



RUMBA – Realisierung einer positiven User Experience mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger	Spiegel Institut Mannheim GmbH
Förderkennzeichen	19A120007A
Vorhabenbezeichnung	„Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ des BMWK Verbundprojekt „Realisierung einer positiven User Experience mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen – RUMBA“
Teilvorhaben	Nutzer- und Expertentests
Laufzeit des Vorhabens	3,75 Jahre, 01. September 2020 bis 30. Juni 2024
Version	v1.0

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Autoren (A-Z)

Nachname, Vorname

Manz, Viola

Name der Institution

Spiegel Institut Mannheim GmbH

Ergebnisverbreitung

- Öffentlich
- BMWK
- Projektträger
- Projektpartner

Dateiname BMWK_19A120007A_RUMBA_Schlussbericht_SpiegelInstitut.pdf

Seitenzahl 43

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
2	Kurzdarstellung zu Projektrahmen und Ablauf	6
2.1	Zusammenfassung der RUMBA-Projektidee, sowie der Gesamtzielsetzung und Aufgabenstellung	6
2.1.1	Projektidee	6
2.1.2	Aufgabenstellung und Arbeitspakete	7
2.2	Voraussetzungen des Vorhabens	13
2.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	14
2.4	Beitrag der Spiegel Institut Mannheim GmbH – Wissenschaftlich-technischer Stand und Aufgabenstellung	14
2.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	16
3	Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse.....	16
3.1	AP1 Ergebnisse – Ermittlung von Anforderungen aus Sicht der Fahrer, der Fuhrunternehmen und anderer Stakeholder.....	16
3.1.1	UAP1.1 Aufarbeitung des verfügbaren Wissens	17
3.1.2	UAP 1.2 Empirische Nutzerstudien.....	17
3.1.2.1	Erhebung mittels klassischer ethnografischer Methoden.....	18
3.1.2.2	Entwicklung der App „mobE“	19
3.1.2.3	Erhebung mittels Befragungssapp mobE (Mobile Ethnografie)	23
3.1.2.4	Auswertung und Ergebnisse der klassischen und mobilen ethnografischen Erhebungen	25
3.1.2.5	Methodenvergleich klassische versus mobile Ethnografie.....	27
3.1.3	UAP1.3 Empirische Stakeholder- /Expertenstudien	28
3.1.4	UAP 1.4 Zusammenfassung der Anforderungen und Evaluationsgrößen	28
3.2	AP2 Ergebnisse – AP2 Entwicklung neuer Innenraumkonzepte.....	30
3.2.1	UAP2.1 Definition unterschiedlicher, zukünftiger Fahrertätigkeiten und Nutzungsszenarien:.....	30
3.2.2	UAP 2.2 und UAP 2.3	31
3.2.3	UAP 2.4 Konzeption eines ganzheitlichen, nutzerzentrierten Anzeige- und Bedienkonzepts	32
3.2.4	UAP2.5- 2.8.....	32
3.2.5	UAP 2.9 Entwicklung eines ganzheitlichen Bedienkonzepts auf Basis der vorangegangenen Ergebnisse PKW und LKW.....	32
3.2.6	UAP 2.10	33
3.3	AP5 Ergebnisse – Evaluation der Konzepte bezüglich Fahrsicherheit und User Experience.....	33
3.3.1	UAP 5.1 Auswahl und Anpassung von Methoden zur Evaluation.....	33
3.3.2	UAP 5.2 – 5.5 und 5.7	33

3.3.2.1	Evaluation Paper Protoypes.....	33
3.3.2.2	Experteninterview Paper Prototypes	34
3.3.2.3	Evaluation VR-Prototypes	36
3.3.2.4	Planung einer Evaluation am Demonstrator mit Terberg-Fahrenden	38
3.4	AP7 Ergebnisse – Projektmanagement.....	38
4	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	38
5	Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen	39
6	Erfolgte oder geplante Ergebnisverbreitung	39
7	Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	39
8	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	40
9	Literaturverzeichnis.....	41

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1 Facetten und Einflussgrößen der User Experience	7
Abbildung 2 Ansatz eines gemeinsamen Anforderungs- und Lösungsraums für Pkw und Lkw Innenräume mit inneren und äußeren Einflussfaktoren.....	8
Abbildung 3 Arbeitspakete im Überblick	9
Abbildung 4 Screenshots 1-7 aus der Befragungsapp mobE.....	22
Abbildung 5 Screenshot der Webschnittstelle zur Administration der Befragungsapp mobE.....	23
Abbildung 6 Screenshot der Webschnittstelle für alle Chatkanäle in der Befragungsapp mobE.....	23
Abbildung 7 Auswertungsschema: Fahrtätigkeitskatalog zur Auswertung von App-Befragung und face-to-face-Befragung.....	25
Abbildung 8 Wichtige Aspekte der Innenraumgestaltung von Lkw-Kabinen und deren Relevanz beim automatisierten Fahren.....	27
Abbildung 9 Clusterung der Fahrten nach Komplexität am Beispiel des Beladevorgangs	29
Abbildung 10 Beschreibung der Szenarien und Zuordnung der beobachteten Fahrtbestandteile.....	30
Abbildung 11 Szenarien der Automatisierung.....	31
Abbildung 12 Hotelkonzept.....	32
Abbildung 13 Personenanzahl je Antwortkategorie auf die Frage „Ist die Realisierung dieser Kabinen-Nutzung generell für Sie persönlich wünschenswert?“ .	34
Abbildung 14 Buskonzept.....	35
Abbildung 15 Bewertung des Buskonzepts.....	36
Abbildung 16 Buskonzept.....	36
Abbildung 17 Hotelkonzept.....	37

Abkürzungen

RUMBA	Realisierung einer positiven User Experience mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen
-------	--

Allgemeine Info:

Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des AN oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z.B. Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der AN den AG ausdrücklich darauf hinzuweisen.

1 Zusammenfassung

Der vorliegende Schlussbericht zum BMWK-geförderten Projekt RUMBA („Realisierung einer positiven User Experience mittels Benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen“) fasst den Beitrag der Spiegel Institut Mannheim GmbH zusammen.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert: Das nachfolgende Kapitel enthält eine Kurzdarstellung zu Projektrahmen und Ablauf gem. NKBF 98, Anlage 2, Teil I. Es besteht aus einer kurzen Einführung in die RUMBA-Projektidee, sowie einer Einleitung zu Zielsetzung und Aufgabenstellung des gesamten Projekts. Darauf folgen Informationen zu Voraussetzungen und Ablauf des Projekts. Im Anschluss werden der Stand der Technik, sowie die partnerspezifischen Aufgabenschwerpunkte der Spiegel Institut Mannheim GmbH nach Arbeitspaketen gegliedert dargestellt.

Die daran anschließenden Kapitel enthalten eine ausführliche Darstellung gem. NKBF 98, Anlage 2, Teil II. Dort werden die von der Spiegel Institut Mannheim GmbH durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnisse, gegliedert nach den Arbeitspaketen, im Detail beschrieben. Im Schlussteil des Berichtes werden die wichtigsten Positionen zum zahlenmäßigen Nachweis, Informationen zum Verwertungsplan und den Erfolgsaussichten, sowie zu durchgeführten Maßnahmen zur Ergebnisverbreitung zusammengefasst.

2 Kurzdarstellung zu Projektrahmen und Ablauf

2.1 Zusammenfassung der RUMBA-Projektidee, sowie der Gesamtzielsetzung und Aufgabenstellung

2.1.1 Projektidee

Das Akronym RUMBA steht für „Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen“ und markiert damit den Kern des Projekts.

Seit Jahrzehnten haben sich weder das Innenraumdesign von Fahrzeugen noch das grundsätzliche Interaktionskonzept zwischen Fahrer und Fahrzeug stark verändert. Beim vollautomatisierten Fahren (SAE L4) nimmt der Fahrer die Rolle eines Passagiers ein, wodurch ein Wandel der Nutzerbedürfnisse erfolgt. Diese Veränderung und die Verfügbarkeit von neuen Technologien sind der Ausgangspunkt für das Forschungsvorhaben RUMBA. Im Kontext des vollautomatisierten Fahrens analysiert RUMBA die veränderten Nutzerbedürfnisse, entwickelte adaptive Innenraum- und Interaktionskonzepte und implementiert neue Ansätze der Fahrzeugführung und -regelung, um das Nutzererleben positiv zu gestalten. Im Mittelpunkt der Forschung standen sieben Handlungsstränge:

- Anzeige- und Bedienkonzept für SAE L4
- Alternative Fahrzeugführung
- Innenraum- und Interaktionskonzepte
- Komfortables automatisiertes Fahren
- Reduktion von Motion Sickness
- Schlafen
- Nutzerzustandserkennung

Die Forschung in RUMBA erfolgte interdisziplinär und übergreifend für die Fahrzeugklassen Pkw und Lkw, wodurch die Chance von gemeinsamen Anforderungs- und Lösungsräumen genutzt wird. Die kontinuierliche Evaluierung der Konzepte gemäß des nutzerzentrierten Entwicklungsprozesses (DIN EN ISO 9241-210) erfolgte in Bezug auf die User und Customer Experience, insbesondere hinsichtlich Ergonomie, Raumgefühl & -wirkung, Fahrkomfort, Insassenkomfort, Wohlbefinden, Kontrollierbarkeit und Systemvertrauen.

Im RUMBA-Projekt wurden das vollautomatisierte Fahren (SAE Level 4) inkl. der Transition zum manuellen Fahren betrachtet. Beim vollautomatisierten Fahren (SAE-Level 4) gibt der Fahrer die Fahraufgabe und die Verantwortung vollständig an das System ab. In kritischen Situationen übernimmt das System die Aufgabe der Rückfallebene und strebt automatisch eine „minimal risk condition“ an. Die Rolle des Fahrers wandelt sich mehr zu der eines Passagiers, wodurch sich neue Möglichkeiten der Beschäftigung eröffnen. RUMBA schränkt sich weder bezüglich der Dauer der vollautomatisierten Fahrt noch bezüglich des Straßenszenarios (Autobahn, Landstraße, Stadt) ein.

2.1.2 Aufgabenstellung und Arbeitspakete

Das zentrale Arbeitsziel des Fördervorhabens war die Konzeptionierung und prototypische Realisierung eines nutzergerechten, komfortablen und sicheren Innenraums. Die Untersuchung erfolgte auf Basis einer vollautomatisierten Fahrt (SAE L4) mit den Transitionen als Schlüsselszenarien. Die sechs Facetten der User Experience nach Engeln u. Engeln (Engeln & Engeln, 2015) dienen als Grundlage zur Evaluierung. Die Konzepte wurden mit Fokus auf Ergonomie, Raumgefühl & -wirkung, Fahrkomfort, Insassenkomfort, Wohlbefinden, Übernahmequalität, Effizienz und Systemvertrauen untersucht (siehe Abbildung 1). Herausforderungen lagen in der Betrachtung der grundlegend unterschiedlichen Aufgaben (manuelles Fahren, Transitionen, fahrfremde Tätigkeiten), die den Fahrer im automatisierten Fahrzeug erwarten und für die eine gesamtheitlich positive User Experience zu erzielen ist.

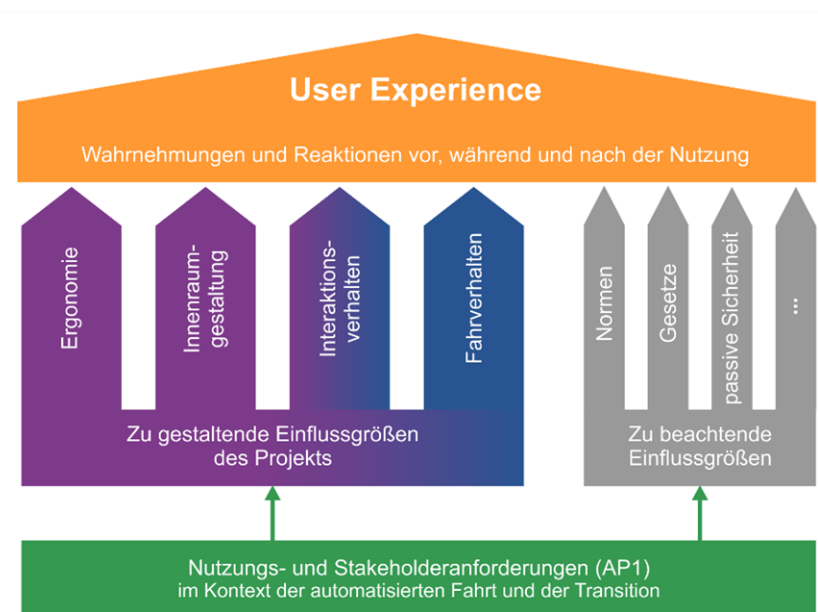


Abbildung 1 Facetten und Einflussgrößen der User Experience

Neue Möglichkeiten der Innenraumgestaltung bei höherer Automatisierung ergeben sich sowohl für den Pkw als auch für den Lkw. Diese unterscheiden sich in einzelnen Use Cases. Allerdings besteht z. B. in der Fahrergruppe der Berufsfahrer ein gemeinsames Interesse in der Benutzung des frei gestaltbaren Innenraums für produktive Tätigkeiten. Auf Basis der Gemeinsamkeiten besteht die Möglichkeit einer Fusion aus Pkw- und Lkw-Aspekten zu einem gemeinsamen Anforderungs- und Lösungsraum sowie eines Evaluationsmethodensets für den Innenraum (siehe Abbildung 2).

