

Fragebogen zur Bewertung von Fahrkomfort beim automatisierten Fahren:

“Automated Ride Comfort Assessment (ARCA)”

Autoren: Claus Marberger, Dr. Hanna Otto, Michael Schulz, Dr. Philipp Alt, Stefanie Horn

Organisation(en): Robert Bosch GmbH

DOI: 10.13140/RG.2.2.34833.71520

Datum: July 2022

1 Hintergrundinformationen

- Bewertungsgegenstand ist der durch die Automation bedingte „fahrerische Reisekomfort“. Als Abgrenzung dazu: keine Bewertung von Fahrkomfortaspekten, die durch das Fahrwerk, die Sitzergonomie, dem Raumangebot, die Luftqualität usw. im Fahrzeuginneren bedingt sind.
- Sammlung sämtlicher relevanter physischer und psychischer Aspekte von Komfort/Wohlbefinden auf Basis der Literaturrecherche im öffentlich geförderten Projekt RUMBA (<https://projekt-rumba.de/>). Neben den Kriterien zu „Fahrkomfort“ wurden bewusst auch Aspekte zur Bewertung von User Experience und Technologieakzeptanz einbezogen.
- Einsatzzweck: post-hoc Bewertung einer erlebten Fahrt bzw. eines erlebten Fahrtabschnitts; kein expliziter Fokus auf einzelne Fahrsituationen.
- Keine Bewertung technischer Parameter (wie Bremszeitpunkt, Beschleunigungsverlauf, ...), sondern Fokus auf Aspekte des subjektiven Erlebens.
- Jeweils ein „direkt“-item pro Faktor zur Begrenzung der Fragebogenlänge. Ein einheitliches Frage-/Antwortformat für alle Items. Das ermöglicht/vereinfacht die mehrfache Verwendung des Instruments innerhalb eines Versuchsdurchgangs.
- Antwortformat deckt nicht nur Diskomfort ab (von „negativ bis „nichts gemerkt“) sondern das gesamte Spektrum von Diskomfort bis Komfort (von „negativ“ - rot, über „neutral“ - weiß bis „positiv“ - grün). Dies spiegelt das zugrundeliegende Komfort-Verständnis wider, wonach bewusst wahrgenommener Komfort entsteht, wenn physische oder psychische Aspekte des Wohlbefindens sich gegenüber einem Erwartungsniveau positiv abheben. Diskomfort entsteht entsprechend, wenn diese Aspekte gegenüber einem individuellen Erwartungsniveau negativ bewertet werden (siehe auch Carsten& Martens, 2019).
- Falls einzelne Items für die Fragestellungen der Studie irrelevant sind, sollten sie im Vorfeld aus dem Fragebogen entfernt werden.
- Die Auswertung soll auf Einzel-Itemebene stattfinden. Zur Bewertung des allgemeinen Komforts können die letzten beiden Items verwendet werden. Es ist keine Berechnung eines Gesamtscores vorgesehen

2 Aktuelle Version des Fragebogens (18. Mai 2022)

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Fahrkomfort beim automatisierten Fahren | Psychologische Aspekte | Sicherheitsempfinden | Ich fühle mich als Insasse ... | unsicher | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | sicher. | | |
| | | Natürlichkeit | Die Fahrzeugsteuerung wirkte auf mich... | unnatürlich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | natürlich. | |
| | | Kooperativität | Das Fahrzeugverhalten wirkt anderen Verkehrsteilnehmern gegenüber ... | unfreundlich | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | freundlich. | |
| | | Nachvollziehbarkeit | Die Spurwechselentscheidungen waren ... | nicht nachvollziehbar | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | nachvollziehbar. | |
| | | Kontrollverlust | Die Abgabe der Fahrzeugkontrolle hat mich ... | belastet | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | entlastet. | |
| | | Reisefortschritt | Ich hatte den Eindruck, ... voranzukommen . | ineffizient | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | effizient | |
| | | Belastung/Stress | Ich fühlte mich während der Fahrt ... | beunruhigt | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | entspannt. | |
| | | Außenwahrnehmung | Andere Verkehrsteilnehmer beurteilen das Fahrverhalten meines Fahrzeuges vermutlich ... | negativ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | positiv. | |
| | | Vorhersehbarkeit | Ich konnte das Fahrzeugverhalten ... vorhersagen. | schwer | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | leicht | |
| | | Systemvertrauen | Mein Vertrauen gegenüber der Automatisierung war... | niedrig | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | hoch. | |
| | | Interferenz mit NDRT | Das Fahrzeugverhalten machte es ..., die Aufgabe auf dem mobilen Gerät zu bearbeiten. | schwer | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | leicht | |
| | | Physische Aspekte | Kräfte (Bremsung) | Die auf den Körper wirkenden Kräfte bei <u>Bremsungen</u> waren ... | unangemessen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | angemessen. |
| | | | Kräfte (Beschleunigung) | Die auf den Körper wirkenden Kräfte bei <u>Beschleunigungen</u> waren ... | unangemessen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | angemessen. |
| | | | Kräfte (Kurven) | Die auf den Körper wirkenden Kräfte <u>in Kurven</u> waren ... | unangemessen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | angemessen. |
| | | | Kräfte (Spurwechsel) | Die auf den Körper wirkenden Kräfte bei Spurwechseln waren ... | unangemessen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | angemessen. |
| Anspannung | Mein Körper fühlt sich ... an. | | erschöpft | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | erholt | | |
| Generell | Reiseübelkeit | Bezüglich Reiseübelkeit fühle ich mich ... | schlecht | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | gut. | | |
| | Allgemeiner Fahrkomfort | Ich empfand das Fahrzeugverhalten insgesamt als ... | unkomfortabel | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | komfortabel. | | |
| | Allgemeiner Fahrstil | Ich bin mit der Art und Weise, wie das Fahrzeug gefahren ist, insgesamt ... | unzufrieden | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | zufrieden. | | |

