

# **Nutzeranforderungen von Pkw-Fahrern an die Gestaltung von Anzeigen und Bedienelementen und Fahrzeuginnenräumen beim automatisierten Fahren in SAE Level 4**

## **Eine Fahrsimulatorstudie**

Patricia Haar  
Hochschule der Medien, Stuttgart, Deutschland

Anne Pagenkopf  
Hochschule der Medien, Stuttgart, Deutschland

Michaela Teicht  
Hochschule der Medien, Stuttgart, Deutschland

Arnd Engeln  
Hochschule der Medien, Stuttgart, Deutschland

### **Zusammenfassung**

Das vom BMWK geförderte Projekt RUMBA hat zum Ziel das Fahrerlebnis während einer vollautomatisierten Fahrt (SAE Level 4) für die Insassen neu zu gestalten. Hierzu wird ein nutzerzentrierter, iterativer Entwicklungsprozess verfolgt, bei dem der Pkw-Fahrer als späterer Nutzer des Systems bzw. Produkts im Fokus steht. Das Ziel des ersten Prozessschritts – der im Beitrag berichteten Nutzerstudie – besteht darin, Nutzeranforderungen und Bedürfnisse von Pkw-Fahrern beim vollautomatisierten Fahren in SAE Level 4 zu identifizieren, die als Basis für die Gestaltung nutzerfreundlicher Innovationen dienen. Hierzu wurden mit Hilfe einer Fahrsimulatorstudie die Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente sowie an den Fahrzeuginnenraum aus Sicht der Pkw-Fahrer qualitativ sowie quantitativ untersucht [1]. In diesem Beitrag werden das nutzerzentrierte Vorgehen des Forschungsprojekts RUMBA sowie Kernerkenntnisse der Nutzerstudie zu den Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente sowie an die Innenraumgestaltung berichtet.

### **1. Einführung**

Der Beitrag resultiert aus dem öffentlich geförderten Verbundprojekt RUMBA („Realisierung einer positiven User Experience Mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für Automatisierte Fahrfunktionen“), das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert wird (Förderkennzeichen 19A20007D).

Der im Forschungsprojekt RUMBA von der Hochschule der Medien verfolgte nutzerzentrierte Entwicklungsprozess der DIN EN ISO 9241-210:2020-03 [2] lässt sich in die nachfolgend dargestellten Phasen gliedern (siehe Abbildung 1).

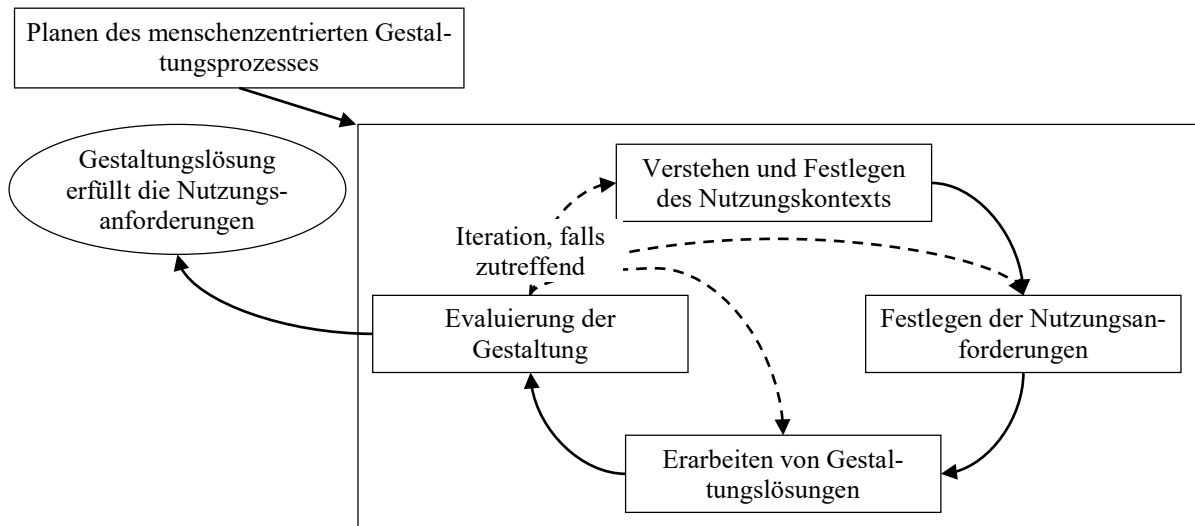


Abbildung 1: Nutzerzentrierter Entwicklungsprozess der DIN EN ISO 9241-210:2020-03 [2]