Betrachtete Elemente des Fahrzeuginnenraums sind die im Projekt fokussierten Bestandteile HMI, Bedienelemente und Sitzposition. Aus Nutzerperspektive kann der **Innenraum** als ein geschlossenes System mit dem Fahrverhalten als externe Einflussgröße betrachtet werden.

Das Zusammenspiel mit dem **Fahrverhalten** ist in vielerlei Hinsicht von großer Bedeutung für den Insassenkomfort, denn Komfort setzt sich aus einer Vielzahl an Einzelfaktoren zusammen. Neben der traditionellen Bedeutung von Fahrkomfort im Fahrwerkkontext, spielt beim automatisierten Fahren die Fahrstrategie und das Verhalten im Straßenverkehr eine zunehmende Rolle für Akzeptanz und Sicherheit. Darüber hinaus beeinflussen

die Sitzposition, die Ausübung von fahrfremden Tätigkeiten als auch Informationen zur Automatisierung sowie dem Fahrscenario den Komfort maßgeblich. Im ungünstigsten Fall können Unwohlsein und ein reduziertes Sicherheitsgefühl auftreten.

Im Zuge der durch die L4-Automatisierung veränderten Rolle des Insassen und der Innenraumgestaltung entstehen neue Herausforderungen und Anforderungen für die Fahrerzustandserkennung. Lag der bisherige Fokus eher auf den sicherheitsrelevanten Zuständen, wie Ablenkung und Müdigkeit, werden zunehmend neue Aspekte der Sicherheit (z. B. Schlafen, „Out of Position“) als auch des Komforts und Diskomforts (z. B. Emotionen, Wohlbefinden, Reiseübelkeit) relevant. In RUMBA wurde neben den kamerabasierten Verfahren alternative Sensorik zur Erfassung des **Nutzerzustands** eingesetzt. Aus den Sensordaten wurden unter anderem Nutzermodelle zur Schätzung der Übernahmefähigkeit, des Komforts und des Diskomforts in Form von Reiseübelkeit entwickelt, welche mit den subjektiven Bewertungen der Fahrer korrelieren.

Zur erfolgreichen Bearbeitung des Forschungsvorhabens war die Erreichung von weiteren Arbeitszielen aus den Bereichen Anforderungsanalyse, Gestaltung Innenraum und Fahrverhalten sowie der Nutzerzustandserkennung notwendig.

- Ziel 1:** Psychologische Erkenntnisse zu den für automatisiertes Fahren relevanten Nutzerbedürfnissen und -anforderungen, die als Basis für die Lösungsentwicklung und deren Evaluation dienen. Spezifizierung der Nutzeranforderungen an vollautomatisierte Systeme bzgl. Innenraumgestaltung, Interaktionskonzepte, Fahrdynamik und Fahrerzustandserkennung
- Ziel 2:** Gestaltung eines vom Nutzer akzeptierten, verkehrssicheren Fahrzeuginnenraums für SAE-Level 4 Systeme, in dem eine positive User Experience während der L4 Fahrt erzeugt wird, indem eine für den Nutzer sinnvolle Zeitnutzung ermöglicht wird.
- Ziel 3:** Hohes Sicherheits- und Komfortempfinden sowie positives Raumgefühl in unterschiedlichen Automatisierungslevels mit unterschiedlichen Sitzpositionen und Nutzerkonfigurationen.
- Ziel 4:** Steigerung des Fahrkomforts durch sichere und komfortable Auslegung des automatisierten Fahrverhaltens unter Berücksichtigung der Interaktion zwischen Fahr- und Nutzerverhalten.
- Ziel 5:** Entwicklung und Realisierung von benutzerfreundlichen Bedienelementen zur Fahrzeugführung sowie zur ergonomischen und komfortablen Bedienung während der automatisierten Fahrt
- Ziel 6:** Entwicklung einer Nutzerzustandserkennung zur Schätzung von Fahrkomfort, Motion Sickness, Übernahmebereitschaft und Fahrsicherheit

INSASSENKOMFORT

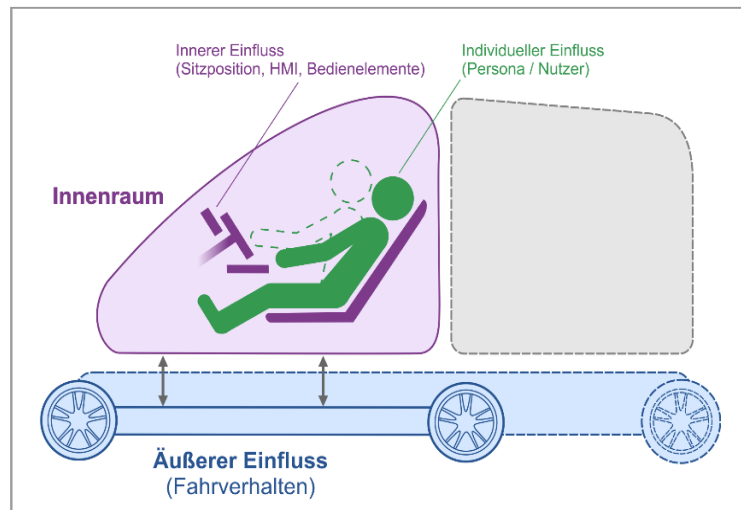


Abbildung 2 Ansatz eines gemeinsamen Anforderungs- und Lösungsraums für Pkw und Lkw Innenräume mit inneren und äußeren Einflussfaktoren

Ziel 7: Definition und Entwicklung von neuen Methoden zur Evaluierung von Innenräumen mit ggf. abgestimmten Fahrverhalten im Kontext des vollautomatisierten Fahrens.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde das Projektvorhaben RUMBA in sechs inhaltliche Arbeitspakete (AP1-6) und ein administratives Arbeitspaket (AP7) unterteilt. Die Arbeitspakete, die den direkten Nutzerinput erzeugen, bspw. durch Nutzerstudien, sind in grün dargestellt (siehe Abbildung 3). Die beiden Kernarbeitspakete AP2 und AP3 sind entsprechend ihrer Zuordnung im Ansatz eines gemeinsamen Anforderungs- und Lösungsraums für Pkw und Lkw Innenräume mit inneren und äußeren Einflussfaktoren (siehe Abbildung 2) farblich hervorgehoben.

Das gesamte Projekt baut auf die Erkenntnisse von AP1 auf, in dem die (Nutzer-)Anforderungen aus verschiedenen Perspektiven ermittelt wurden. Auf Basis der Anforderungsanalyse wurden in AP2 Konzepte für den Innenraum und in AP3 für das Fahrverhalten entwickelt. Diese beiden Arbeitspakete sind eng miteinander verknüpft, da die Konzeptionierung neuer Fahrstrategien auf die Ausgestaltung des Innenraums (z. B. Sitzposition oder ausgeführte Nebentätigkeit der Insassen) zu überprüfen war. Die Konzepte aus AP2 und AP3 wurden in AP4 realisiert und in AP5 mit Endnutzern evaluiert. Somit sind AP4 und AP5 jeweils abhängig von den vorhergehenden Arbeitspaketen. Die Fahrerzustandserkennung stellte sowohl ein Entwicklungsobjekt als auch eine Messmethode dar. Daher besitzt AP6 Schnittstellen zu AP 1 bis 5. Die gesamte Entwicklung in RUMBA fand nutzerzentriert statt. Daher fand der Ablauf von Anforderungsanalyse bis zur Konzeptevaluation kontinuierlich statt. Dies spiegelt sich in den drei Iterationsschleifen des Entwicklungsprozesses wider. AP7 stellt das Projektmanagement dar, welches über die gesamte Laufzeit kontinuierlich zu gewährleisten war.

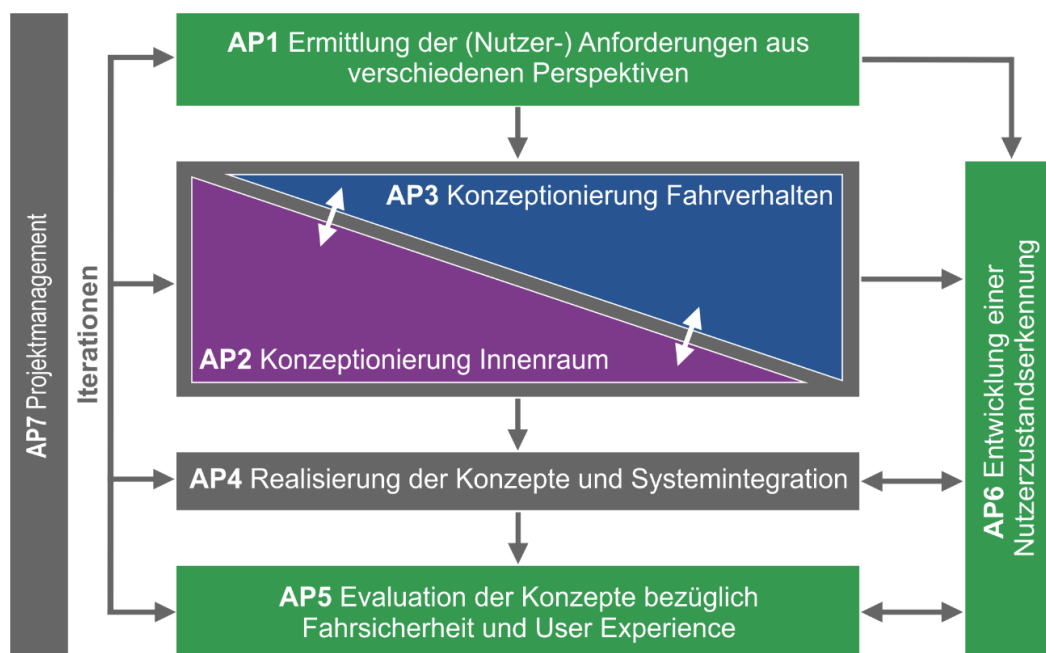


Abbildung 3 Arbeitspakete im Überblick

AP1 Ermittlung der (Nutzer-) Anforderungen aus verschiedenen Perspektiven

Die Anforderungsanalyse (AP1) stellt die Basis für die weiteren Arbeitspakete dar. Zu Beginn des Arbeitspakets wurde das verfügbare Wissen aus den Bereichen Nutzeranforderungen und User Experience, Übernahme inkl. fahrfremde Tätigkeiten, Fahrzeuginnenraum, Ergonomie, Bedienelement, Dis-/Komfort inkl. Motion Sickness und Fahrerzustand aufbereitet und dem Konsortium zur Verfügung gestellt. Ein wichtiger Bestandteil der Aufbereitung stellt die Analyse von aktuellen Technologietrends dar, welche einen entscheidenden Einfluss auf das Projekt hatte. Des Weiteren umfasst AP1 die Er-

mittlung der Anforderungen aus Sicht der Endnutzer und anderen Kunden/Stakeholdern sowie Experten. Es wurden mit Hilfe von empirischen Nutzer- und Expertenstudien sowie anschließenden Workshops die genauen Bedürfnisse beim vollautomatisierten Fahren ermittelt. Hierbei lag ein Schwerpunkt auf der Analyse der zukünftigen Fahrerschaft und der Nutzungsszenarien. Vor allem im Kontext des vollautomatisierten Fahrens im Lkw sind größere Veränderungen wahrscheinlich. Methodisch bestand die Herausforderung in der Analyse der Auswirkung von aktuell nicht verfügbaren Technologien. Als Ergebnisse dieses Arbeitspakets lagen identifizierte Handlungsfelder für die Konzeption neuer Innenräume (AP2) und des Fahrverhaltens (AP3) vor.

AP2 Konzeptionierung Innenraum

In AP2 erfolgte die Konzeptionierung eines neuartigen Innenraums für vollautomatisierte Fahrzeuge zur Erfüllung der Nutzeranforderungen aus AP1. Insbesondere Positionierung, Lage und Haltung der Insassen wurden unter Berücksichtigung von Sitzkomfort und Sicherheit bei zeitlich limitierter Übernahme der Fahraufgabe neu konzipiert. Ein weiterer Schwerpunkt innerhalb von AP2 lag in der Gestaltung eines ganzheitlichen und nutzerzentrierten Bedienkonzeptes. Dieses umfasst einerseits die Bedienung von Infotainment und Automation, aber auch neue Möglichkeiten zur Fahrzeugführung. Es ist davon auszugehen, dass klassische Interaktionskonzepte bei einer Neugestaltung des Innenraums nicht mehr anwendbar sind. In enger Verzahnung mit AP3 erfolgte die Auslegung eines abgestimmten Informationskonzeptes unter Berücksichtigung der Zielgruppe, der Tätigkeit im Innenraum und der Fahrdynamik zur Optimierung von Sicherheit und Komfort.

