

Anforderungen älterer Fahrender an das HMI automatisierter Fahrzeuge

Sarah Schwindt, Nina Theobald, Bettina Abendroth & Dietrich Manstetten

Automatisierte Fahrzeuge bergen ein großes Potenzial für die Aufrechterhaltung der Mobilität Älterer als Beitrag zur Lebensqualität. Für einen sicheren Mobilitätswachstum muss diese Benutzergruppe im Entwicklungsprozess einbezogen werden. Im FAT-Vorhaben „HMI-Anforderungen für den automatisierten Individualverkehr unter Berücksichtigung von Leistungsmöglichkeiten und -grenzen älterer Nutzer“ (FAT-Schriftenreihe Nr. 350) wurden an der Technischen Universität Darmstadt deren spezifische Anforderungen an das Human Machine Interface (HMI) untersucht.

Potentiale und Herausforderungen automatisierter Fahrzeuge für Ältere

Mobilität wird mit Freiheit und Autonomie assoziiert, sie ermöglicht Älteren die Teilhabe am gesellschaftlichen und sozialen Leben und unterstützt damit den Erhalt der Lebensqualität [1]. Bei abnehmender körperlicher Leistungsfähigkeit nimmt die Bedeutung des Pkw als Mobilitätsmittel zu, diese altersbedingten Leistungsdefizite stellen aber eine Hauptursache für die erhöhte Unfallrate älterer Fahrender dar [2].

Der Fortschritt automatisierter Fahrzeugtechnik und die bereits auf dem Markt verfügbaren automatisierten Fahrfunktionen weisen auf das Potenzial automatisierter Fahrzeuge zur Erhöhung der Verkehrssicherheit Älterer hin [3]. Doch noch bevor automatisierte Systeme zur Durchführung der gesamten Fahrtätigkeit imstande sind, erfordern die in absehbarer Zeit verfügbaren Automatisierungssysteme der Level 2 und 3 nach der Society of Automotive Engineers (SAE) [4] in bestimmten Situationen intensive Fahrer-Fahrzeug-Interaktionen. Für eine bestmögliche Unterstützung dieser Interaktionen sind die Bedürfnisse der Älteren im Rahmen der Gestaltung des HMI automatisierter Fahrzeuge zu berücksichtigen. Diese wurden am Institut für Arbeitswissenschaft (IAD) der Technischen Universität Darmstadt ermittelt.

Stand der Forschung & Ziel des Projekts

Bisherige Studien konzentrieren sich primär auf das Bewerten konkreter HMIs aus einer leistungsorientierten Perspektive und lassen dabei im Unklaren, ob und inwiefern Bedürfnisse und Anforderungen der älteren Verkehrsteilnehmenden in der Gestaltung Berücksichtigung finden [5]. In Studien speziell zu älteren Fahrenden wurde der Fokus auf verkehrsrelevante altersbedingte sensorische, physische und kognitive Einschränkungen gelegt. Die Literatur hat aber bereits auf eine unzureichende Beachtung der Fähigkeiten, Bedürfnisse und Meinungen Älterer bei den derzeitigen Entwürfen von HMIs aufmerksam gemacht [6]. Ziel des Forschungsprojekts war daher die Identifikation der spezifischen Erwartungen älterer Menschen und ihre Anforderung an die HMI-Gestaltung in automatisierten Fahrzeugen unter Berücksichtigung ihrer Leistungsmöglichkeiten und -grenzen. Dazu wurde zunächst mittels einer Literaturrecherche der Stand der Forschung zu den in Bild 1 dargestellten Themenbereichen zusammengefasst, Forschungsfragen daraus abgeleitet und weiterführende Fragen formuliert. Die zentrale Forschungsfrage, wie das HMI in Bezug auf Modalität, Darstellung und Informationsgehalt gestaltet sein sollte, um Ältere bei der Nutzung automatisierter Fahrzeuge zu unterstützen, wurde mit Hilfe einer szenariobasierten Befragungsstudie beantwortet, die im Folgenden beschrieben ist.