Basierend auf der Planungsphase („Planen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses“), in der das Projektziel und das Vorgehen konzipiert wurden, wurden im Forschungsprojekt RUMBA die Anforderungen und Bedürfnisse beim automatisierten Fahren in SAE Level 4 aus Nutzersicht empirisch untersucht („Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts“). Das Vorgehen und das Ergebnis dieser Phase des nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses sind Gegenstand dieses Beitrags. Über die Nutzeranforderungen an den Fahrzeuginnenraum hinaus, die ebenso bereits an anderer Stelle berichtet wurden [1], liegt der Fokus dieses Berichts auf den Nutzeranforderungen an Anzeigen und Bedienelemente beim vollautomatisierten Fahren.

## 2. Methode

### 2.1 Studiendesign

Es handelt sich um eine kombinierte Fahrsimulator- und Tagebuchstudie. Der Ablauf unterteilt sich in drei aufeinander aufbauende Studienabschnitte. Im ersten ca. dreistündigen Studienabschnitt wurden Daten zum Verhalten und Erleben der Nutzer zu einer automatisierten Fahrt im Fahrsimulator durch Beobachtung, Tiefeninterviews sowie Fragebögen erhoben. Im zweiten Studienabschnitt dokumentierten die Studienteilnehmenden über eine Woche ihre Gedanken zum automatisierten Fahren mit Hilfe eines Mobilitätstagebuchs. Im dritten Studienabschnitt wurden die Mobilitätstagebücher in einem Nachinterview mit den Probanden reflektiert. Die Studie fand von Dezember 2020 bis März 2021 statt.

### 2.2 Studienablauf und -durchführung

#### *Erster Studienabschnitt: Fahrsimulation*

Den ersten Studienabschnitt begleiteten ein Versuchsleiter und ein Beobachter. Zu Beginn beantworteten die Probanden Fragebögen zu ihrer Erfahrung mit Fahrerassistenzsystemen und zu ihrer Technikaffinität [3]. Anschließend wurden sie qualitativ zur User Experience (UX) des aktuellen manuellen Fahrens interviewt („Vorinterview“). Darauf folgte die Versuchsfahrt im Fahrsimulator auf einer Autobahnstrecke. In dieser Versuchsfahrt fand nach einem ca. zweiminütigen manuell gefahrenen Abschnitt die Übergabe an das System statt, sodass sich die Probanden während der automatisierten Fahrt (Simulation SAE Level 4) völlig von der Fahraufgabe ab- und Nebentätigkeiten zuwenden konnten. Die Probanden hatten hierfür selbstgewählte Utensilien zur bevorzugten Beschäftigung mitgebracht. Die Versuchsfahrt wurde durch zwei Kameras im Simulator aufgezeichnet, über die die Probanden fahrtbegleitend beobachtet wurden. Eine Frontkamera war angebracht, um die Mimik des Fahrers aufzuzeichnen. Die Topkamera diente dazu, die fahrfremden Tätigkeiten zu beobachten (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Aufnahme aus Sicht der Frontkamera (links) und Topkamera (rechts)

Nach der Versuchsfahrt füllten die Probanden standardisierte Fragebögen zum Erleben der Fahrt und zur Akzeptanz automatisierter Systeme aus [4,5,6]. Im Anschluss wurde die Versuchsfahrt mit den Probanden zu den nachfolgend aufgelisteten Themen qualitativ reflektiert („Nachbesprechung der Fahrsimulation“):