AP3 Konzeptionierung Fahrverhalten

Das Fahrverhalten wurde in AP3 konzeptioniert. In einem ersten Schritt wurden entscheidende Fahr-szenarien definiert. Auf Basis von AP1 werden Schlüsse für ein zügiges, sicheres und komfortables Fahren abgeleitet. Als Referenz dienten Fahrten von professionellen Chauffeuren, welche aufgezeichnet und analysiert wurden. Basierend auf den Erkenntnissen wurden (einhergehend mit AP5) die Einfluss-faktoren und Wechselwirkungen zwischen Fahrstrategie/ -stil und Trajektorienplanung/ -regelung auf das wahrgenommene Sicherheitsempfinden, den Komfort und die Akzeptanz analysiert. Die Ergebnisse fließen in die Konzeptionierung des Fahrverhaltens ein. Im Rahmen des Projekts bezieht sich AP 3 (Fahrverhalten) ausschließlich auf den Bereich Pkw.

AP4 Realisierung der Konzepte und Systemintegration

In einem iterativen Prozess wurden die Konzepte realisiert (AP4) und evaluiert (AP5). In Anlehnung an den nutzerzentrierten Entwicklungsprozess wurden frühe Konzeptstände mit Nutzern diskutiert, bevor aufwendige Prototypen realisiert wurden. Im Rahmen vom AP4 wurden die unterschiedlichen Proto-typhen und Demonstratoren realisiert und für die anschließende Evaluierung im AP5 zur Verfügung gestellt. In Abhängigkeit der zu untersuchenden Fragestellung wurden die Konzepte beispielsweise mit Hilfe von Paper Prototypes, Virtual Reality (VR), Mockups, Simulatoren und Realfahrzeugen in erleb- bare Demonstratoren umgesetzt.

Versuchsfahrzeuge:

- Bosch baute ein Versuchsfahrzeug (Golf VII Variant) auf, welches in der Lage ist auf dem Prüf- gelände eine vollautomatisierte Fahrt SAE L4 auszuführen. Hierfür wurde das Fahrzeug mit entsprechenden Umfeldsensoren, Steuergeräten und Messtechnik ausgestattet. Für die Durchführung von Nutzerstudien wurden diverse HMI-Elemente sowie eine Doppelpedalan- lage integriert. In dem Versuchsfahrzeug wurden Maßnahmen zur Reduktion von Motion Sick- ness sowie zur Steigerung des Fahrkomforts umgesetzt.
- Bosch-AS baute ein Versuchsfahrzeug (eGolf) mit Steer-by-Wire-Technologie und alternativen Bedienelementen zur Fahrzeugführung (Quer und Längsführung) auf.

Für die Hauptstudie wurden Sensoren zur Messung von Manövrierbarkeit eingebaut.

Um die beiden Studien im Fahrsimulator mit alternativen Bedienelementen zu ermöglichen (UniS2023a und WIVW2023a), wurden HW- und SW-Komponenten zur Verfügung gestellt und integriert.

Für mehrere Vorstudien wurden unterschiedlich HW und SW Konzepte (Form und Größe, Längsführung, SW Funktionen und deren Applikationsvariante) entwickelt und iterativ in das Fahrzeug integriert.

Für die im dynamischen Fahrsimulator durchgeführte Studie zu alternativen Gierstrategien, wurde eine vollständige automatisierte Fahrsimulation von Bosch-AS zur Verfügung gestellt.

- Seitens der AUDI AG wurden zwei der Innenraumkonzepte, „Racoon“ und „ShareOne“, in einen dynamischen Versuchsträger überführt (Q8 e-tron). Dabei wurden Verbesserungen, die sich aus den Anmerkungen der Studien ergaben, adaptiert und vorgenommen. Zusätzlich wurden die Interieurelemente auf Basis der neuen Sitzposition ergonomisch untersucht und neue Zielwerte erarbeitet. Der Versuchsträger war ein Rechtslenker mit funktionalem Lenkrad und Pedalerie auf der rechten Seite. Das Fahrzeug wurde als Wizard-of-Oz-Fahrzeug benutzt, bei dem die Steuerung des Fahrzeugs beim Versuchsleiter vorne rechts verblieb. Die Sitzposition der Proband_Innen auf dem linken Vordersitz war von zentraler Bedeutung. Der Verfahrensweg der Sitz-Längsverstellung wurde deutlich vergrößert, um zu untersuchen, welche Stellung in den jeweiligen Use Cases eingenommen werden konnte. Von hohem Interesse war, wie weit sich die Probanden nach hinten fahren und ob zukünftig die Sitzanforderungen angepasst werden müssen. Der Proband_Innen-Sitz verfügte über eine Vielzahl an Einstellungsmöglichkeiten, um den Diskomfort zu reduzieren. Zusätzlich waren wegfahrbare, inaktive Pedalerie und ein wegfahrbares, kapazitives Lenkrad vorhanden. Insgesamt wurden Änderungen an Lenkrad und Pedalerie vorgenommen, um die aus der Sitzkiste ermittelten Anforderungen zu erfüllen. Eine elektrisch verstellbare Mittelkonsole rundete die Ausstattung ab.“.
- CARIAD nutzt ein Versuchsfahrzeug (AUDI Q8), welches in der Lage ist auf ausgewählten Strecken an den Entwicklungsstandorten eine automatisierte Fahrt umzusetzen, wofür das Fahrzeug mit zusätzlichen Sensoren, Messtechnik und leistungsfähiger Rechenhardware ausgestattet ist. Für die Umsetzung der neuen Ansätze in der Verhaltensplanung und der HMI-Konzepte sowie deren Erprobung im Rahmen von Nutzerstudien wurde ein bestehendes Grundsystem um neue Schnittstellen und Softwarekomponenten erweitert und zusätzliche Hardware für die Umsetzung der Anzeige Konzepte an den Sitzplätzen der Probanden integriert.
- Die HdM baute den Fahrgastraum einer Mercedes V-Klasse (Leihgabe von Bosch) mit Hilfe der DMTMD GbR und Bosch zu einem Wizard of Oz Fahrzeug um. Die Fahrersitzreihe ist baulich vom Fahrgastraum abgetrennt und von dort nicht einsehbar. Der Fahrgastraum simuliert einen Fahrzeuginnenraum eines automatisiert fahrenden Viersitzers. Er ist flexibel umgestaltbar, so dass zwischen einem klassischen Innenraum (ähnlich wie aktuelle Fahrzeuginnenräume) und einem innovativen Innenraum zur Förderung sozialer Interaktion gewechselt werden kann, dessen Mehrwert z. B. für die User Experience in der Nutzerevaluation vergleichend zum klassischen Innenraum untersucht wurde. Anhand der Ergebnisse wurde der innovative Innenraum mit Hilfe der HdM-internen Schreinerei und der Invensity GmbH zur parallelen Förderung sozialer Interaktion und individueller Beschäftigung weiterentwickelt und auf der Abschlusspräsentation des Projektes vorgestellt.

Simulatoren

- Der Fokus seitens der AUDI AG aufgebauten Sitzkiste war die Realisierung eines ganzheitlichen Innenraumkonzepts. Dabei wurden Anforderungen aus der Nutzungsanalyse und fahrfremde Tätigkeiten berücksichtigt. Potenzielle Nutzer bevorzugten L4-Systeme für Autobahn- und Urlaubsfahrten, was durch den Aufbau simulativ nachgestellt werden konnte. Die Sitzkiste ermöglichte drei verschiedene Interieurkonzepte und berücksichtigte relevante Kontaktpunkte.

Sie basierte auf einer Grundplatte mit Hartschaumelementen und verwendete Serienkomponenten wie Motorhaube und Lenkrad. Zusätzlich bot sie eine elektrisch verstellbare Mittelkonsole, verschiedene Displayhöhen und kapazitive Sensoren für den manuellen Modus. Durch den Einsatz von Serienkomponenten wird der Eindruck einer realistischen Abbildung verstärkt und der Fahreindruck in den Studien wirkte deutlich authentischer.

- Die Universität Stuttgart baute im Projekt eine völlig neuen Fahrsimulator zur Evaluation von digitalen 3D Fahrzeuginnenräumen auf. Der Fahrsimulator besteht aus einer aufwändigen, statischen Sitzkiste mit elektrisch verstellbarem Sitz und Lenkrad. Um Transitionsszenarien während einer automatisierten Fahrt darstellen zu können, sind erweiterbare Verstellbereiche für Sitz und Lenkrad, sowie eine Verdrehung des Sitzes umgesetzt. Die Darstellung der zu untersuchenden VR-Prototypen innerhalb einer Fahrsimulation erfolgt über ein HMD. Im Verlauf des Projektes wurde sowohl die verwendete Fahrsimulationssoftware, als auch die HMD-Technologie angepasst, sodass die Immersion gesteigert werden konnte. Zuletzt können Probanden in einem Mixed-Reality Studiendesign verschiedene Designs erleben und bewerten.
- Weiterhin wurde, der am IKTD vorhandene, Ergonomieprüfstand mit Fahrsimulation für die Untersuchung neuartiger Use-Cases im Kontext der Automatisierung umgebaut. Die Umbauten beinhalten eine neue Sitzanlage, sowie eine modulare Instrumententafel und Türverkleidungen. Der Umbau ermöglicht die Evaluation vielfältiger Nutzungsszenarien mit neuen HMI-Konzepten im Zusammenspiel mit flexiblen Sitzpositionen.
- Die HdM baute im Projekt einen statischen Fahrsimulator in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart IAT und der Marvin Bosch & Felix Spiegel Malix GbR auf. Im Simulator werden Fahrzeuginnenraum sowie Anzeige- und Bedienelemente für je zwei Personen (Fahrerplatz und Beifahrerplatz) simuliert. Der Innenraum ist flexibel umgestaltbar, sodass zwischen einem klassischen Innenraum (ähnlich wie aktuelle Fahrzeuginnenräume) und einem hier prototypisch dargestellten, innovativen Innenraum zur Förderung individueller Beschäftigung gewechselt werden kann, dessen Mehrwert z. B. für die User Experience in der Nutzerevaluation vergleichend zum klassischen Innenraum untersucht wurde.

VR-Prototypen

- Die MAN Truck & Bus SE erstellte zur Evaluation der Konzepte VR-Prototypen für die Kabinenkonzepte Hub Manuell, Bus und Hotel. Die Probanden können sich so frei in der Kabine bewegen und unterschiedliche Innenraumelemente bedienen (z.B. Öffnen Nasszelle oder Stauraumfächer, Aus-/Einfahren von Tischen/Bildschirmen).
- Die studiokurbos GmbH entwickelte einen VR-Prototyp zur Evaluierung des entworfenen Interieur- und Exterieur-Designs basierend auf den in diesem Projekt erstellten Konzepten. Probanden können sich in diesem Design frei bewegen und verschiedene Innenraumelemente bedienen. Ziel der VR-Simulation ist es, die gesammelten Ergebnisse repräsentativ zu veranschaulichen.
- Die Universität Stuttgart erstellte für die Evaluation verschiedener subjektiver Eindrücke verschiedene, holistische, digitale 3D-Fahrzeuginnenräume. Zum einen wurden Fahrzeuginnenräume auf Basis vorhandener, realer 3D-Polygonmodell von Pkw weiterentwickelt. Hier wurde insbesondere das HMI in verschiedenen Varianten angepasst. Zum Anderen wurde ein parametrisches, abstrahiertes CAD-Innenraummodell entwickelt, das direkt mit Maßkonzeptparametern gefüttert werden kann, um sich daraufhin seinen grundlegenden Kabinenausprägung zu morphen. Damit konnten Einzelaspekte wie die Frontscheibenausprägung während der automatisierten Fahrt untersucht werden. Weiterhin wurden in enger Kooperation mit studiokurbos Innenraumkonfigurationen des von ihnen erstellten Konzeptinnenraums entwickelt und evaluiert.

Sitzkisten

- CanControls errichtete eine Sitzkiste mit 4 Sitzplätzen zur Erstellung von Probeaufnahmen unter Laborbedingungen für die Nutzerzustandserkennung mittels der in der Projektlaufzeit zusammengestellten Innenraumsensorik.
- Die MAN Truck & Bus SE erstellte für die abschließende Evaluation des Konzepts Hub Manuell einen modularen Prüfstand. In diesem können unterschiedliche Varianten des Konzepts dargestellt werden (kleine Kabine, große Kabine mit und ohne Fenstern). Im modularen Prüfstand sind Dashboard, Sitz, Lenkrad und Pedalerie dargestellt.

AP5 Evaluation der Konzepte bezüglich Fahrsicherheit und User Experience

In AP5 erfolgte in einem iterativen Prozess die Evaluierung der realisierten Konzepte mit den Nutzern. Situativ wurden Einzel- und Teilaspekte in unterschiedlichen empirischen Studien untersucht. Die Erkenntnisse der Entwicklung wurden zurückgespiegelt sowie mit den Anforderungen aus AP1 abgeglichen. Hierbei unterschieden sich die Evaluierungsstudien im Detaillierungsgrad der Prototypen, der Forschungsfrage, den Nutzungsgruppen, dem Nutzungsszenario und den Untersuchungsmethoden. Die Iterationen verfolgen das Ziel die User Experience, insbesondere Ergonomie, Raumgefühl & -wirkung, Fahrkomfort, Insassenkomfort, Wohlbefinden, Übernahmequalität, Effizienz und Systemvertrauen zu optimieren. Eine Herausforderung bestand hierbei in der Auswahl und der Anpassung geeigneter Methoden für das jeweilige Untersuchungsziel.