Methodisches Vorgehen

Für die Studie wurden basierend auf den Erkenntnissen aus der Literatur verschiedene HMI-Varianten entworfen, die anschließend in zwei aufeinanderfolgenden Befragungsrunden evaluiert wurden. Befragt wurden Pkw- und Lkw-Fahrende ab einem Alter von 55 Jahren sowie Experten im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion, Tabelle 1. Der Fokus der ersten Befragungsrunde lag auf der Präferenz Älterer bezüglich Modalität, Darstellung und Informationsgehalt des HMIs. Für die automatisierte Fahrt, welche nicht fahrtbezogenen Nebentätigkeiten der Fahrenden (Non-Driving related Task, NDRT) ermöglicht, wurde eine kontinuierliche Fahrt auf der Autobahn, auf der Landstraße und in der Stadt als Video simuliert; die entsprechende Übernahmeaufforderung (Takeover Request, TOR) wurde durch eine Baustelle auf der Autobahn eingepflegt. Für jedes Szenario wurde eine ausführlichere und eine reduzierte visuelle HMI-Varianten erstellt, diese wurden wiederum mit einem Signalton oder einer Sprachanweisung unterlegt, Bild 2.

In der zweiten Befragungsrunde wurden die situationsspezifischen Präferenzen Älterer hinsichtlich der HMI-Gestaltung erhoben. Betrachtet wurden dabei vier Situationen, die sich in der Kritikalität und im Vorhandensein eines Handlungsbedarfs unterschieden. Als unkritische Situation ohne Handlungsbedarf wurde eine Autobahnabfahrt und als kritische Situation ohne Handlungsbedarf ein Fußgängerüberweg gewählt. Als unkritische Situation mit Handlungsbedarf diente das Passieren einer Autobahnraststätte mit Option zur Pause und

als kritische Situation mit Handlungsbedarf ein TOR aufgrund einer Baustelle auf der Autobahn. Basierend auf den Ergebnissen der ersten Befragungsrunde wurden für jede Situation drei HMI-Varianten gestaltet. Die drei HMIs der Szenarien ohne Handlungsbedarf unterschieden sich lediglich in der akustischen Gestaltung: ohne akustisches Signal, mit Signalton oder mit Sprachausgabe. Die drei HMIs der Szenarien mit Handlungsbedarf enthielten alle eine Sprachausgabe; sie unterschieden sich in der farblichen und dynamischen Gestaltung der zentralen Informationen, Bild 3.

Die HMIs wurden in den Videos der verschiedenen Situationen jeweils auf Höhe des Kombinationsinstruments eingefügt. In den Befragungen wurde überprüft, ob die Testpersonen die Bedeutung der dargestellten Elemente verstanden hatten, was ihnen an den jeweiligen HMI-Varianten auf visueller und akustischer Ebene gefallen beziehungsweise nicht gefallen hatte, welche der übermittelten Informationen sie nicht benötigten beziehungsweise welche sie zusätzlich benötigten und welche der gezeigten Varianten sie bevorzugten. Außerdem wurde die Benutzererfahrung (User Experience) analog des Short-User-Experience-Questionnaire nach [7] sowie das Systemvertrauen in Anlehnung an [8] untersucht.

Ergebnisse zu Modalität und Informationsgehalt

Die Befragungsstudien zeigten, dass sowohl Persönlichkeitsfaktoren, wie beispielsweise die Risikoneigung, als auch Gewohnheiten die Akzeptanz von automatisierten Fahrzeugen und das Vertrauen in diese beeinflussen. Obwohl Ältere trotz altersbedingter Einschränkungen das Potenzial erkennen, ihre Mobilität aufrechterhalten zu können, haben sie Bedenken, die Kontrolle abgeben zu müssen und dem System ausgeliefert zu sein. So präferieren sie, das Fahrsystem mit Hilfe von Monitoring- und Informationssystemen überwachen zu können. Ausführliche visuelle Darstellungen schaffen gegenüber reduzierten visuellen Darstellungen ein höheres Systemvertrauen und eine mittelmäßige bis gute User Experience, Bild 4. Eine Sprachausgabe wirkt im Vergleich zu einem Signalton vertrauensstiftend, führt zu einer guten bis sehr guten User Experience und trägt zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit und Antizipation des Systemverhaltens, der Situationseinschätzung sowie der Erkennung des Systemzustands bei. Dementsprechend hat sich beim TOR die HMI-Gestaltungslösung bestehend aus einer ausführlichen Anzeige und einer Sprachausgabe als favorisierte Version der Älteren herauskristallisiert.