- Erleben der Fahrt entlang der UX Facetten Aufgabe, Selbstdarstellung, Verständlichkeit, Handlungskomfort, Freude am Tun und Ästhetikempfinden [4]
- Erleben von Anzeigen und Bedienelementen, der Sitzposition und der durchgeführten fahrfremden Tätigkeiten
- Erlebtes Raumgefühl und -wirkung, Fahr-/Insassenkomfort sowie Wohlbefinden
- Erlebte Effizienz der Fahrtzeit
- Empfundenes Systemvertrauen
- Empfinden der Fahrzeuginteraktion (Informationsbedarfe bzgl. Fahrverhalten/Systemzuständen)
- Erlebter Fahrstil der Automation

Die Themen wurden nach der Methode des kognitiven Interviews [7] besprochen, indem die Inhalte und Reihenfolge der Themen von den Probanden bestimmt und erst anschließend vertieft wurden. So wurden die Probanden zunächst offen zu ihrem Erleben der Versuchsfahrt und auffälligen Situationen befragt. In der Vertiefung wurden ggf. dazu passende Videoausschnitte aus der Versuchsfahrt gezeigt, um die Erinnerung an die Situation zu unterstützen. Im Anschluss wurden entsprechend der Critical Incident Technique<sup>1</sup> [8] ergänzende potenziell erlebniskritische Situationen (Critical Incidents) aktiv angesprochen, bei Bedarf ebenfalls mit Videoausschnitten illustriert und mit den Probanden reflektiert. Dann wurden die bis dato nicht angesprochenen Themen (s. o.) beleuchtet und vertieft. Alle qualitativen Teile der Studie wurden mittels Tonaufzeichnung festgehalten.

#### *Zweiter Studienabschnitt: Mobilitätstagebuch*

Im zweiten Studienabschnitt dokumentierten die Probanden selbstständig in den nachfolgenden sieben Tagen in einem Mobilitätstagebuch alle getätigten Autofahrten und identifizierten dabei Situationen, in denen Sie gerne automatisiert gefahren wären oder auch das manuelle Fahren präferierten. Das Tagebuch diente einerseits der weiteren Sensibilisierung für das Erleben automatisierten Fahrens und andererseits der verhaltensnahen Dokumentation konkreter Gedanken und damit als Besprechungsgrundlage für den dritten Studienabschnitt.

#### *Dritter Studienabschnitt: Nachinterview des Mobilitätstagebuchs*

Im dritten Studienabschnitt wurden in einem ca. 45-minütigen Interview die im Tagebuch dokumentierten Fahrsituationen nachbesprochen. Zunächst beschrieben die Probanden eine Strecke, bei der sie das manuelle Fahren präferierten. Sie beschrieben die Besonderheiten der Strecke und das Erleben während der Fahrt. Zudem gaben sie die Gründe an, weswegen sie gerne manuell fahren. Die gleichen Themen wurden anschließend zu einer Strecke mit Wunsch nach Automation besprochen. Außerdem wurde danach gefragt, welche Tätigkeiten die Probanden gerne ausgeführt hätten, wenn sie die Strecke automatisiert gefahren wären. Im zweiten Teil des Interviews wurde frei über für automatisiertes Fahren gewünschte Fahrsituationen, fahrfremde Tätigkeiten, Anzeigen und Bedienelemente sowie Innenraumgestaltung gesprochen. Auch dieser Studienabschnitt wurde mit Bild- und Tonaufzeichnungen dokumentiert.

### **2.3 Stichprobe**

Die Stichprobe bestand aus sieben männlichen und fünf weiblichen Personen. In Abbildung 3 wird die Verteilung des Alters mit Hilfe von Alterskategorien grafisch abgebildet. Tabelle 1 zeigt die gezielt vorgenommene, heterogene Zuordnung der Probanden zu unterschiedlichen Fahrertypen.

<sup>1</sup> Die Critical Incident Technique wird im Kontext der Nutzerstudie als Befragungstechnik eingesetzt, bei der *erlebniskritisch* nicht für das Kritische ausschließlich im negativen Sinne steht, sondern für emotional positiv wie negativ bewegende/relevante Momente während der simulierten automatisierten Fahrt.