AP6 Entwicklung einer Nutzerzustandserkennung

Die Nutzerzustandserkennung (AP6) wurde parallel zum Innenraum und zum Fahrverhalten entwickelt. Sie ist wichtiger Bestandteil der Transition sowie Messmethode im Kontext von Insassenkomfort und Übernahmefähigkeit. Auf Basis der Erkenntnisse aus AP1 wurden für die Nutzerzustandserkennung relevante Use Cases unter Berücksichtigung der Ergonomie, legislativer Randbedingungen sowie passiver Sicherheit definiert. Die Entwicklung neuer Innenraumkonzepte (AP2) und Nutzungsszenarien beeinflusste die Konzepte der Innenraumbeobachtung. Im Rahmen vom AP6 wurden klassische Video basierte Kameras zusammen mit Thermalkameras, physiologischen und neurophysiologischen Sensoren zur Verbesserung der Messung des Nutzerzustands bzw. als Referenz eingesetzt. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung von Schätzern für den Fahrkomfort, Motion Sickness und der Übernahmefähigkeit. Die notwendigen subjektiven und objektiven Daten wurden in Studien im AP5 generiert.

AP7 – Projektmanagement

RUMBA war ein Forschungsvorhaben mit einem nutzerzentrierten Entwicklungsprozess. Die Vorgehensweise im Verlauf des Projekts hing von den Zwischenergebnissen ab und ließ sich daher zum Projektstart noch nicht bis ins Detail planen. Bedingt durch den ständigen Durchlauf der Phasen Konzeptionierung, Realisierung, Frühevaluation und Evaluation herrschte im Projekt eine starke Vernetzung der Arbeitspakete sowie der Projektpartner untereinander, sodass ein intensives Projektmanagement in enger Abstimmung mit den AP-Verantwortlichen notwendig war. Die Vorgehensweise hing in vielen Situationen von den Zwischenergebnissen, beispielsweise aus den Studien, ab und erforderte eine dynamische Projektplanung. Neben der Organisation der üblichen Meilensteintreffen und der Abschlusspräsentation mit dem Projektpartner und dem Projektträger wurden auch quartalsweise Treffen des Konsortiums und zahlreiche Workshops durchgeführt.

2.2 Voraussetzungen des Vorhabens

Das Projekt RUMBA wurde in einem Verbund aus Automobilherstellern, Zulieferern, öffentlichen Einrichtungen, Forschungseinrichtungen und KMUs bearbeitet. Das Gesamtvolumen betrug 21,7 Mio €, mit einer Fördersumme des BMWK- von bis zu 10,4 Mio €.

Die Projektkoordination von RUMBA oblag der Robert Bosch GmbH. Die Projektpartner waren:

- AUDI AG (AUDI)

- CanControls GmbH (CanControls)
- CARIAD SE (CARIAD)
- Hochschule der Medien Stuttgart (HdM)
- MAN Truck & Bus SE (MAN)
- Optik Haptik Prototyping GmbH (OHP)
- Robert Bosch Automotive Steering GmbH (Bosch-AS)
- Spiegel Institut Mannheim GmbH (Spiegel)
- Studiokurbos GmbH (Kurbos)
- Universität Stuttgart, Institut für Konstruktion und Technisches Design (UniS)
- Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften GmbH (WIVW)



2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt startete am 01.09.2020 und endete inklusive einer viermonatigen Verlängerung nach einer Laufzeit von 46 Monaten am 30.06.2024.

Das Projekt RUMBA war, wie in Kapitel 2.1.2 erläutert, in sieben Arbeitspakete gegliedert. Zeitlich wurden weiterhin folgende Projektphasen unterschieden:

- Anforderungsanalyse (09/2020 – 06/2021)
- Iterationsschleife I (06/2021 – 06/2022)
- Iterationsschleife II (06/2022 – 06/2023)
- Iterationsschleife III (06/2023 – 06/2024)

Die Zeitplanung wurde dabei mit kleineren Abweichungen eingehalten und der Projektfortschritt in den zugehörigen Berichten dokumentiert. Die Zwischenpräsentation des Projektes fand am 21.10.2022 sowie die Abschlusspräsentation am 24.04.2024 auf dem Forschungscampus der Robert Bosch GmbH in Renningen statt.

2.4 Beitrag der Spiegel Institut Mannheim GmbH – Wissenschaftlich-technischer Stand und Aufgabenstellung

Die Forschungsschwerpunkte des Spiegel Institut lagen sowohl in der qualitativen Anforderungsanalyse (bspw. mit ethnografischen Interviews) als auch in der empirischen Konzept- und Produktabsicherung (bspw. mit Simulator- und Realfahrtstudien). Hier hat das Spiegel Institut in der Vergangenheit hunderte Studien weltweit durchführen können. Spezifisches Know-how aus der nutzerzentrierten HMI-Entwicklung konnte das Spiegel Institut bereits erfolgreich in der Vergangenheit in den Forschungsprojekten INEMAS, TANGO und PAKoS einbringen. Hier stand ebenso wie bei RUMBA die An-

forderungserhebung ebenso wie die Testung der Konzepte bzw. Prototypen im Zentrum unserer Arbeit. Das Wissen und die Herangehensweise aus den vorangehenden Studien und Forschungsprojekten konnte das Spiegel Institut in RUMBA einbringen.

Dies geschieht innerhalb des zweiten Schwerpunkts, nämlich der frühen Evaluation der Konzeptansätze von Papierprototypen über VR-Lösungen bis hin zu den fertigen Demonstratoren: Hier konnte das Institut seine Erfahrung aus zahlreichen Realfahrzeug- und Simulatorstudien einbringen

Das Know-how aus der nutzerzentrierten HMI-Entwicklung ließ das Spiegel Institut zudem parallel unterstützend in die Konzeption geeigneter User Interfaces einfließen.

Hinsichtlich des wissenschaftlich-technischen Stands vertraute das Spiegel Institut nicht nur auf seine Erfahrungen und Expertise, sondern stets auch auf wissenschaftliche Forschung. In Kapitel 9 (Literaturverzeichnis) sollen ein paar Konstrukte aus der Literatur angegeben werden, die im Laufe des Projekts als Anknüpfungspunkt herangezogen wurden.

Ferner stützten wir uns im Projekt auf die aktuellen Erkenntnisse der Projektpartner (z.T. zum Zeitpunkt der Verwertung noch in Arbeit oder in Veröffentlichung).

AP1 Aufgabenstellung – Ermittlung von Anforderungen aus Sicht der Fahrer, der Fuhrunternehmen und anderer Stakeholder

In AP1 sollte zunächst der aktuelle Wissensstand zu den Fragestellungen im Nutzfahrzeugbereich aufgearbeitet werden und als Grundlage für die künftigen Entwicklungsschleifen dienen. Die Aufgabenstellung lag für das Spiegel Institut vor allem darin, unsere Erfahrung in die Ermittlung der relevanten Anforderungen der Nutzer und anderer Stakeholder einzubringen (AP1). Ein besonderer Schwerpunkt lag hierbei auf der Erprobung neuartiger Messverfahren zur ethnografischen Remote-Anforderungserhebung mittels einer in diesem Projekt speziell für die Zielgruppe der Lkw-Fahrer und weiterer Stakeholder zugeschnittenen Befragungssapp.

Die Analyse erfolgte zum einen klassisch mittels ethnografischer halb-standardisierter Interviews, zum anderen über die durch das Spiegel Institut im Projekt RUMBA eigens entwickelte Befragungssapp MobE („Mobile Ethnografie“). Eine Herausforderung stellte die Entwicklung der neuartigen mobilen Ethnografie dar sowie die Bewertung der Ergebnisse im Vergleich zu konventionellen ethnografischen Interviews. Wie in jedem Arbeitspaket lag die Aufgabe auch darin, mit vereinter Expertise der Projektpartner Ergebnisse zu konsolidieren. Das Ergebnis aus AP1 sollte die Basis für die nutzerzentrierte weitere Entwicklung von Innenraumkonzepten im Lkw schaffen.

AP2 Aufgabenstellung – AP2 Entwicklung neuer Innenraumkonzepte

In diesem Arbeitspaket sollten Szenarien der unterschiedlichen Rollen der Lkw-Fahrenden im L4-Kontext erarbeitet werden. Das Spiegel Institut unterstützte MAN bei der Ableitung eines Szenarienkatalogs auf Basis der in AP1 gewonnenen Erkenntnisse. Es zählte zu den Aufgaben des Spiegel Institut den Projektpartner MAN bei der Priorisierung der Szenarien im Hinblick auf die zu entwickelnden Prototypen zu unterstützen sowie bei der Auswahl und Priorisierung von Anzeige-Bedienkomponenten für die Realisierung von Nutzungsszenarien mit den Prototypen zu unterstützen.

AP3 Aufgabenstellung – Konzeptionierung des Fahrverhaltens

In diesem Arbeitspaket gab es, wie geplant, keine Beteiligung des Spiegel Institut.

AP4 Aufgabenstellung – Realisierung der Konzepte und Systemintegration

In diesem Arbeitspaket gab es, wie geplant, keine Beteiligung des Spiegel Institut.

AP5 Aufgabenstellung – Evaluation der Konzepte bezüglich Fahrsicherheit und User Experience

Es war die Aufgabe des Spiegel Institut, gemeinsam mit MAN die verschiedenen Konzepte und Prototypen für Lkw-Innenräume in mehreren iterativen Prozessschleifen mit Nutzern auf Akzeptanz, Erfül-

lung der Nutzeranforderungen und auf Grad der Zielerreichung für die verschiedenen Nutzungsszenarien zu testen. Dabei sollten Rahmenbedingungen wie Fahrsicherheit, Fahrkomfort und fahrdynamische Herausforderungen bei der Evaluation der Lösungen mitberücksichtigt werden. Geplant und auch tatsächlich zum Einsatz kamen Papierprototypen, VR-Umgebungen und ein modularer Prüfstand von MAN. In Summe waren maximal bis zu 9 verschiedene Versuche über die Projektlaufzeit geplant. Tatsächlich evaluierte das Spiegel Institut 3 Papierprototypen sowie 2 VR-Prototypen und unterstützte bei der Vorbereitung einer weiteren Studie am modularen Prüfstand.

AP6 Aufgabenstellung – Entwicklung einer Nutzerzustandserkennung

In diesem Arbeitspaket gab es, wie geplant, keine Beteiligung des Spiegel Institut.

AP7 Aufgabenstellung – Projektmanagement

Das Spiegel Institut beteiligte sich an den gemeinschaftlichen Arbeiten des Projektmanagement (UAP7.1) sowie der Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung der Projektergebnisse für das Forschungsvorhaben RUMBA (UAP7.2). Der Schwerpunkt des Spiegel Institut lag in der Planung, Abstimmung und Durchführung von Nutzerstudien zur Anforderungsanalyse und Konzeptevaluierung im Rahmen vom AP1 und AP5.

2.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In diesem Projekt konnte das Spiegel Institut seine langjährige Expertise in der qualitativen Marktforschung und der User Experience-Forschung einbringen, um explizit unseren Partner MAN im Bereich Lkw zu unterstützen. Mit MAN fand ein zweiwöchentlicher Regeltermin statt, um stets in engem Austausch alle Themen von Fragestellungen, Organisation, Methodik, Studienplanung bis zur geplanten Auswertung und Interpretation gemeinsam zu erörtern und festzulegen.

Auch der Austausch mit Partnern aus dem Automotive-Bereich gelang aufgrund der vierteljährlichen Projekttreffen, in Arbeitsgruppen und AP-Meetings. Hierbei wurde vor allem ein Austausch zu geplanten Studien, angewandeter Methodik und Studien- oder Rechercheergebnissen gepflegt. So konnte bei Bedarf stets eine Angleichung der Methodik und ein noch tieferes Verständnis des Themenfelds erreicht werden. Der gemeinsam bearbeitete partnerschaftliche Gesamt-Abschlussbericht stellt ein Zeugnis dieser Zusammenarbeit dar.

Zudem beteiligte sich das Spiegel Institut aktiv an allen Aktivitäten zur Ergebnisverbreitung. Es wurden gemeinschaftliche Ergebnispräsentationen, Vorträge, Projekt- und Ergebnisfilme erarbeitet. Auch hierdurch wuchsen die Forschungspartner enger zusammen und konnten sich durch ihre Ergebnisse gegenseitig bereichern.

3 Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Wie im vorangehenden Kapitel erläutert, bearbeitet die Spiegel Institut Mannheim GmbH innerhalb des AP1, AP2, AP5 und AP7 Aufgaben und verfolgt Projektziele. Dieses Kapitel dient einerseits der Zusammenfassung der durchgeführten Arbeiten und Beiträge, und andererseits der inhaltlichen Schilderung der erreichten Ergebnisse. Die Gliederung des Kapitels folgt dabei der oben beschriebenen Unterteilung nach Arbeitspaketen und Unterarbeitspaketen.

