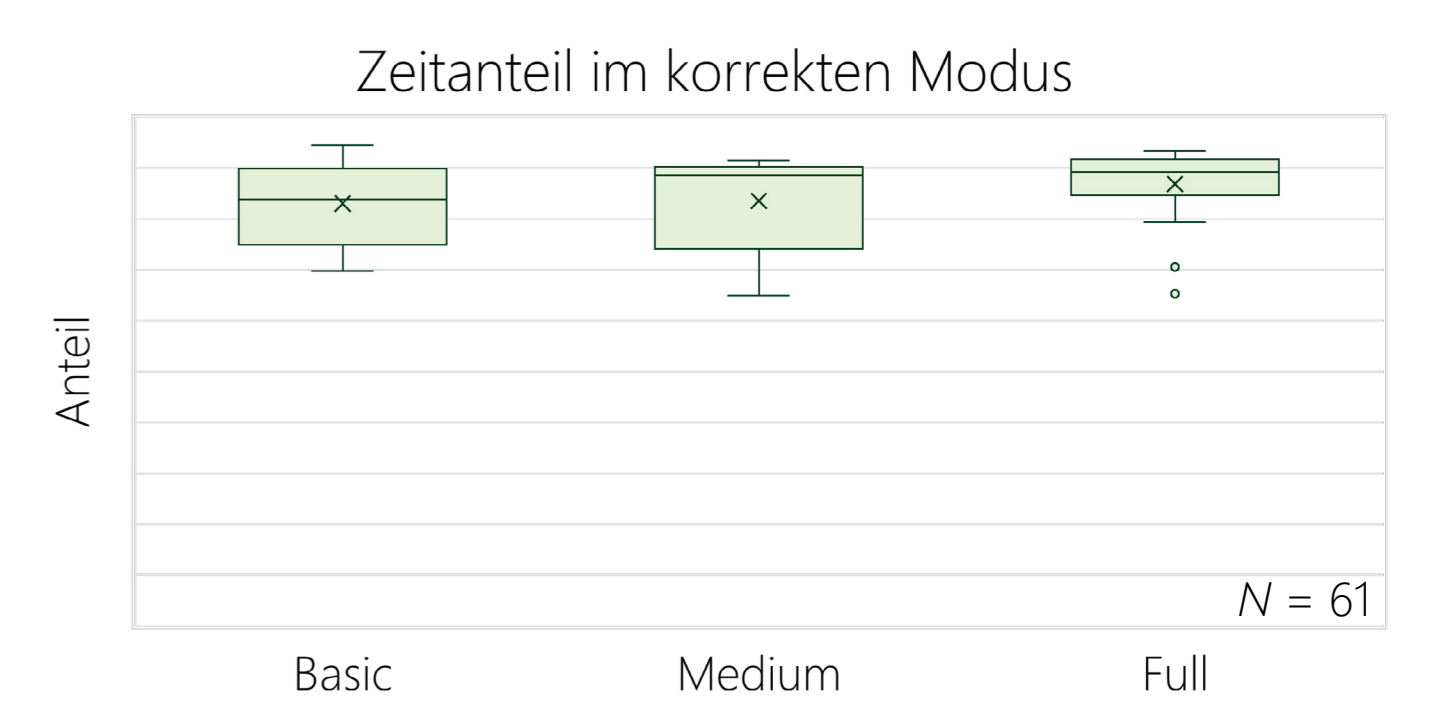
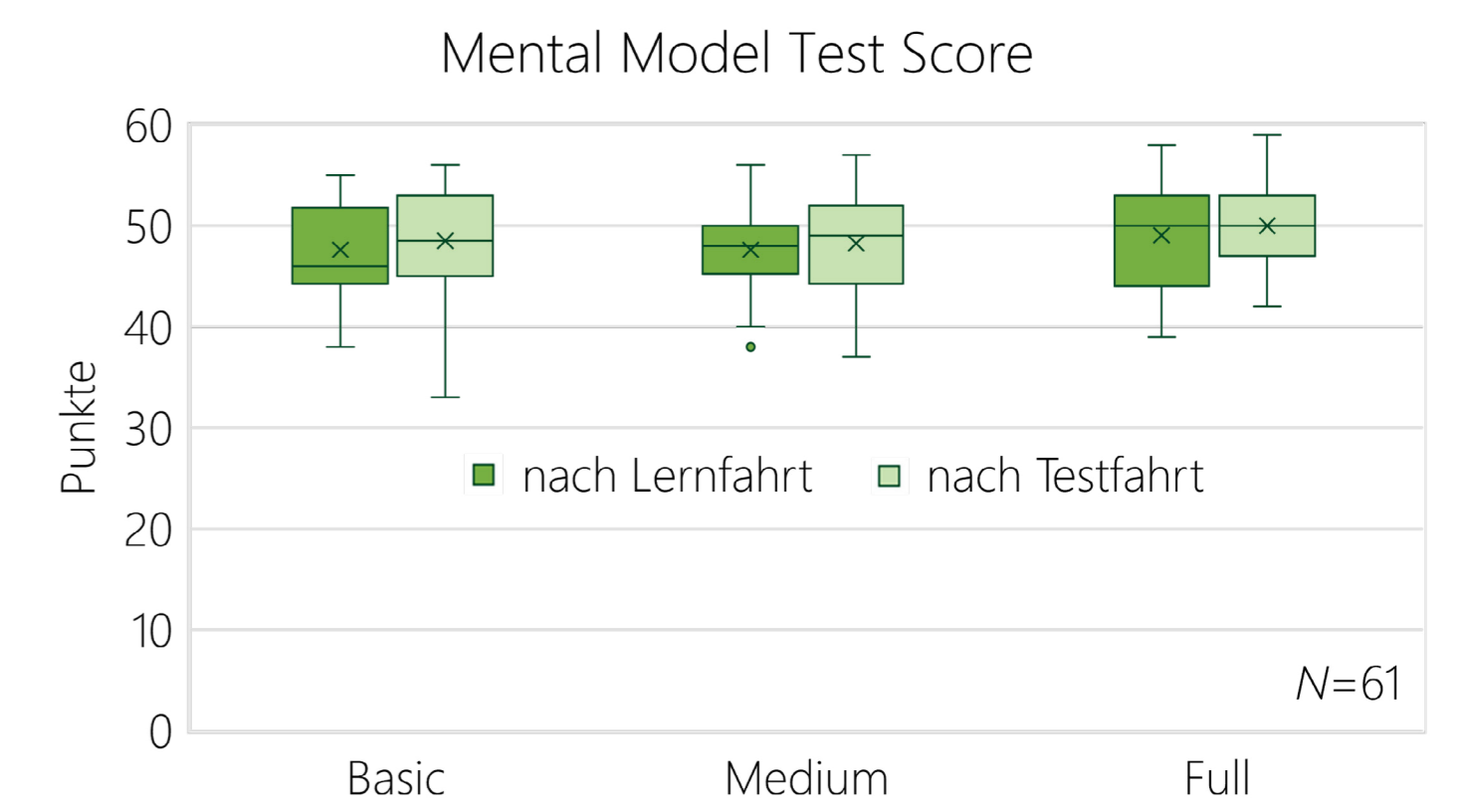
Wie erkennt mein Fahrzeug seine Umwelt?