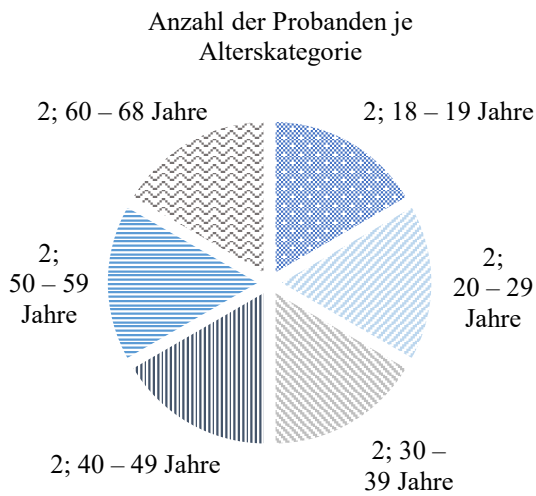


Abbildung 3: Alter der Probanden

Fahrertyp	Beschreibung
Vielfahrer	Businessdriver
	Berufspendler
	Bekannte Mitfahrer
Fahrer von Fahrge- meinschaften	Fremde Mitfahrer
	Urlaubsreisende
	Rentner
Wenigfahrer	Mutter mit Kind
	Fahranfänger
	Car-Sharer
	Fahrer mit Einschränkungen der Fahrtüchtigkeit
	Fahrer mit Einschränkungen der Fahrtüchtigkeit
SAE Level 2-Erfahrung	Teslafahrer (2 Personen)

Tabelle 1: Fahrertypen der Probanden

Der Altersrange lag bei 18 bis 68 Jahren. Je Alterskategorie nahmen zwei Personen an der Studie teil.

### 2.4 Vorgehen bei der Auswertung

Die Studie wurde in Form von Protokollen dokumentiert. Auf deren Basis erfolgte die Datenauswertung und -aggregation in Form von Probandensteckbriefen. Die Steckbriefe beinhalten folgende Erkenntnisse:

- Qualitative Erkenntnisse des Vorinterviews, insbesondere bezüglich der UX des manuellen Fahrens als Fahrer und Beifahrer
- Qualitative und quantitative Erkenntnisse der Beobachtung während der Fahrsimulation, insbesondere bezüglich der ausgeführten Nebentätigkeiten
- Quantitative Erkenntnisse der Fragebögen zur UX und Akzeptanz
- Qualitative Erkenntnisse der Nachbesprechung der Fahrsimulation sowie des Nachinterviews des Mobilitätstagebuchs zu Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente und die Innenraumgestaltung
- Qualitative Erkenntnisse des Mobilitätstagebuchs zu Situationen mit und ohne Automationswunsch

Auf Basis der Probandensteckbriefe wurden die Ergebnisse personenübergreifend analysiert und aus den Aussagen zu Anzeigen und Bedienelementen sowie Innenraumgestaltung 57 inhaltlich abgrenzbare Nutzeranforderungen abgeleitet, die 17 Kategorien zugeordnet wurden.

### 3. Ergebnisse

Die in der Studie ermittelten Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente sowie an den Fahrzeuginnenraum finden sich in Tabelle 2 bzw. Tabelle 3. Für diesen Beitrag werden die Anforderungen mit jeweils ergänzten Beispielzitate belegt. Nachfolgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Nutzeranforderungen an die Anzeigen und Bedienelemente und die zugehörigen Beispielzitate.

Kategorie	Anforderung	Beispielzitat
Eingriffsmöglichkeiten in die Automatisierung	Überholvorgänge unterbinden können	„System ist nur ein Hilfsmittel, kein Entscheider.“
	Möglichkeit, jederzeit manuell ins Fahren einzugreifen	„Ein Auto ohne Lenkrad usw. könnte ich mir nicht vorstellen.“
	Optionale Verfügbarkeit der klassischen Fahrzeugsteuerung für Notfälle	„Auf der anderen Seite wenn man eingreifen muss möchte ich sie [die Pedale] natürlich sofort da haben.“