3.1 AP1 Ergebnisse – Ermittlung von Anforderungen aus Sicht der Fahrer, der Fuhrunternehmen und anderer Stakeholder

Im Rahmen der Unterarbeitspakete des AP1 wurde die bestehende Literatur aufgearbeitet, um eine Wissensbasis für alle anstehenden Forschungsvorhaben zu schaffen sowie eine ethnografische Studie zur Erhebung der Nutzeranforderungen durchgeführt. Das Spiegel Institut bearbeitet bei allen Forschungsvorhaben den LKW-Kontext.

3.1.1 UAP1.1 Aufarbeitung des verfügbaren Wissens

Eine umfangreiche Literaturrecherche wurde betrieben zu den Themen:

- Fahrfremde Tätigkeiten in und um das Fahrzeug: „Welche Tätigkeiten übernimmt der Fahrer neben dem Fahren derzeit in und um das Fahrzeug?“
- Komfort und Ergonomie im Fahrzeuginnenraum, übergreifend für verschiedenste Anwendungsbereiche von Nutzfahrzeugen
- Technologietrends im Fahrzeuginnenraum, aber auch bezugnehmend auf alle relevanten Tätigkeiten des LKW-Fahrers um sein Fahrzeug herum: „Welche Technologietrends hinsichtlich neuer Innenraumkonzepte gibt es im Nutzfahrzeuginnenraum?“

Einzelne Technologietrends wurden tiefergehend analysiert, nachdem eine Auswahl entsprechend ihrer Innovationskraft stattfand. Folgende Technologietrends wurden detailliert dargestellt:

- Konnektivität und Car-to-X Kommunikation
- Virtuelle Realität / Augmented Reality
- Intelligente Sprachassistenten / virtuelle Agenten / Roboter im Fahrzeug

Empirische Lücken wurden insofern identifiziert, als dass es wenig Literatur über den Fernfahrerverkehr hinaus gibt, d.h. andere Nutzungskonzepte wie Baustellen- oder Lieferverkehr werden hinsichtlich der Innenraumausgestaltung, ergonomischer Themen oder fahrfremder Tätigkeiten äußerst rudimentär behandelt. In diesem Kontext konnten auch keine zusätzlichen Anforderungen von Sharing-Nutzungsweisen aus der Literatur abgeleitet werden. Eine empirische Lücke konnte hinsichtlich der subjektiven Bewertung von Ergonomie und Komfort im LKW-Innenraum aufgedeckt werden. Detaillierte Forschung wurde betrieben zur Ergonomiebewertung des Fahrkomforts (siehe OnePager von Martin Albert, AUDI AG: „Welche Methoden (subjektiv/objektiv) gibt es zur Erhebung von Komfort/Diskomfort bezogen auf die Fahrfunktion?“). Eine standardisierte subjektive Komfort-/Diskomfortbewertung bezogen auf den Fahrzeuginnenraum scheint in der Literatur zu fehlen, was eigene Lösungen in der Erhebung erforderlich macht und methodische Lücken schließen kann.

Aus der Literatur ergibt sich ein Gesamtbild über die Anforderungen des LKW-Fernfahrers im Fahrzeuginnenraum. Fahrerseitige Anforderungen bei Tätigkeiten im Außenbereich sowie die Anforderungen von Fahrern jenseits des Fernverkehrs sollten empirisch untersucht werden, um Wissenslücken zu schließen.

Die Literatur wurde in Form von One Pagern bzw. tabellarisch zum internen Gebrauch aufbereitet (siehe Anhang im partnerschaftlichen Schlussbericht). Auf dieser Wissensgrundlage konnten im Anschluss Befragungen methodisch geplant und Befragungsunterlagen erstellt werden.

3.1.2 UAP 1.2 Empirische Nutzerstudien

Wir konnten unsere Erfahrung vor allem in die Ermittlung der relevanten Anforderungen der Nutzer und anderer Stakeholder einbringen (AP1). Das Spiegel Institut führte zu diesem Zweck eine Nutzungskontextanalyse mit Lkw-Fahrenden durch. Die Analyse erfolgte zum einen klassisch mittels ethnografischer halb-standardisierter Interviews, zum anderen über die durch das Spiegel Institut im Projekt RUMBA eigens entwickelte Befragungssapp MobE („Mobile Ethnografie“) zur Erprobung neuartiger Messverfahren zur ethnografischen Remote-Anforderungserhebung. Um die Vergleichbarkeit der Methoden sicherzustellen, wurden die beiden Methoden innerhalb einer Studie zur Untersuchung desselben Studienziels mit Lkw-Fahrer:innen eingesetzt.

Um eine Analyse des Ist-Zustandes der Lkw-Fahrtätigkeiten und der Prozesse um das Fahrzeug in unterschiedlichen Nutzungsszenarien durchführen zu können, sollen LKW-Fahrer aus unterschiedlichen Segmenten in ihrem Arbeitsalltag beobachtet und interviewt werden. In einem ersten Schritt wurden dazu gemeinsam mit MAN die Nutzergruppen definiert, priorisiert und ausgewählt. Anhand

verschiedener Kriterien wie Häufigkeit der Fahrzeuge am Markt und Relevanz für die Fahrzeugentwicklung konnten fünf Kernanwendungsbereiche festgehalten werden, die in der Nutzungskontexterhebung primär befragt werden sollten: Getränke- und Lebensmittel-Fernverkehr, Bauverkehr wie Kipper oder Mischwerk sowie Abfallsammelfahrzeuge im Fernverkehr.

Aufbauend auf den Vorkenntnissen der Literatur und entsprechend der Vorgehensweise einer Nutzungskontextanalyse wurden Forschungsfragen formuliert und gemeinsam mit MAN priorisiert und ausgewählt. Es entstand ein Fragenkatalog aus etwa 140 Forschungsfragen.

Die Rekrutierung der Teilnehmer wurde parallel dazu im Februar 2021 mit der Erstellung aller notwendigen Unterlagen (Studienexposé für Teilnehmer und Spediteure, Vorstellung der Hygienemaßnahmen, Datenschutzerklärungen etc.) vorbereitet. Mit der Entspannung der Coronasituation Anfang März 2021 wurde die Rekrutierung angestoßen mit dem Ziel, jeweils N = 10 LKW-Fahrer aus den fünf durch MAN definierten Anwendungssegmenten (Getränkekisten/Paletten, Stückgut/Paletten teilweise gekühlt, Kipper, Transport Mischwerk (z.B. Beton), Abfallsammelfahrzeuge) für die Face-to-face-Befragungen und für die App-Begleitung zu finden.

3.1.2.1 Erhebung mittels klassischer ethnografischer Methoden

Praktische Überlegungen führten zur Festlegung der konkreten Methodik: Es wurde beschlossen, eine Vorabbefragung online-basiert durchzuführen, weiter einen halb-standardisierten Fragebogen für die Phase der Beobachtung zu erstellen, sowie ein Abschlussinterview mit einem standardisierten Fragebogen umzusetzen. Die Forschungsfragen wurden auf die entsprechenden Tools aufgeteilt. Fragestellungen der Onlinebefragung wurden bereits ausformuliert und mit Antwortkategorien versehen. Die Ausarbeitung der übrigen Fragebögen sowie die Programmierung der Onlinebefragung erfolgte Anfang 2021. Die in Q4/2020 festgelegten Befragungsinstrumente Online-Vorabbefragung, Beobachtungsbogen mit halb-standardisiertem Interview sowie Abschlussinterview wurden ausgearbeitet und verschriftlicht bzw. als Online-Befragung programmiert. Alle praktischen Vorbereitungen wurden getroffen, wie Kamera-/Diktiergerätbeschaffung, sowie aufgrund der Coronasituation die Beschaffung von Schnelltests und FFP2-Masken.

Im Laufe des März spitzte sich die Coronalage erneut zu, die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie war äußerst gering. Die häufigsten Gründe zur Ablehnung waren:

- Arbeitssicherheit
- ein Beifahrer in der Kabine ist durch den Betreiber nicht erlaubt
- Datenschutzbedenken (Foto-/Videoaufnahmen)
- Coronatestablehnung (aus div. Gründen: z.B. Angst vor Arbeitsausfall für 2 Wochen)

Bis zum 29.3. konnten lediglich 2 Teilnehmer gefunden werden, die zu einer begleiteten Fahrt bereit waren, jedoch spontan wieder absagten. Daraufhin wurde am 29.3. beschlossen, die Rekrutierung der Face-to-Face-Teilnehmer auszusetzen, bis eine Entspannung der Corona-Infektionszahlen eine bessere Ausgangslage bieten kann. Die Rekrutierung der 10 App-Teilnehmer wurde fortgesetzt, auch wenn diese ebenfalls äußerst zäh verlief. Gründe für Skepsis bezüglich der App-Dokumentation wurden seitens der Fahrer vor allem in der Aufnahme von Fotos und Videos gesehen. Viele potentielle Teilnehmer sind skeptisch bezüglich des Datenschutzes.

So konnten wir entgegen der ursprünglichen Planung im Frühjahr 2021 die Nutzungskontexterhebung ausschließlich mittels der App-Teilnehmer realisieren.

Im Mai wurde ein Alternativversuch zur Rekrutierung von f2f-Teilnehmern unternommen: MAN verschickte über einen internen Emailverteiler an zahlreiche LKW-Fahrer einen Aufruf zur Studienteilnahme. Antworten interessierter Fahrer wurden von einer Spiegel-Mitarbeiterin beantwortet und der Screener wurde telefonisch durchgearbeitet. Leider konnten auf diesem Weg nur insgesamt 4 Fahrer aus irrelevanten Anwendungssegmenten ausfindig gemacht werden.

Zusätzlich haben wir im Mai weitere Recherchen unternommen, um eine alternative Rekrutierungsagentur zu finden, die auf den LKW-Bereich stärker spezialisiert bzw. dort bereits vernetzt ist, stellten unsere Bemühungen jedoch nach drei Absagen wieder ein. Hier ein Auszug einer Absage:

„Begleitungen sind in dem Segment generell schwierig, aktuell aber gar nicht umsetzbar. Die Bereitschaft ist nicht vorhanden, hauptsächlich liegt das an den Geschäftsführern der Firmen, die nicht zustimmen wollen, unter anderem auch aus Angst Ihre Fahrer bei einem positiven Corona-Testergebnis zu verlieren.“ (Antwort Rekrutierungsagentur)

Ab Ende Mai besserte sich die Corona-Lage und wir konnten schrittweise einzelne Teilnehmer für die f2f-Befragung gewinnen. Die Erhebungen liefen im Zeitraum vom 16.06. – 29.07.2021, jeweils ganztags für die Dauer einer vollen Schicht des jeweiligen Fahrers. Befragungsinhalte wurden umfangreich per Audio, Video, Foto und Paper/Pencil dokumentiert.

3.1.2.2 Entwicklung der App „mobE“

Die Entwicklung der App „mobE“ als neuartiges Erhebungsinstrument zur Durchführung einer Nutzungskontextanalyse wurde nach einem nutzerzentrierten Ansatz vorangetrieben. Zunächst fand ein Workshop zur Klärung der Zielstellungen der App statt. Es wurde eruiert, welche Vorteile und Nachteile sich gegenüber konventionellen Erhebungsinstrumenten ergeben können. An dem Workshop beteiligten sich mehrere Studienleiter, die Erfahrung mit der Durchführung klassischer ethnografischer Interviews zur Erfassung des Nutzungskontexts haben, als auch Studienleiter ohne solche Projekterfahrung. So konnten Anforderungen der bisherigen Methoden mit einem frischen strategischen Blick für die neue Methode kombiniert werden. Im Folgenden wurde der IST-Nutzungskontext einer Nutzungskontextanalyse mit klassischen Methoden erfasst und dokumentiert. Die Grundlage hierfür bildete der Input mehrerer Studienleiter für Nutzungskontextanalysen. Der IST-Nutzungskontext wurde auf den zu erwartenden SOLL-Nutzungskontext bei Befragung mit einer App übertragen und für die Zielstellungen des Spiegel Institut priorisiert. Davon ausgehend konnte eine User Journey ausformuliert und mit Nutzungsanforderungen hinterlegt werden. Konzept- und Design Professionals des Spiegel Institut begannen daraufhin mit der Erstellung eines immer detaillierteren Prototypen in Adobe XD. Es wurden mehrere iterative Schleifen mit Abgleich von Konzept und Nutzungsanforderungen durchgeführt.

Im Dezember 2020 wurde schließlich ein externer Dienstleister zur Programmierung der App als Zugang für Studienteilnehmer sowie zur Programmierung der zugehörigen Webschnittstelle als Zugang für den Versuchsleiter (zur Erstellung von Studien, Benutzerverwaltung, Monitoring während der Feldzeit, Export von Daten) beauftragt. Bis zum Feldstart arbeitete das Entwicklungsteam, bestehend aus Product Owner und Konzept- und Designverantwortlichen des Spiegel Institut sowie zwei extern beauftragten Entwicklern, eng in iterativen Zyklen zusammen. Die Beauftragung des externen Dienstleisters zur Programmierung der App basierte auf einem ausdefinierten Steckbrief, der die Ziele bzw. die User Journey der App beschreibt, einem Anforderungsdokument für eine Webschnittstelle als Versuchsleiterzugang zur Administration der App (Beschreibung der zur Administration erforderlichen Funktionen), sowie einem Konzeptentwurf für das Interface der App in Form eines klickbaren high fidelity Prototypen in Adobe XD.