Ergebnisse zur situations- und erfahrungsbasierten Gestaltung

Die Präferenz Älterer für ausführliche Anzeigen und Sprachausgaben ist allerdings nicht uneingeschränkt auf alle Situationen der kontinuierlichen automatisierten Fahrt zu übertragen. Hier zeigte sich eine hohe Diversität in der präferierten HMI-Gestaltung über die unterschiedlichen Situationen hinweg, die sowohl durch die Vertrautheit der Strecke als auch durch die Komplexität und Kritikalität der spezifischen Situation geprägt wird. In allen Situationen einer kontinuierlichen automatisierten Fahrt sollte jedoch eine möglichst realitätsnahe visuelle Abbildung der Umgebung sowie ein akustischer Hinweis bei einer Richtungsänderung gegeben werden. Relevante Informationen sowie die Dringlichkeit einer Handlungsaufforderung sollten über eine farbliche oder dynamische Codierung zentraler Elemente vermittelt werden. In Situationen mit Handlungsbedarf ist eine ergänzende Kommunikation der Handlungsaufforderung über eine Sprachausgabe unter Beachtung des zur Verfügung stehenden Zeitbudgets zu empfehlen.

Neben der Situation bestimmt auch die Erfahrung der Älteren mit automatisierten Fahrzeugen die Präferenz von Modalität und Informationsgehalt des HMI. Neulinge in Konfrontation mit HMIs fordern eine Gestaltungslösung mit hohem akustischem Informationsgehalt wie beispielsweise einer Sprachausgabe. Mit steigender Erfahrung können sich die Älteren auch eine HMI-Variante mit Signalton oder ohne akustisches Signal vorstellen. Demnach scheinen einerseits situative Adaptionen und andererseits erfahrungsbasierte Adaptionen, die sich jeweils in den betrachteten visuellen und akustischen Gestaltungsdimensionen unterscheiden, geeignet zu sein, um sowohl eine situationspezifische optimale Abstimmung von Informationsbedarf und -angebot als auch eine optimale Abstimmung auf den Erfahrungsstand des Fahrenden sicherzustellen.

Weiterführende Fragestellungen

Es ist zu beachten, dass die in den Befragungen verwendeten Videos nur einen begrenzten Grad an Immersion erzeugen konnten und sich die Aussagen der Testpersonen auf die konkreten, hier präsentierten HMI-Gestaltungslösungen beziehen. Die erhobenen subjektiven Daten gilt es zukünftig durch objektive Leistungsdaten infolge der Durchführung von Simulatorstudien zu ergänzen und dabei auch die Auswirkungen auf das Situationsbewusstsein zu betrachten. Weiterhin sollte überprüft werden, wie sich die Bedürfnisse und Anforderungen Älterer an das HMI mit zunehmender Nutzungserfahrung verändern. Auch wenn der Fokus des Projekts auf der Anpassung des HMIs an die Anforderungen Älterer lag, kann davon ausgegangen werden, dass die Gestaltungsempfehlungen auch für jüngere Fahrende hilfreich sind.

Danke

Das Forschungsprojekt „HMI-Anforderungen für den automatisierten Individualverkehr unter Berücksichtigung von Leistungsmöglichkeiten und -grenzen älterer Nutzer“ wurde von der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e. V. (FAT) aus Eigenmitteln gefördert, am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Ralph Bruder durchgeführt und vom FAT-Arbeitskreis 2 „Mensch als Fahrzeugführer“ begleitet. Die Autorinnen und der Autor danken der FAT für die Förderung und allen beteiligten Projektpartnern und Testpersonen für ihre Unterstützung. Ihr besonderer Dank geht an die Projektbeteiligten Philip Joisten und Jonas Walter vom IAD.