Kategorie	Anforderung	Beispielzitat
	Geschwindigkeit und Abstandsregelung (Fahrstil) des Systems individuell einstellbar	„Das hätte ich gerne [...], dass eine Maximalgeschwindigkeit eingestellt werden kann.“
Mode Awareness	Verständlicher und unübersehbarer Hinweis, dass Automatisierung aktiv ist	„Man braucht einen deutlichen, herstellerübergreifenden Hinweis, dass der Autopilot aktiv ist.“
Transitionshilfen	Multisensorische Ankündigung der Übernahmeaufforderung abhängig vom Fahrerzustand und ohne Erschrecken	„Techniken, die erkennen, ob schon früher vorgewarnt werden muss oder ob es später reicht.“
	Schrittweise, intuitive Übernahme der Fahraufgaben	„Der Alles-Ausschalte-Knopf ist fast schon unangenehm.“
	Bestätigung des Fahrers anfordern, dass er bereit zur Übernahme ist	„Auch sinnvoll wäre, wenn man bei den Ansagen einen Knopf drücken muss, damit das System kontrolliert, dass die Ansage gehört wurde.“
	Gewöhnungszeit an Lenk- und Bremsverhalten ermöglichen	„Das Lenkrad reagiert so schnell [...] und dann ist da dieser kleine Moment ‚Ah okay, es reagiert wieder auf mich‘“
	Ausreichend Vorbereitungszeit gewähren für die Fahraufgabe und das Einholen relevanter Informationen zur Umgebungssituation	„Die 2 Minuten vorher waren schon nützlich, man muss sich geistig auf Übernahme vorbereiten und vielleicht was weglegen.“
Lenkrad/Pedalerie	Weniger benötigte Fahrzeugsteuerelemente kleiner gestalten	„Man muss ja nicht mehr wirklich kurbeln, daher würde es mit einer kleineren Lenkvorrichtung auch funktionieren.“
	Behinderung von Komfort und fahrfremden Tätigkeiten durch Lenkrad bzw. Pedalerie vermeiden	„Das Lenkrad hat die vernünftige Lesehaltung behindert.“
	Beeinflussung der Automation durch versehentliche Bedienung vermeiden	„Ich saß eher vorsichtig drin und dachte, lieber nirgendwo dranlangen.“
	Geräuschlose Bewegung des Lenkrads bei automatisierter Fahrt	„Aber man gewöhnt sich daran. Solange es keine großen Geräusche macht.“
Bedienungsmodi	Intelligenten Sprachassistenten für Information und Entertainment anbieten	„Hier würde eben der Dienstleister [...] sagen: ‚Ich habe den Weg geplant. Wir nehmen die und die Route.‘“
	Weniger Dreh-Drück-Steller, mehr Displays/Sprachsteuerung/Bedienung über Smartphone	„Den Fernseher bediene ich über mein Handy, warum nicht auch das Auto.“
	Bedienung für alle Fahrzeuginsassen ermöglichen	„Oder eine kleine Fernbedienung, wo man auch sagen kann, die auf der hinteren Bank können auch mal das Gerät steuern.“
	Flexibel positionierbare Tastatur integrieren	„Eine flexibel positionierbare Tastatur als Eingabegerät ist besser als Touchbedienung, v. a. bei ruckeliger Fahrt.“
	Anbieterübergreifend einheitliche Bedienelemente	„Entweder lernen die Menschen mit der Zeit, wie so ein System denkt oder die Hersteller von den Systemen einigen sich auf irgendein Verfahren, dass alle sofort mit dem System klar kommen.“
Kopplung von anderen Endgeräten	Verbindung mit Heim-/Arbeitsnetzwerk ermöglichen	In Zukunft vielleicht ein fest eingebautes Gerät [...] dass ich auch zuhause habe und im Idealfall eine Synchronisation der Bildschirme Zuhause – Arbeit – Auto.“
	Handy- und Laptopdisplay auf größeren Bildschirm/Leinwand übertragen (statt Handyhalterung)	„Weil man dann mit ausgestrecktem Zeigefinger auf wackelnder Fläche rumtoucht und es nicht so funktioniert wie man will.“
Position und Art der Anzeigen	Informationen unterschiedlich anzeigen lassen können	„Dann würde ein Head Up Display oder holografisches Display aufgehen und dann würde