Die Aufgaben des Product Owners umfassten die Projektorganisation, Leitung von Jour Fixes, Anforderungsmanagement, Usability und UX-Verantwortung inklusive Durchführung von UI quick tests sowie das Monitoring aller Themen in Form von Tickets. Die Konzept- und Designverantwortlichen waren für die Erstellung des Konzepts, Umsetzung in einem klickbaren Prototyp in xd, Erstellung des Designs und des Styleguides verantwortlich. Die beiden Entwickler setzten alle Anforderungen um und programmierten demgemäß Frontend und Backend für Teilnehmerapp und Admin Webschnittstelle.

Der Konzeptstand vom 01.12.2020 bildete die Grundlage für die Durchführung eines ersten Usability-Tests. Hierfür wurden im Rahmen einer Bachelor Arbeit vom 14.12.20 bis zum 20.12.20 10 face-to-face Interviews durchgeführt. Das Thema der Bachelor Arbeit lautet „Face-to-face Interviews und Remote Interviews im Vergleich – eine empirische Untersuchung am Beispiel einer User Experience Studie des

Spiegel Instituts anhand von Mixed Methods“. Für den Methodenvergleich innerhalb der Bachelor Arbeit wurden weitere 10 Teilnehmer zur Usability der mobE App im Januar 2021 befragt. Das Konzept wurde aufgrund der gefundenen Usability Themen überarbeitet. Beispielsweise erwies sich die Navigation zwischen dem angelegten Studienbereich zu den Aufgaben je Studie als nicht intuitiv, sodass eine neue Seitenstruktur erdacht wurde, die nun den Zugang für Studien und Aufgaben je Studie auf einer Seite darstellte. Das neu entstandene Konzept wurde erneut durch den Product Owner mittels eines Usability Quick Tests mit 6 Spiegel-internen Kollegen und Bekannten getestet. Vier Personen waren selbst Marktforscher und Versuchsleiter, zwei Personen waren nicht im Marktforschungsbereich bzw. nicht als Versuchsleiter tätig. Insbesondere aufgrund der Ergebnisse der nicht im Marktforschungsbereich tätigen Personen wurde an der Klarheit und Verständlichkeit der Studien/Aufgabenübersicht mittels designerischer Hilfsmittel nachgeschärft. Es ergaben sich weitere kleinere Themen wie die intuitiv klar erkennbare Kennzeichnung des Aufgabenstatus, die nochmals leicht überarbeitet wurde. Zudem ergaben sich ganz nach Maßgabe des iterativen Entwicklungsansatzes Themen, die erst im laufenden Entwicklungsbetrieb durch die gemeinsame Diskussion von Product Owner (Anforderungssicht), Entwickler (Einwände aufgrund technischer Limitationen, Ideen aufgrund technischer Möglichkeiten) und Konzeptverantwortlicher, bis in die tiefsten Details ausdefiniert wurden.

Das Ergebnis des Entwicklungsprozesses ist ein neuartiges Erhebungsinstrument, das im Themenfeld mobiler Selbstethnografie speziell auf die Durchführung einer Nutzungskontextanalyse ausgerichtet ist. Das entwickelte Set an Funktionen ist zudem auch für andere Anwendungsfälle, z.B. als Tagebuchinstrument, für interaktive Befragungen, für quantitativ ausgerichtete Befragung oder kurze Foto- und Videodokumentationen vielfältig wirtschaftlich einsetzbar.

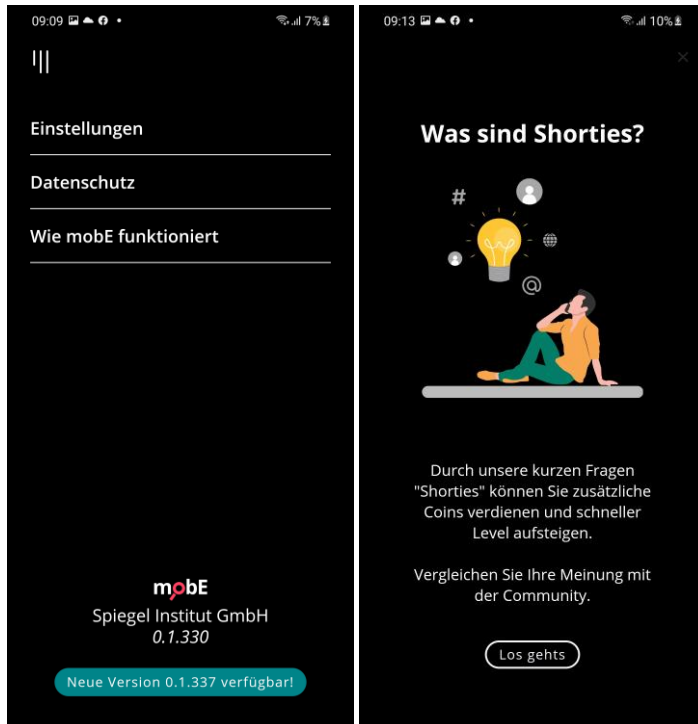
Den Einstieg zur App bilden einige kurze Intro-Screens, sowie eine Maske zur Registrierung bzw. zum Log-In in die App. Nutzer können sich selbst in der App registrieren und hierbei als spielerisches Element einen Nutzernamen wählen, der in der App für Interaktionen der App-Teilnehmer mit Studienleiter und weiteren App-Teilnehmern genutzt wird.

Nach erfolgter Selbstregistrierung bietet die Befragungssapp dem Nutzer über die Tapbar am unteren Bildschirmrand grundlegend vier Interaktionsbereiche an. Jeder Bereich wird bei erstmaliger Nutzung durch einige Tutorial-Screens erklärt. Das Kernstück bildet der Bereich „Studien“. Hier kann ein Teilnehmer alle Studien einsehen, für die er eine Einladung zur Teilnahme erhalten hat. Bevor eine Studie bearbeitet werden kann, wird ein Teilnehmer durch eine kurze Beschreibung der jeweiligen Studie mit zentralen Teilnahmebedingungen geführt. In jeder Studie werden dann in Form von Kacheln Aufgaben angezeigt. Diese Aufgaben können alle sofort sichtbar sein oder mit einem über die Webschnittstelle festgelegten Timing nach Bearbeitung der ersten Aufgabe erscheinen. Die Möglichkeit zur Bearbeitung einer Aufgabe kann an das Erledigen anderer Aufgaben geknüpft sein. Beim Öffnen einer Aufgabe sieht der Teilnehmer eine oder mehrere Seiten, auf denen verschiedene Inhalte abgebildet werden können. Hier können Fragen mit klassischen quantitativen Antworttypen (single choice, multiple choice, x-stufige Skala, offenes Textfeld, Zahlendrehregler, Bilderauswahl) als auch die zentralen Elemente für den Upload von Videos, Fotos, Dateien und Sprachnachrichten angeordnet werden. Eine Filterung ermöglicht es, bestimmte Elemente nur dann anzuzeigen, wenn in einem vorhergehenden Element eine bestimmte Antwortmöglichkeit ausgewählt wurde.

Im Vergleich zu existierenden globalen Befragungssapps im Themenfeld der Selbstethnografie wurde ein besonderer Fokus auf Elemente der Gamification und ein ansprechendes Look and Feel gelegt. Teilnehmer sollen Spaß haben, sich mit der App zu beschäftigen und auch über längere Zeiträume motiviert sein, immer wieder Ihre Eindrücke mithilfe der App zu dokumentieren. Für diese Zwecke können für alle Aufgaben Coins und Erfahrungspunkte für einen Levelaufstieg vergeben werden. Der Status über Coins und Level kann im Bereich „Fortschritt“ (in der Tapbar) eingesehen werden. Hier sehen Teilnehmer auch ihr kurzes Nutzerprofil mit ihrem selbstgewählten Nutzernamen. Ein weiteres zentrales Element sind die „Shorties“ (anwählbar als zweiter Bereich in der Tapbar). Dies sind kurze Fragen mit maximal vier Antwortmöglichkeiten (Einfachauswahl). Die Fragen können, müssen aber nicht studienbezogene Inhalte abbilden. Nach Beantwortung einer Shortie-Frage sieht der Teilnehmer

sofort, welche Antworten die bisherigen Teilnehmer auf die Frage gegeben haben (siehe screenshot „in welcher Farbe sollte ihr nächstes Auto lackiert sein“ in Bild 1).

Der Chat als viertes zentraler Bereich in der Tapbar der App ermöglicht eine Interaktion der Teilnehmer einer Studie sowohl untereinander in einem Gruppenchat als auch mit dem/r Studienleiter/in. Hier kann der Studienleiter im Verlauf der Studie beispielsweise Nachfragen zu den Antworten und hochgeladenen Medien stellen.



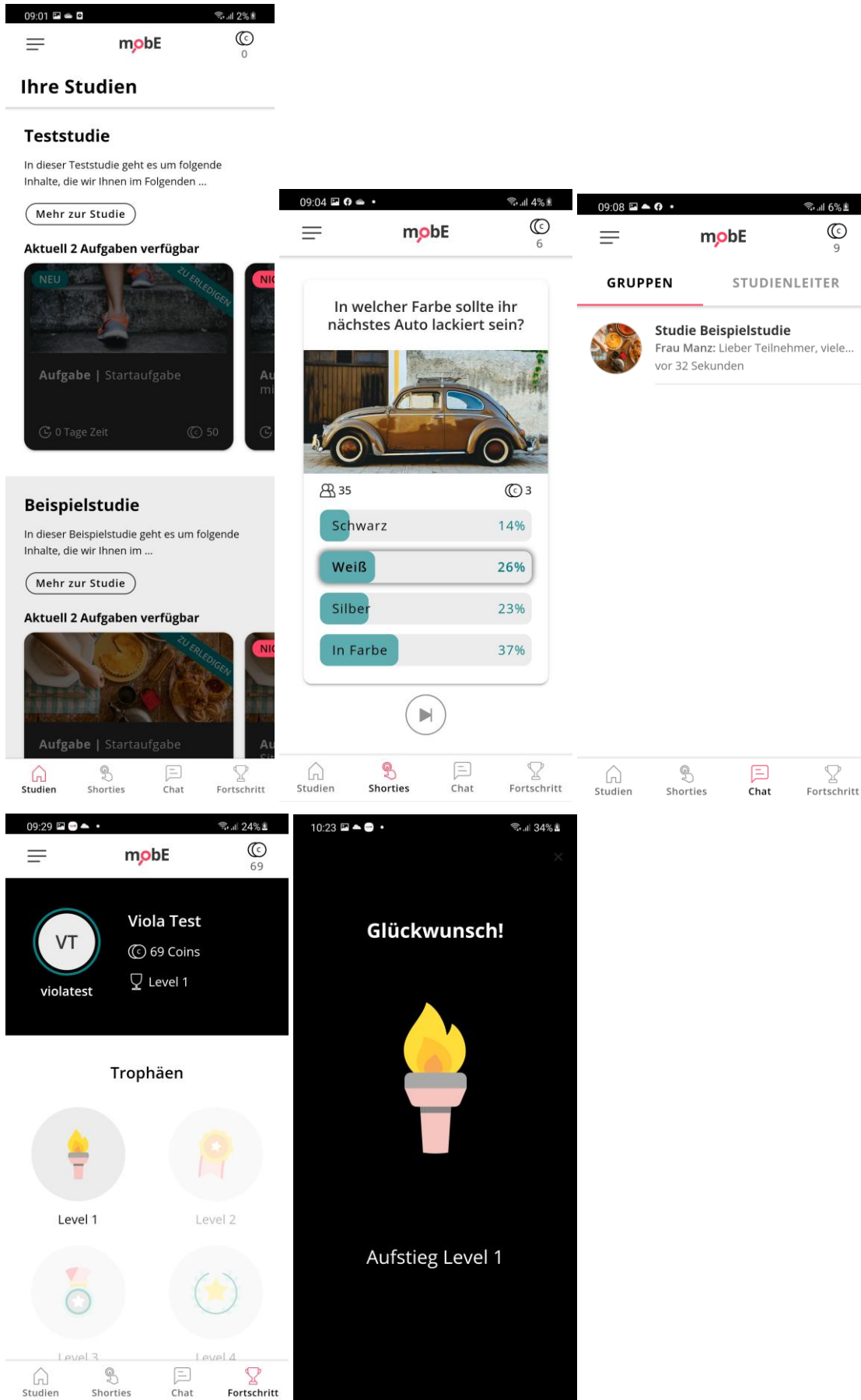


Abbildung 4 Screenshots 1-7 aus der Befragungsapp mobE

Die Administration der Befragungsgapp erfolgt über eine Webschnittstelle. Hier kann die Studienleitung mit Administrationsrechten Studien und Aufgaben erstellen, Befragungsdaten herunterladen, sowie die Nutzer verwalten. Ebenfalls über eine Website über das Tool „RocketChat“ hat die Studienleitung Zugriff auf alle Chatkanäle, um mit Studienteilnehmern zu chatten.