Abbildungen und Tabellen

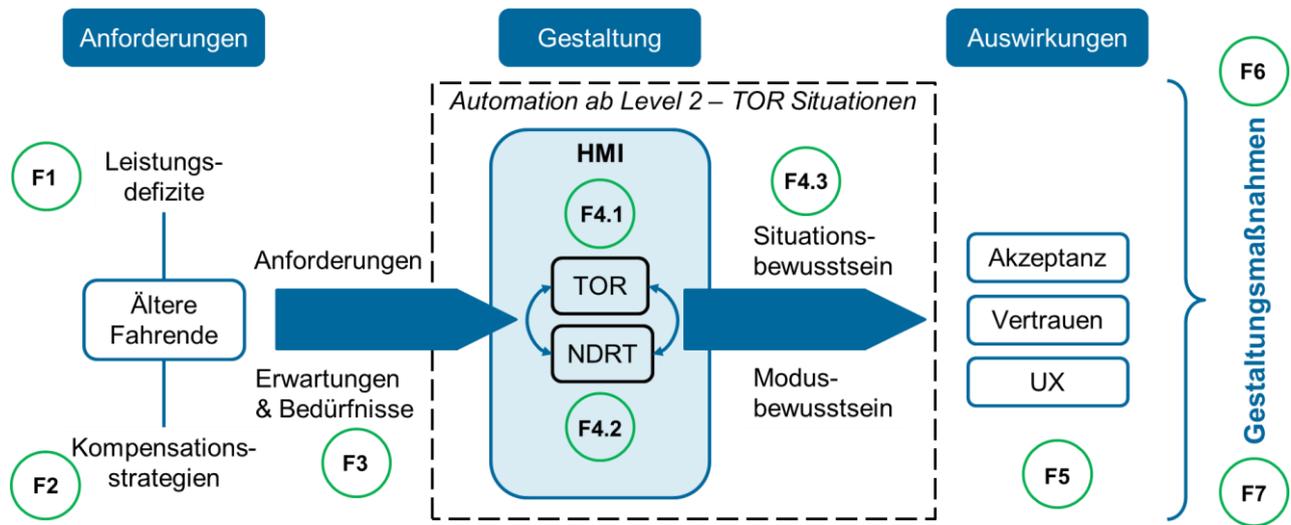


Bild 1: Im Projekt untersuchte Themenbereiche und Stichworte zu den formulierten Forschungsfragen (F1 bis F7)

Tabelle 1: Altersstruktur und Charakteristik der Testpersonen

	Anzahl	Alter	Geschlecht	Kategorie
Befragungsrunde 1	23	55 bis 81 Jahre (M = 64,2 Jahre, SD = 6,5 Jahre)	männlich: 17 weiblich: 6	PKW-Fahrende: 17 LKW-Fahrende: 4 Experten: 2
Befragungsrunde 2	19	55 bis 74 Jahre (M = 61,2 Jahre, SD = 5,0 Jahre)	männlich: 10 weiblich: 9	PKW-Fahrende: 17 Experten: 2