Kategorie	Anforderung	Beispielzitat
		ich die Information in meiner Windschutzscheibe sehen.“
	Anpassbare Ausrichtung/Position des Bildschirms bzw. der Leinwand an der Sitzposition	„Die Beamerleinwand sollte verschiebbar sein und sich mit dem Sitz mitdrehen.“
	Großer Bildschirm für Navigation, Drehzahl, Geschwindigkeit, Entertainment	„Einen Monitor rechts, wo das Großbild vom Navi zu sehen ist.“
	Zentrale Position des Displays anbieten, sodass Straße im Blickfeld bleibt	„Das Unterhaltungsdisplay wäre schön wenn es nicht in der Mitte ist, sondern zentral dort wo Geschwindigkeitsanzeige normalerweise ist.“
Informationsinhalte	Informationen zum Ablauf der Übernahme geben	„Da hätte ich mir eine Anleitung gewünscht, wie ich da [Automatisierung] wieder rauskomme.“
	Umgebungs- und Objekterkennung des Systems transparent machen	„Dass es unvorhergesehene Ereignisse frühzeitig erkennt, zum Beispiel ein Fußgänger, der auf die Straße springt im Dunklen.“
	Information und Begründungen zu Fahrmanövern kommunizieren	„Warum fährt es so schnell wie es fährt zum Beispiel 80 bei Nässe?“
	Informationen zur Strecke, Verkehrslage, Ankunftszeit, Zielort, Raststätten und Umgebung bereitstellen	„Wie weit noch bis zum Ziel?“
	Alle Informationen, die Fahrzeug misst abrufbar machen	„Ich würde gerne alle Informationen, die das Auto misst und kennt, selbst auch sehen können.“
	Lediglich (automationslevel-)relevante Systeminformationen anzeigen	„Ist die Anzeige die ganze Zeit da, wirkt sie nicht vertrauenswürdig, dann wird es mir ja angezeigt, damit ich ggf. was machen kann.“
	Individuelle Konfigurierbarkeit der Menge und Art der gewünschten Informationen	„Fahren Sie zum ersten Mal mit dem Fahrzeug und brauchen eine Einführung oder Überspringen.“
	Dezente Rückmeldung über Zustand des automatisierten Systems	„Es darf aber auf keinen Fall überladen sein.“
Mitfahrgelegenheiten/Carsharing	Kommunikation von Mitfahrgelegenheiten zwischen Fahrzeug und Handy: Gegenseitige Information zu Pünktlichkeit und Entfernung	„Wenn ich Mitfahrer mitnehme wäre es cool, wenn eingeblendet wird, wie weit es zum nächsten ist und ob der pünktlich ist.“
	Informationen geben zu Startzeit, gefahrenen Kilometern, Mietdauer, Abgabe, automatische Verlängerungsoption, Abgabestationen	„Eine automatische Anfrage, wenn das Auto selbst merkt, dass es vom Verhältnis Strecke und Zeit nicht passt.“
	Sicherheit persönlicher Daten und Einstellungen transparent gewähren	„Wenn [...] danach jemand anders damit fährt, dann muss die Person ja nicht unbedingt wissen, wo man zuvor war.“

Tabelle 2: Übersicht über die Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente

Nachfolgende Tabelle 3 gibt nun einen Überblick über die acht Kategorien der bereits veröffentlichten Nutzeranforderungen an den Fahrzeuginnenraum [1].

Kategorie	Anforderung	Beispielzitat
Innendesign	Kabine als Wohnraum gestalten	„Der Innenraum sollte nicht cool und technisch sein, sondern Wohlfühlelemente aus der Wohnkultur haben.“
	Innovatives Design schaffen	„Dass man die Zukunft im Auto sieht.“