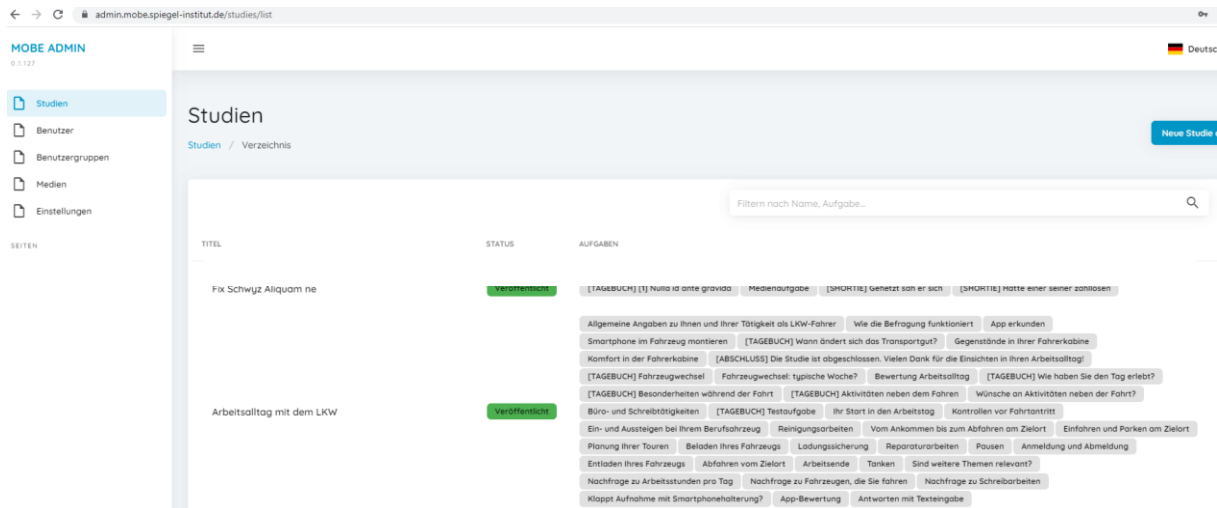


Abbildung 5 Screenshot der Webschnittstelle zur Administration der Befragungsgapp mobE

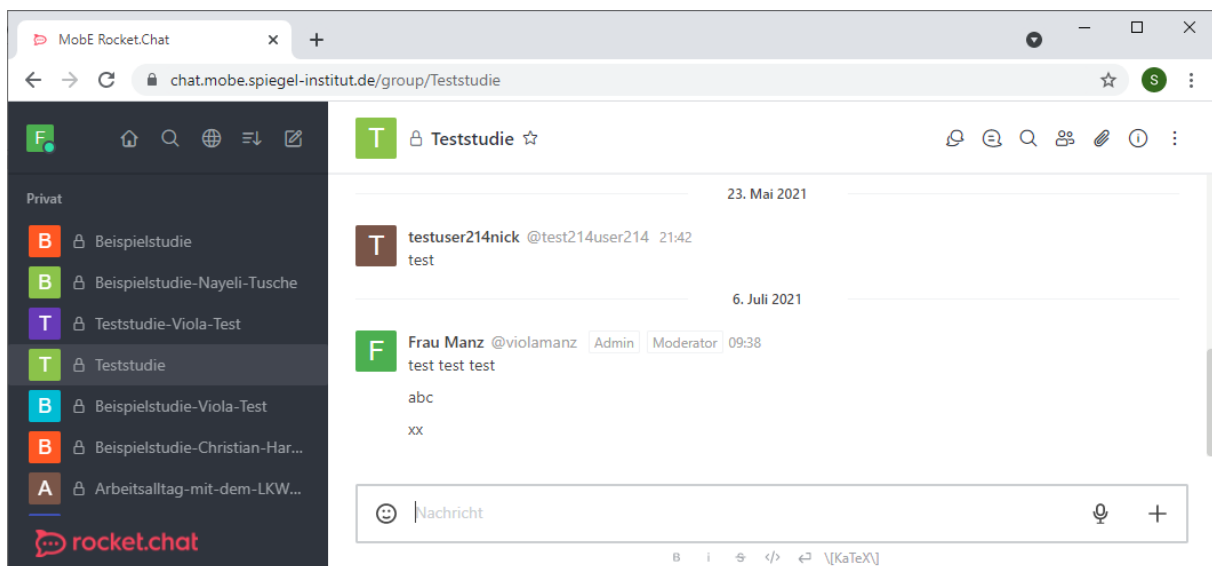


Abbildung 6 Screenshot der Webschnittstelle für alle Chatkanäle in der Befragungsgapp mobE

3.1.2.3 Erhebung mittels Befragungsgapp mobE (Mobile Ethnografie)

Konzeption der App-Befragung: Parallel zur Entwicklung der App fand im ersten Quartal 2021 die Konzeption der App Befragung statt. Da die Ergebnisse der App Befragung später mit den Ergebnissen der face-to-face Befragung verglichen werden sollten, war hier eine möglichst hohe inhaltliche Vergleichbarkeit bei unterschiedlicher Methode das Ziel. Der bereits konzipierte Leitfaden der face-to-face Befragung bildete daher den Ausgangspunkt der Konzeption der Appbefragung. Wo sich die Umsetzung der gleichen Fragen anbot, wurde bewusst das gleiche Wording in beiden Befragungsmethoden verwendet. Beispielsweise wurde der Frageblock der face-to-face online Befragung in der App als Teil

einer Aufgabe mit nahezu identischen Fragen umgesetzt. Andere Inhalte wurden aufgrund der unterschiedlichen Methode auch anders umgesetzt. Beispielsweise bot die Appbefragung Tagebuchaufgaben, um wiederkehrende Ereignisse über einen Zeitraum von mehreren Tagen festhalten zu können. In der face-to-face-Befragung fand hingegen die Begleitung über einen Tag statt. In diesem Setting wurden also in Abweichung zur App die Ereignisse eines einzelnen Tages festgehalten.

Zur Dokumentation bestimmter Tätigkeiten wurden Instruktionen erstellt, welche die Teilnehmenden dazu aufforderten, Videos und Fotos mehrerer Tätigkeitsabläufe zu dokumentieren (z.B. fünf Anmeldungen am Zielort Baustelle). Da keine direkte Beobachtung möglich war, wurden Einzelheiten des Kontexts bei diversen Tätigkeiten der LKW-Fahrenden jeweils in Form von einzelnen Aufgaben explizit abgefragt. Beispielsweise sollten die Fahrenden alle Hilfsmittel einer bestimmten Tätigkeit benennen, erklären und fotografieren.

Feldzeit der App-Befragung: Der Befragungszeitraum der 10 rekrutierten Studienteilnehmenden lief vom 26.04. – 10.05.21. Kurz vor Start der Feldzeit bekamen die Teilnehmenden mit der Post ein Paket zugesendet. Hierin befand sich ein S20 Smartphone, auf dem die mobE App bereits installiert war, sowie Zubehör für das Laden und Befestigen der App im Fahrzeug. Die Teilnehmenden konnten an unterschiedlichen Tagen mit der Teilnahme an der Studie starten. In Abhängigkeit einer einmal ausgefüllten Startaufgabe mit Informationen und Instruktionen zum Ablauf der App-Befragung wurde ein Timing für 14 Tage in Gang gesetzt: die Teilnehmenden erhielten über 14 Tage nach Bearbeiten der Startaufgabe hinweg immer wieder neue Aufgaben in ihrer App, für die ihnen jeweils eine bestimmte Frist zur Bearbeitung empfohlen wurde, um innerhalb der 14 Tage alle Aufgaben bearbeiten zu können.

Um möglichst ausführliche und verständliche Antworten auch ohne persönliche Vor-Ort-Anwesenheit eines Interviewers bei der Appbefragung zu erreichen, wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben. Die besten drei Teilnehmenden des Wettbewerbs erhielten einen monetären Bonus für Ihre Teilnahme. Voraussetzung war das vollständige Beantworten der Fragen. Bewertungskriterien waren Verständlichkeit und Ausführlichkeit der Antworten, Antwortgeschwindigkeit, mehrmaliges Ausfüllen der Tagebuchaufgaben, sowie Höhe der gesammelten Coins und erreichten Level.

Die Studienleiterin konnte sich bereits während der Feldzeit alle Ergebnisse über die Webschnittstelle zur Administration der App ansehen und über die App jederzeit spontane Nachfragen zu den bereits bearbeiteten Aufgaben einsteuern.

Durch ein kurz vor Feldbetrieb unvorhergesehen erfolgtes Softwareupdate des S20 Betriebssystems kam es zu kleineren technischen bugs, die im Feldbetrieb durch telefonischen Support betreut werden konnten. Leider konnte sich ein Nutzer dadurch nach etwa der Hälfte der Feldzeit nicht mehr in die App einloggen und meldete sich nicht beim telefonischen Support, sondern brach die Erhebung ab. Drei weitere Studienteilnehmende entschieden sich zu Beginn der Studie, nicht an der Befragung teilzunehmen. Eine Person gab an, doch keine Zeit für die Teilnahme und Beantwortung der Fragen zu haben und begründete dies mit wesentlich höheren Bearbeitungszeiten als sie laut Webschnittstelle tatsächlich für die Bearbeitung der Aufgaben aufwendete. (Tatsächlich war über die Webschnittstelle nachverfolgbar, dass die Person nicht mehr Zeit als die im Vorfeld vereinbarten maximal 30min am Tag aufgewendet hatte). Eine Person meldete zurück, dass sie auf digitale Medien generell keine Lust habe. Die dritte Person registrierte sich zwar in der App, wartete die Einladung zur Studienteilnahme jedoch nicht ab, sondern meldete sich wieder von der Studienteilnahme ab. Wir sehen, dass eine gewisse App-Affinität für eine Teilnahme unabdingbar ist und ein 100% reibungsfreier Ablauf bei Registrierung und Login Grundvoraussetzung für eine Teilnahme ist.

Direkt nach Ende der Feldzeit wurde eine neue Softwareversion der App aufgespielt, die neue Bibliotheken enthielt und nun für einen technisch reibungslosen Einsatz der App sorgt.

Ein weiteres Thema kam in der Feldphase zum Vorschein. Teilnehmer der App-Befragung meldeten zurück, dass sie an Ihrem Arbeitsplatz (z.B. Baustelle, Logistikzentrum etc.) kein Smartphone dabei haben dürfen oder keine Aufnahmen tätigen dürfen. In der Folge konnte das eigentliche Ziel der App, am

Arbeitsplatz direkt in der Situation Video- Foto- und Sprachaufnahmen zu tätigen, nicht erreicht werden und wir müssen mit Einbußen in der Tiefe der Ergebnisse rechnen. Dies ist allerdings allein dem speziellen Setting im Berufsalltag der LKW-Fahrer zuzuschreiben und wird für folgende Studien in anderen Settings nicht zutreffen.

Einige Medienaufnahmen konnten die Teilnehmenden dennoch zur Verfügung stellen, beispielsweise an Orten wie Tankstellen oder Waschanlagen, wo das Mitführen eines Smartphones erlaubt ist. Etwa die Hälfte der Teilnehmenden konnte auch Arbeitspausen nutzen und bereits während eines Arbeitstages zeitnah nach einer bestimmten Situation per Texteingabe oder Sprachnachricht Situationen beschreiben und Aufgaben bearbeiten. Die andere Hälfte der Teilnehmer, denen dies durch das spezielle Arbeitssetting nicht möglich war, musste sich nach Feierabend mit der App beschäftigen. Dies erzeugte für sie einen höheren Arbeitsaufwand. Wir rechnen in der Folge mit weniger detaillierten Ergebnisberichten als dies bei Mitführen des Smartphones der Fall gewesen wäre. In Folgestudien sollte für einen optimalen Einsatz der App sichergestellt sein, dass eine Mediendokumentation in der jeweiligen Situation möglich ist.

3.1.2.4 Auswertung und Ergebnisse der klassischen und mobilen ethnografischen Erhebungen

Face-to-face-Befragung und App-Befragung wurden nach dem gleichen Schema ausgewertet, um methodisch möglichst hohe Vergleichbarkeit zu erhalten und da die Fragestellungen beider die Studien die gleichen waren.