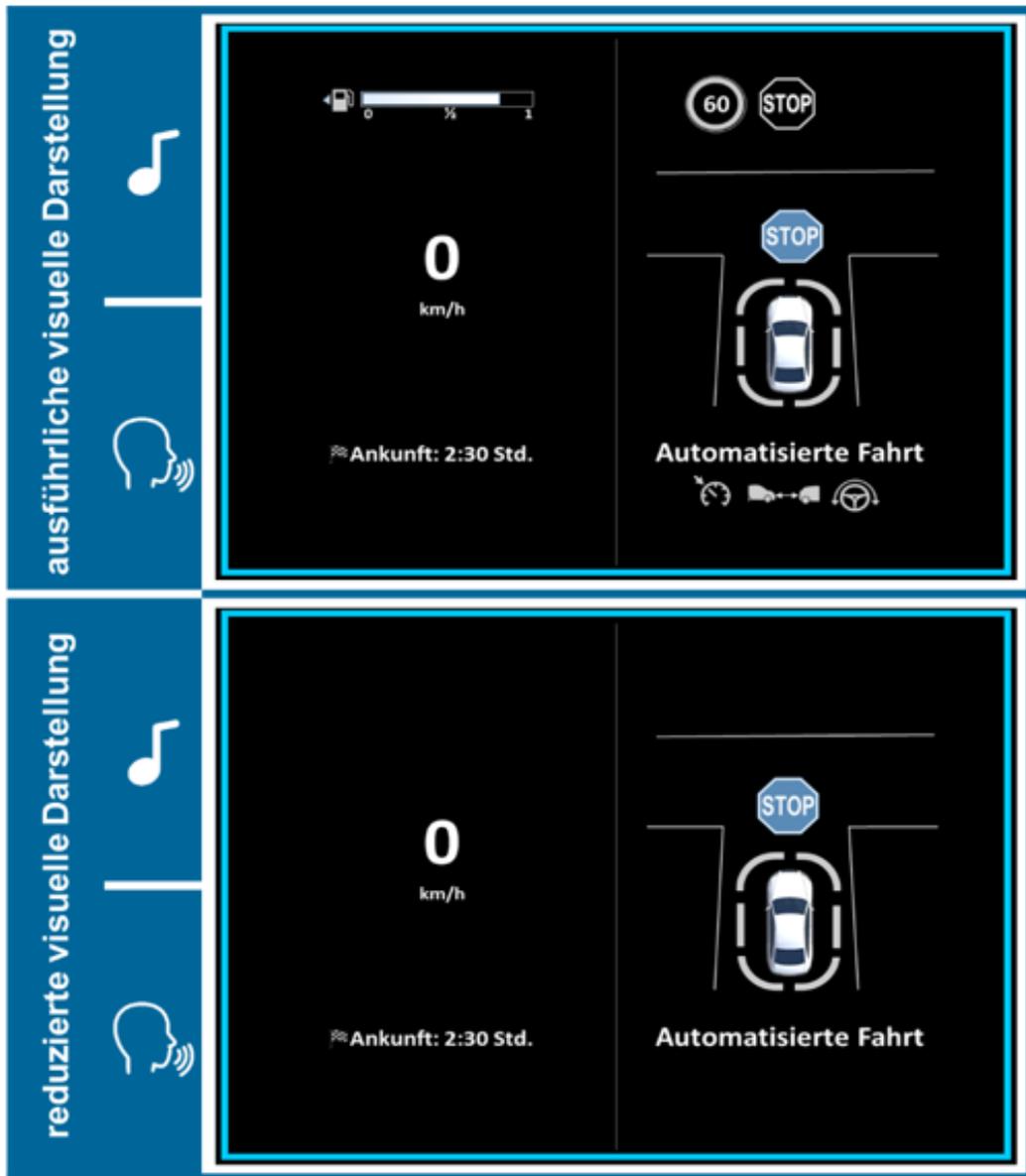


Bild 2: Beispiele der HMI-Varianten aus der ersten Befragungsrunde mit ausführlicher visueller Darstellung (oben) und reduzierter visueller Darstellung (unten), jeweils mit Signalton oder Sprachausgabe