<b>Kategorie</b>	<b>Anforderung</b>	<b>Beispielzitat</b>
	Individualisierung ermöglichen	„Wenn z. B. das Lenkrad wegfällt, kann ein Kühlschrank eingebaut werden.“
Klima	Möglichkeit für angenehme Regulation von Temperatur und Feuchtigkeit schaffen	„Man bekommt gut Temperatur runter mit der Klimaanlage, aber die Luft ist sehr trocken.“
Beleuchtung	Individuelle Beleuchtung ermöglichen	„Auch im Innenraum gutes Licht, sodass man arbeiten und sich unterhalten kann.“
Bewegungsfreiraum	Freiraum zum Bewegen/Sport oder für die Kinderversorgung schaffen	„Wenn man aufstehen und nach hinten gehen und sich dehnen könnte.“
	Angenehme Breite des Fahrzeugs behalten	„Ein VW-Bus ist in Ordnung. Zu breit finde ich schwierig im Straßenverkehr.“
	Beibehaltung der Transporteffizienz ermöglichen	„Man möchte mit dem Auto Personen und Dinge transportieren und dafür sollte genug Platz sein.“
Interaktion mit Mitfahrenden	Gespräche ermöglichen	„Es ist schwierig, wenn man nach vorne spricht, dass man von den Hintere nicht verstanden wird.“
Sitze	Auf allen Ebenen verstellbare Sitze schaffen z. B. liegende Position, drehbar	„Man kann sich [mit drehbaren Sitzen] entspannt gegenüber sitzen.“
	Komfortables Sitzen z. B. durch Stützen und Lehnen auch bei fahrfremden Tätigkeiten ermöglichen	„Ich möchte das Buch nicht durchgehend in den Händen im Schoß halten.“
	Angepasste Sitzposition abhängig von der Situation (z. B. Fahren, Entspannen) ermöglichen	„Für die Übernahme musste man wieder zurückkommen. Dann ist man sich unsicher - ist man in der korrekten Position?“
Ablagen/Verstaumöglichkeiten	Verstaubare, verstellbare, große, stabile Ablagen für mitgebrachte Gegenstände schaffen	„Eine Art Minischreibtisch, um das schwere Gewicht loszuwerden.“
	Möglichkeit, Ablagen und Gegenstände schnell zu verstauen	„Wichtig ist, dass man keine Sachen wegräumen muss, um dann wieder zu steuern.“
	Erreichbarkeit von Verstaumöglichkeiten	„Ich würde mehr Sachen im Fahrerraum verstauen, damit ich nicht extra aussteigen muss.“
	Mittelkonsole als Barriere vermeiden	„Ich hätte lieber keine „Mauer“ zwischen den Sitzen.“
	Befestigungsmöglichkeiten für Gegenstände schaffen	„Sicheres Ablegen ist wichtig – dass nichts runterfällt.“
	Unkomplizierte Lademöglichkeit für elektronische Geräte schaffen	„Ich finde es nervig, dass man in Autos selten das Handy laden kann und wenn, dann nur mit einem speziellen Kabel.“
Abschirmung	Störung durch visuelle/akustische Eindrücke von innen/außen vermeiden	„Man würde immer schauen, wer überholt. Die Konzentration wird nicht so hoch sein, wie in einem stillen Büro.“
	Versperren des Blickes auf die Straße vermeiden	„Ich will aus dem Augenwinkel die Straße im Blick haben können.“
	Privatsphäre schaffen	„Wenn ich schlafe, möchte ich nicht von anderen Leuten angeschaut werden.“

Tabelle 3: Übersicht über die Anforderungen an den Fahrzeuginnenraum [1]

## 4. Diskussion

Die Anforderungen an Anzeigen und Bedienelemente geben Hinweise auf den Wunsch nach Individualisierbarkeit und Flexibilität in automatisierten Fahrzeugen. Die Probanden haben heterogene Ansprüche an die Informationen, die ihnen angezeigt werden. So möchten sie vom Fahrzeug in unterschiedlichem Maß über das automatisierte Fahrsystem und dessen Manöver sowie die Transition informiert werden, Übermaß soll genauso vermeidbar sein wie Unterinformation. Auch die Anzeigemedien, wie Bildschirm oder Leinwand sollten flexibel an die Situation angepasst werden können. Gleichzeitig scheint es in Bezug auf die Bedienung wichtig, jederzeit ggf. mit klassischen Bedienelementen in die Automation eingreifen zu können. Aber auch die Integration moderner Bedienmöglichkeiten wie Bedienung über Sprache oder das Smartphone wird gefordert.

Die ermittelten Anforderungen an die Innenraumgestaltung weisen auf eine Entwicklung der Fahrgastzelle zu einem Wohn- und Aufenthaltsraum mit flexiblen Nutzungsmöglichkeiten hin. So möchten sich die Probanden mit angemessener Privatsphäre entspannen, beschäftigen, aber auch mit Mitfahrern interagieren bis hin zu Sport treiben können. Die klassische Fahrzeugkonfiguration und ihre Bedienelemente werden hierbei oft als störend empfunden.