- Die Testfahrt enthält Transitionen zwischen den vier Modi und Systemausfälle. Als Nebenaufgabe kann zwischen zwei Tablet-Spielen gewählt werden.
- Alle visuellen Inhalte wurden entwickelt mit und gestaltet von studiokurbos

Ergebnisse

Stichprobe: $N = 61$ ($n=25$ w, $n = 36$ m); Alter: $M = 44.8$ Jahre ($SD=14.9$)

- Mental Model Test**
 - Geringe signifikante Verbesserung zwischen den beiden Fahrten
 - Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen
- Interaktionsleistung (Testfahrt)**
 - Bedienfehler: Keine Unterschiede zwischen den Gruppen, aber hohe Varianz zwischen den Personen
 - Anteil im korrekten Modus: Keine Unterschiede zwischen den Gruppen, allerdings explorativ hoher Alterseffekt ($r = -.539$, $p < .001$)
 - Eye Tracking: Keine Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich Zeitanteil, Blickdauer und Blickfrequenz für Blicke in (nicht) fahrrelevante AOIs
 - Reaktion auf Anfragen und Systemfehler: In den meisten Situationen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen, in wenigen Situationen Zusatzinhalte überlegen
- Belastung**
 - EKG: Herzfrequenz insgesamt moderat, in der Lernfahrt signifikant höher, keine Unterschiede zwischen den Gruppen
 - EDA: Kein Unterschied zwischen den Fahrten, Gruppenunterschied bei hoher individueller Varianz nicht interpretierbar
 - NASA-TLX: Keine Gruppenunterschiede
- Befragungen**
 - Verständlichkeit: insgesamt gute Bewertung aller Lerninhalte
 - Erfüllung Informationsbedürfnis: insgesamt gute Bewertung, auch in der Basisgruppe, Lerninhalte zum technischen Hintergrund als signifikant überflüssig bewertet
 - Vertrauen in Automation: Keine Unterschiede zwischen Gruppen und Fahrten, allgemein angemessenes Vertrauensniveau
 - User Experience: Keine Unterschiede zwischen Gruppen und Fahrten, allgemein positive Bewertung
 - Akzeptanz des Gesamtkonzepts: vor allem gute Bewertungen hinsichtlich Nützlichkeit, Benutzbarkeit, visueller Ästhetik und Gesamteindruck



Schlussfolgerung

- Für die sichere Nutzung der im Versuch realisierten komplexen Fahrautomation war die Basisvariante des Lernkonzepts mit Informationen zu System und Automationsmodi, Bedienung und Anzeige ausreichend. Zusätzliche Lerninhalte zur sicheren Nutzung der Fahrautomation und zum technischen Hintergrund führten darüber hinaus nur punktuell, aber nicht systematisch zu besseren Ergebnissen.
- Insgesamt konnte durch das realisierte Lernkonzept in allen untersuchten Maßen ein zufriedenstellendes Niveau erzielt werden.
- Alterseffekte, der Einfluss von Vorwissen und der Zeitpunkt der Wissensvermittlung sollten zusätzlich gezielt untersucht werden.

Boelhouwer, A., van den Beukel, A. P., van der Voort, M. C., Verwey, W. B., & Martens, M. H. (2020). Supporting Drivers of Partially Automated Cars through an Adaptive Digital In-Car Tutor. *Information*, 11(4), 185. <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/4/185>

Feinauer, S., Voskort, S., Groh, I., & Petzoldt, T. (2023). First encounters with the automated vehicle: Development and evaluation of a tutorial concept to support users of partial and conditional driving automation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 97, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2023.06.002>

Forster, Y., Hergeth, S., Naujoks, F., Krems, J. F., & Keinath, A. (2020). What and how to tell beforehand: The effect of user education on understanding, interaction and satisfaction with driving automation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 68, 316-335. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.11.017>

SAE International. (2021). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles (J3016_202104). https://doi.org/10.4271/j3016_202104

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. (2021, 11. März). Selbstfahrende Autos – assistiert, automatisiert oder autonom? [Pressemitteilung]. <https://www.bast.de/DE/Presse/Mitteilungen/2021/06-2021.html>