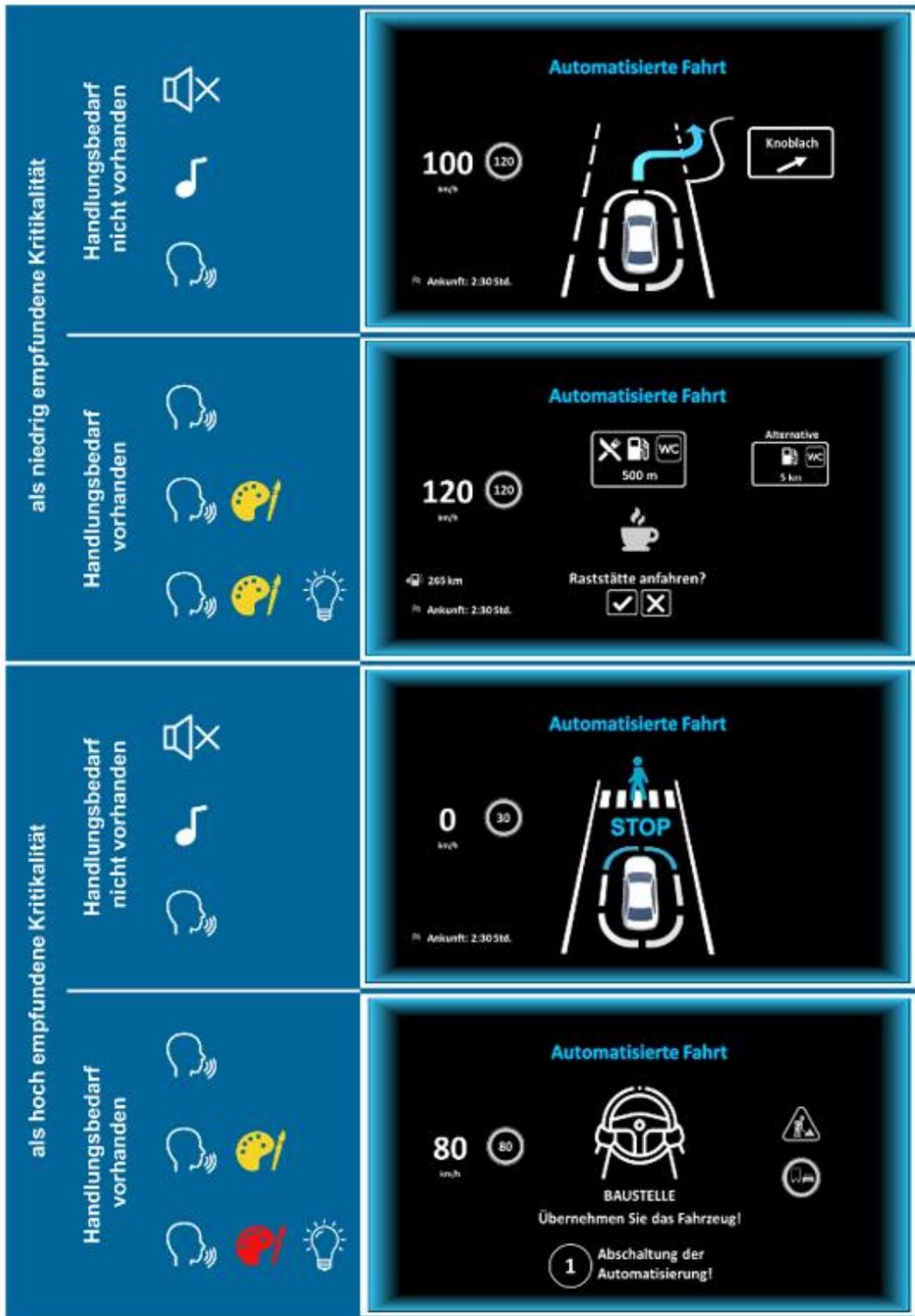


Bild 3: Beispiele von HMI-Varianten der zweiten Befragungsrunde

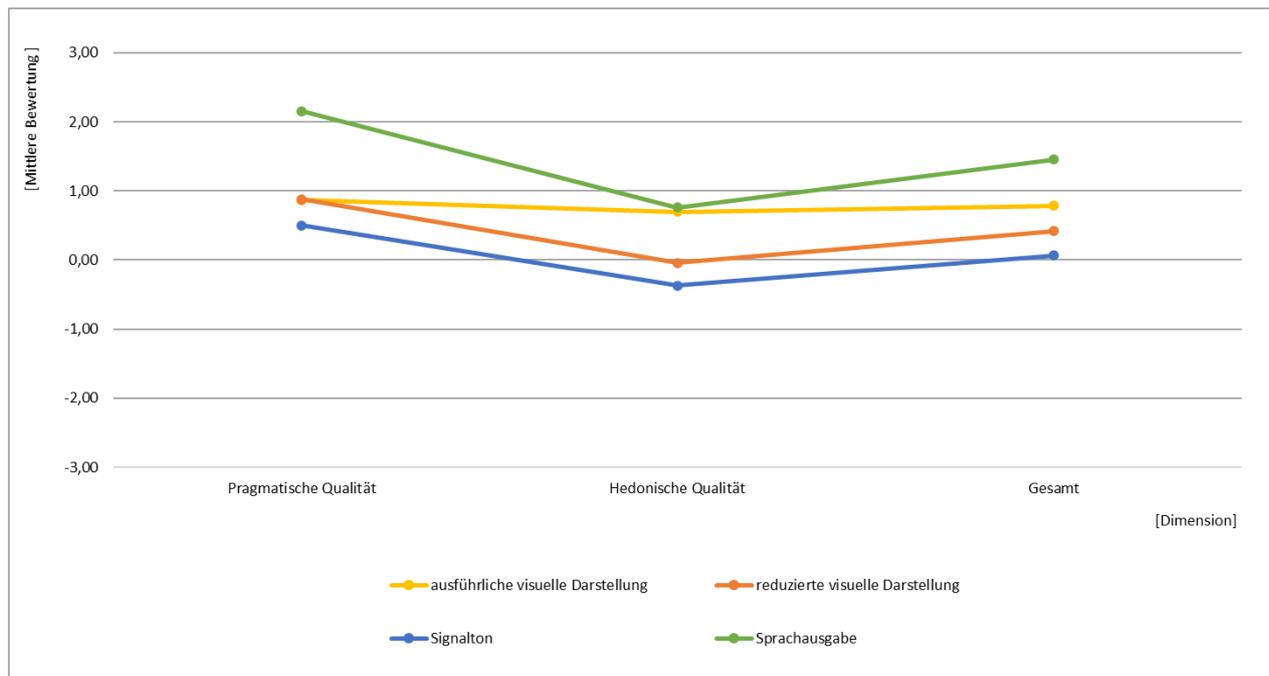


Bild 4: Benutzererfahrung zu den verschiedenen Gestaltungselementen

Literaturhinweise

- [1] SCHLAG, B.: Einleitung: Wie sicher sind die Älteren im Straßenverkehr?, Bd. 3. In: SCHLAG, Bernhard (Hrsg.): *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. Köln : TÜV Media, 2008, S. 1791
- [2] BOOT, W. R. ; STOTHART, C. ; CHARNESS, N.: *Improving the safety of aging road users: a mini-review*. In: *Gerontology* 60 (2014), Nr. 1, S. 90–96
- [3] MOLNAR, L. J. ; PRADHAN, A. K. ; EBY, D. W. ; RYAN ; ST LOUIS ; ZAKRAJSEK ; ROSS ; LIN ; LIANG ; ZALEWSKI ; ZHANG: *Age-Related Differences in Driver Behavior Associated with Automated Vehicles and the Transfer of Control between Automated and Manual Control: A Simulator Evaluation*. 2017
- [4] SAE INTERNATIONAL: *J3016_202104 : Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. URL https://saemobilus.sae.org/content/J3016_202104