Abbildung 1: Übersicht der zugrundeliegenden Faktoren (links) sowie Einzelitems mit integriertem Antwortformat (rechts). Die Zuordnung der Faktoren ist nicht Teil des Fragebogens

3 Zugrundeliegende Literatur

- Bellem, H. (2017). Analysis of Driving Style Preference in Automated Driving. Dissertation. Technische Universität Chemnitz, Chemnitz.
- Bellem, H., Schönenberg, T., Krems, J. F., & Schrauf, M. (2016). Objective metrics of comfort: Developing a driving style for highly automated vehicles. In: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 41, S. 45–54.
- Carsten, O., & Martens, M. H. (2019). How can humans understand their automated cars? HMI principles, problems and solutions. Cognition, Technology & Work, 21(1), 3-20.
- Chang, A. (2012). UTAUT and UTAUT 2: A review and agenda for future research. The Winners, 13(2), 10-114.
- Da Silva, M. C. G. (2002). Measurements of comfort in vehicles. In: Measurement Science and Technology 13 (6)
- Dovgan, E., Tušar, T., Javorski, M., & Filipič, B. (2012). Discovering comfortable driving strategies using simulation-based multiobjective optimization. In: Informatica 36 (3).
- Ellinghaus, D. & Schlag, B. (2001). Beifahrer. Eine Untersuchung über die psychologischen und soziologischen Aspekte des Zusammenspiels von Fahrer und Beifahrer. Köln, Hannover.
- Engelbrecht, A. (2013). Fahrkomfort und Fahrspaß bei Einsatz von Fahrerassistenzsystemen. disserta Verlag.
- Elbanhawi, M., Simic, M., & Jazar, R. (2015). In the passenger seat: investigating ride comfort measures in autonomous cars. IEEE Intelligent transportation systems magazine, 7(3), 4-17.
- Festner, M. (2019). Objektivierete Bewertung des Fahrstils auf Basis der Komfortwahrnehmung bei hochautomatisiertem Fahren in Abhängigkeit fahrfremder Tätigkeiten: Grundlegende Zusammenhänge zur komfortorientierten Auslegung eines hochautomatisierten Fahrstils (Doctoral dissertation, Universität Duisburg-Essen).
- Flemisch, F., Schieben, A., Schoemig, N., Strauss, M., Lueke, S., & Heyden, A. (2011, July). Design of human computer interfaces for highly automated vehicles in the EU-Project HAVEit. In International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction (pp. 270-279). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hartwich, F., Beggiano, M., Dettmann, A., & Krems, J. F. (2015). Customized Automated Driving Styles for Younger and Older Drivers. VDI Bericht 2264, 271-283.
- Hassenzahl, M. (2007). The hedonic/pragmatic model of user experience. Towards a UX manifesto 10.
- Lange, A., Maas, M., Albert, M., Siedersberger, K.-H., & Bengler, K. (2014). Automatisiertes Fahren - So komfortabel wie möglich, so dynamisch wie nötig. Vestibuläre Zustandsrückmeldung beim automatisierten Fahren. In: VDI (Hg.): 30. VDI/VW-Gemeinschafts-tagung. Fahrerassistenz und Integrierte Sicherheit. Wolfsburg, 14.-15.10.2014. VDI/VW: VDI Verlag GmbH, S. 215–228.
- Peng, C., Merat, N., Romano, R., Hajiseyedjavadi, F., Paschalidis, E., Wei, C., ... & Boer, E. (2021). Drivers' Evaluation of Different Automated Driving Styles: Is It Both Comfortable and Natural?
- Schönhammer, R. (1992). Zur Psychologie der Beifahrersituation. In: Deutschen Gesellschaft für Psychologie (Hg.): Bericht über 38. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Trier. Göttingen: Hogrefe, S. 321–322.
- Sarter, N. B., Woods, D. D., & Billings, C. E. (1997). Automation surprises. Handbook of human factors and ergonomics, 2, 1926-1943.
- Summala, H. (2007). Towards understanding motivational and emotional factors in driver behaviour: Comfort through satisficing. In Modelling driver behaviour in automotive environments (pp. 189-207). Springer, London.