Die individuell unterschiedlichen Nutzungserwartungen erfordern Anzeige- und Bedien- sowie Raumnutzungskonzepte mit maximal flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten. Insbesondere der im Fahrzeug begrenzt zur Verfügung stehende Raum, wie auch Anforderungen an die Verkehrssicherheit und das Wohlbefinden im bewegten Fahrzeug stellen hier große Herausforderungen an die Entwicklung dar. Diesen Herausforderungen begegnet das Forschungsprojekt RUMBA in einem agilen, konsequent nutzerzentrierten Entwicklungsprozess, der an anderer Stelle weiter beschrieben wird [9].

Der in dieser Studie angewandte Forschungsansatz eignet sich gut dazu, Nutzeranforderungen an automatisiertes Fahren (SAE Level 4) aus Sicht der Pkw-Fahrer aufzudecken sowie erlebenskritische Ereignisse während der simulierten automatisierten Fahrt zu identifizieren. Die Fahrsimulation automatisierten Fahrens mit Gewährung fahrfremder Tätigkeiten und unter Beibehaltung der klassischen Sitzanordnung hat viele Anforderungen an Innenraumgestaltung sowie Anzeige- und Bedienelemente hervortreten lassen. Die Ergebnisse sind qualitativ-beschreibender Natur und nicht quantitativ bewertbar. Die Prototypen-Evaluationsschritte in dem nachfolgenden iterativen Entwicklungsprozess des Forschungsprojekts RUMBA werden deshalb die genannten Anforderungen entlang der evaluierten Lösungen quantitativ auf ihre Bedeutung zur Entwicklung einer positiven User Experience beim hochautomatisierten Fahren überprüfen.

## 5. Literaturangabe

- [1] Haar, P., Pagenkopf, A., Teicht, M., & Engeln, A. (2021). *Nutzeranforderungen an die Gestaltung von Fahrzeuginnenräumen beim vollautomatisierten Fahren*. Projekt RUMBA. [https://projekt-rumba.de/wp-content/uploads/2021/09/210908\\_Nutzeranforderungen-an-die-Gestaltung-von-Fahrzeuginnenraeumen-beim-vollautomatisierten-Fahren-RUMBA-Website.pdf](https://projekt-rumba.de/wp-content/uploads/2021/09/210908_Nutzeranforderungen-an-die-Gestaltung-von-Fahrzeuginnenraeumen-beim-vollautomatisierten-Fahren-RUMBA-Website.pdf)
- [2] Deutsches Institut für Normung e. V. (2020). *DIN EN ISO 9241-210:2020-03, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Menschzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2019); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2019*. Beuth. <https://doi.org/10.31030/3104744>
- [3] Franke, T., Attig, C., & Wessel, D. (2019). A Personal Resource for Technology Interaction: Development and Validation of the Affinity for Technology Interaction (ATI) Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(6), 456–467. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1456150>
- [4] Engeln, A., & Engeln, C. (2015). Customer Experience und kundenzentrierte Angebotsentwicklung: Was gehört dazu? In A. Baetzgen (Hrsg.), *Brand Experience: An jedem Touchpoint auf den Punkt begeistern* (S. 253–273). Schäffer-Poeschel.
- [5] Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work. USAB 2008. Lecture Notes in Computer Science* (Bd. 5298, S. 63–76). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6)
- [6] Riedemann, P. (2011). *Kundenakzeptanz von Innovationen im Produktentwicklungsprozess* [Dissertation]. Freie Universität Berlin.
- [7] Memon, A., Meissner, C. A., & Fraser, J. (2010). The Cognitive Interview: A meta-analytic review and study space analysis of the past 25 years. *Psychology, Public Policy, and Law*, 16(4), 340–372. <https://doi.org/10.1037/a0020518>
- [8] Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327–358. <https://doi.org/10.1037/h0061470>
- [9] Teicht, M., Haar, P., Pagenkopf, A., Stimm, D., & Engeln, A. (2022). Evaluation von Innenraumkonzepten vollautomatisiert fahrender Fahrzeuge. *Kolloquium Future Mobility* [CD]. ISBN 978-3-943-563-51-1.