- [5] LI, S. ; BLYTHE, P. ; GUO, W. ; NAMDEO, A.: *Investigating the effects of age and disengagement in driving on driver's takeover control performance in highly automated vehicles*. In: *Transportation Planning and Technology* 42 (2019), Nr. 5, S. 470–497
- [6] YOUNG, K. L. ; KOPPEL, S. ; CHARLTON, J. L.: *Toward best practice in Human Machine Interface design for older drivers: A review of current design guidelines*. In: *Accident; analysis and prevention* 106 (2017), S. 460–467
- [7] SCHWINDT, S. ; THEOBALD, N. ; WALTER, J. ; JOISTEN, P. ; ABENDROTH, B. ; MÄRKI, H. ; MÜLLER, A. ; WEBLER, A. ; BRUDER, R.: *FAT-Schriftenreihe_350 : HMI Anforderungen für den automatisierten Individualverkehr unter Berücksichtigung von Leistungsmöglichkeiten und -grenzen älterer Nutzer*. URL <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/fat-schriftenreihe-350.html>. – Aktualisierungsdatum: 2021-06-23
- [8] SCHREPP, M. ; HINDERKS, A. ; THOMASCHESKI, J.: *Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S)*. In: *IJIMAI*, 4(6) (2017), S. 103–108
- [9] KÖRBER, M.: *Theoretical considerations and development of a questionnaire to measure trust in automation*. In: *Congress of the International Ergonomics Association* (2018), S. 13–30