Inhaltliches Ziel der Befragung war die Erfassung des Nutzungskontexts für LKW-Fahrer. Durch Aufgabenmodelle sowie Umgebungsmodelle wurden je Teilnehmer strukturiert alle einzelnen Prozessschritte der Tätigkeiten im Alltag des LKW-Fahrenden mit jeweiligen Kontextmerkmalen erfasst. Benutzergruppenprofile geben Aufschluss darüber, welche Benutzergruppen betrachtet wurden und welche Merkmale der Benutzer vorlagen (z.B. Demografie, Expertise, Erfahrung, Einstellung). Diese Informationen sind wichtig, um einordnen zu können, welche Voraussetzungen LKW-Fahrer mitbringen, um Tätigkeiten so zu erledigen, wie sie es aktuell tun. Ein weiterer nachrangig priorisierter Auswertungsbaustein sind die Transportinformationen. Soweit es in den Erhebungen möglich war, wurde Informationen über Transportwege miterfasst, also z.B. wann, wo, wie oft Güter abgeladen wurden und welche Touren gefahren wurden. Diese Informationen waren nicht Bestandteil der ursprünglich definierten Fragestellungen, konnten aber in sehr geringem Umfang in Form eines Transporttagebuchs miterhoben werden. Es entstand ein umfangreicher „Fahrtstätigkeitskatalog“ als Excel-Dokument (siehe Abbildung 4)

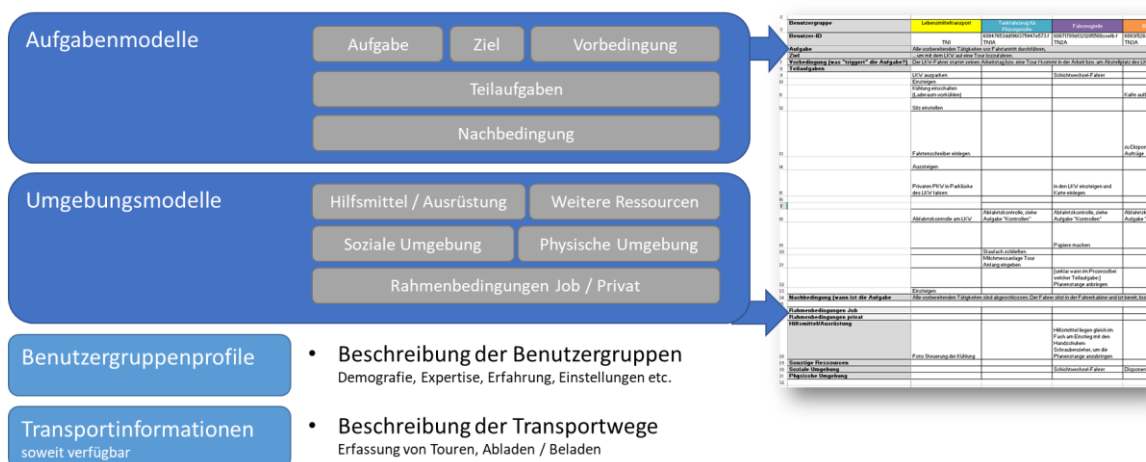


Abbildung 7 Auswertungsschema: Fahrtstätigkeitskatalog zur Auswertung von App-Befragung und face-to-face-Befragung

Das Auswertungsschema gliedert sich in die folgenden typischen Teilschritte/Aufgaben einer/s LKW-Fahrenden:

- Vorbereitungen vor der Fahrt
- Fahrt
- Beladen
- Entladen
- Nachbereitung der Fahrt
- Wartung/Reinigung

Zusätzlich wurde noch der Punkt „Interior“ mitaufgenommen, um Gegenstände und Interaktionen mit dem Interior gesondert zu erfassen, da dies eine der Hauptfragestellungen des Projekts darstellte. Jede der Aufgaben gliedert sich in Teilaufgaben. So kann zum Beispiel Beladen in die folgenden Teilaufgaben zerlegt werden:

- Anmelden
- Warten
- Parken
- Vorbereitung des Aufliegers/Anhängers
- Aufladevorgang
- Ladungssicherung
- Sicherheitskontrolle
- Reinigung der Beladeumgebung
- Technische Justierung des Fahrzeugs (z.B. Lastverteilung)

Der detaillierte Aufbau des Fahrertätigkeitskataloges ist zudem in MAN2021c dargestellt.

Das gesammelte Datenmaterial umfasste rund 22,9 GB und stellte damit eine große Herausforderung bei der Analyse dar. Da beide Befragungsmethoden Ergebnisse zu den gleichen Fragestellungen erbringen sollen, wurden alle Ergebnisse nach dem gleichen Schema gemeinsam analysiert und dargestellt. Die quantitativen Fragen wurden per Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet, die qualitativen Fragen wurden kodiert. Videos und Fotos dienten zur Analyse, zum tieferen Verständnis und zur Illustration von spezifischen Ergebnissen.

Die detaillierten inhaltlichen Ergebnisse und Diskussionen sind im Studiensteckbrief „Spiegel2021: Ethnografische Interviews und mobile Ethnografie mit LKW-Fahrer:innen“ im Anhang des partnerübergreifenden Abschlussberichts nachzulesen: Die inhaltlichen Ergebnisse der Studie bilden einen umfangreichen Fahrertätigkeitskatalog, der die Grundlage darstellt für die geplante Bewertung, in welchen Aufgabenbereichen Automatisierung sinnvoll ist, welche zukünftigen Automatisierungsszenarien realistisch sind, und welche Anforderungen an eine auf diese künftigen Szenarien ausgerichtete Innenraumgestaltung bestehen. Insgesamt zeigten sich beim Vergleich der einzelnen LKW-Fahrenden viele Überschneidungen in Aufgaben und Zielen, Teilaufgaben und dazugehörigen Erfordernissen. Jedoch zeigten sich auch viele Unterschiede, beispielsweise bedingt durch die unterschiedlichen Anwendungsssegmente, Unternehmen, Touren.

Die Auswertung der quantitativen und qualitativen Fragen zeigen insgesamt eine hohe Zufriedenheit von LKW-Fahrer:innen. Die Bewertung der einzelnen Aspekte zeigte sich größtenteils im positiven Bereich. Zudem hatten viele LKW-Fahrer:innen zu negativen Thematiken keine Anmerkungen. Für das automatisierte Fahren sollten Themen wie Sitz, Liege, Büro- und Schreibtätigkeiten sowie das Be- und Entladen besonders fokussiert werden. Eine Übersicht zu wichtigen Aspekten der Innenraumgestaltung und deren Relevanz für das automatisierte Fahren ist in Abbildung 5 darstellt.

	Sitz <ul style="list-style-type: none"> • Verstellbarkeit • Bequemlichkeit • Materialqualität (vor allem an linker Seitenwanne) • Sitzbelüftung Relevanz beim automat. Lkw: Hoch		Ein- und Aussteigen <ul style="list-style-type: none"> • Viele Möglichkeiten sich festzuhalten • Rutschige Trittstufen Relevanz beim automat. Lkw: Mittel
	Liege <ul style="list-style-type: none"> • Nur vereinzelnde Nennungen • Größe • Handhabbarkeit • Störung von Schaltern Relevanz beim automat. Lkw: Hoch		Be- und Entladen <ul style="list-style-type: none"> • Viele individuelle Faktoren • Sturzgefahr • Hochheben schwerer Gegenstände • Unebener Boden Relevanz beim automat. Lkw: Hoch
	Ablagen <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl an Ablagemöglichkeiten • Erreichbarkeit • Getränkehalter Position und Größe • Materialqualität Relevanz beim automat. Lkw: Mittel		Reinigen <ul style="list-style-type: none"> • Erreichbarkeit gewisser Ecken • Ätzendes und heißes Reinigungsmittel Relevanz beim automat. Lkw: Niedrig
	Büro- und Schreibtätigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Ausfüllen von Lieferscheinen • Block und Stift als Hilfsmittel • Ablage zum Schreiben im Innenraum Relevanz beim automat. Lkw: Hoch		Fazit <ul style="list-style-type: none"> • Von Fahren • Kontakt zu vielen Menschen • Abwechslung • Schlechte Organisation von Betrieben • Teils Rücksichtslosigkeit gegenüber Fahrern

Abbildung 8 Wichtige Aspekte der Innenraumgestaltung von Lkw-Kabinen und deren Relevanz beim automatisierten Fahren

Der Fahrtätigkeitskatalog lieferte eine sehr detaillierte Übersicht über die Tätigkeiten und die jeweiligen Rahmenbedingungen, die im Alltag eines LKW-Fahrenden zu beobachten sind. Da die Untersuchung mit ein bis zwei LKW-Fahrer:innen je Anwendungssegment qualitativ angelegt war, konnten sicherlich nicht alle in Frage kommenden Aspekte in ihrer Vollständigkeit erfasst werden. Zudem konnte keine quantitative Unterscheidung in seltene oder häufige Fälle getroffen werden. Es wurde eine sehr umfangreiche Grundlage dafür geschaffen, eine Vielzahl an typischen Abläufen zu kennen und in der Tiefe zu verstehen. Die aktuellen Kabinen und Arbeitstätigkeiten wurden dabei hinsichtlich des Komforts überwiegend positiv bewertet. Diese Hinweise helfen bei der Einschätzung, in welchen Bereichen Automatisierung hilfreich sein könnte.

Insgesamt bilden die Ergebnisse der ethnografischen Studien die Grundlage für einen geplanten Syntheseworkshop gemeinsam mit MAN. In diesem Workshop sollen die Prozesse auf ihre Automatisierbarkeit hin überprüft werden. Es zeichnet sich ab, dass an einigen Stellen durchaus Potenzial für Automatisierung besteht. In anderen Bereichen ist abzusehen, dass nicht auf Personen verzichtet werden kann. Auf Basis der genauen Analyse des Status Quo des Arbeitsalltags von LKW-Fahrenden sollen zukünftige Szenarien ausgearbeitet werden.

Die Erkenntnisse stellen eine grundlegende Wissensbasis dar, die im weiteren Projektverlauf von RUMBA immer wieder als Nachschlagewerk für die geplante Neugestaltung von LKW-Kabinen für automatisierte Szenarien dienen konnte. Auch für zukünftige Forschung wird dieses Nachschlagewerk sicherlich immer wieder Verwendung finden (aktuell beispielsweise im Nachfolgeprojekt SALSA).

3.1.2.5 Methodenvergleich klassische versus mobile Ethnografie

Beim klassischen Verfahren der Wahl einer Nutzungskontextanalyse werden ein oder mehrere kontextuelle Interviews durchgeführt, die Eindrücke und Meinungen zu einem bestimmten Zeitpunkt festhalten. Durch den Einsatz der Befragungsapp sollen Eindrücke, Meinungen, und Situationen in Form von Fotos, Videos, Sprachnachrichten oder Textantworten direkt live aufgezeichnet werden.

Durch die Befragungsapp verspricht sich das Spiegel Institut daher mehr und direktere Eindrücke aus der jeweiligen Situation, ungefiltert durch einen Beobachter. Ein Vorteil von kontextuellen Interviews mit Interviewer liegt hingegen unter anderem in der Beobachtung und Dokumentation von Situationen, Gegenständen oder Verhaltensweisen, die dem Nutzer selbstverständlich und nicht berichtenswert erscheinen, die aber oftmals viel Aussagekraft zur Beschreibung des gesamten Kontexts enthalten.

Am Ende der Befragung zur mobilen Ethnografie wurden die Teilnehmenden zu ihrer Erfahrung mit dieser Art der Befragung per App befragt. Als weiteres Kriterium für den Methodenvergleich diente die Anzahl der Wörter je Antwort. Sie sollte Aufschluss über die Antwortquantität in beiden Studien geben.

Die Forschungsergebnisse wurden auf der HCI Konferenz am 26.7. in Kopenhagen vorgestellt und anschließend im Springer-Verlag veröffentlicht. Das Paper trägt den Titel: „MobE a new approach to mobile ethnography“:

Haentjes, J., Klein, A., Manz, V., Gegg, J., Ehrlich, S. (2023). MobE – A New Approach to Mobile Ethnography. In: Kurosu, M., Hashizume, A. (eds) Human-Computer Interaction. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14011. Springer, Cham.

Die Kernergebnisse zeigen, dass sich mobile softwaregestützte ethnografische Forschungsmethoden durchaus eignen, um auch in herausfordernden Arbeitsumgebungen wie LKW erfolgreich eingesetzt zu werden. Die Kombination von Interviews und mobiler Ethnografie könnten ein interessanter und ökonomischer Ansatz sein, um sowohl Erkenntnisse in der Tiefe zu erhalten als auch die wichtigsten Erkenntnisse für eine größere Anzahl an Personen oder auch Personengruppen zu gewinnen.

3.1.3 UAP1.3 Empirische Stakeholder- /Expertenstudien

Die Erhebung von Stakeholderanforderungen wurde durch eine Werksanalyse gemeinsam mit MAN im Juli und August 2021 durchgeführt.

Es wurde eruiert, dass die Experteninterviews nach Möglichkeit in den gleichen Betrieben stattfinden sollen wie die Befragungen der Fahrenden, d.h. dass auch hier die Anwendungssegmente aus UAP 1.2 vorrangig im Fokus stehen sollten. Geplant waren N=10 Interviews.

Es wurde beschlossen, dass MAN im Rahmen einer Promotion die Expertenstudien einerseits als Online F2F Interviews durchführen möchte, andererseits mittels Werksbesichtigungen auch Expertenbefragungen vor Ort. Das Spiegel Institut wurde gebeten, MAN vor allem bei der Durchführung von Werksanalysen zu unterstützen. Das Spiegel Institut unterstützte MAN und führte mit Fahrern aus dem Nah- und Fernverkehr (Internationale Fahrt) kontextuelle Interviews bei der Firma RHENUS durch. Die Fahrer wurden anhand eines Leitfadens zu ihren alltäglichen Aufgaben sowie zu logistischen Strukturen im Werk interviewt.

Es konnten Lieferungen an verschiedene Kunden sowie Abholungen beobachtet werden. Die Tätigkeiten der Fahrer wurden dabei per Foto und Video, mit Fotokamera und GoPro, dokumentiert. Die Interviews wurden dabei situativ abgearbeitet und handschriftlich sowie akustisch aufgezeichnet. Zu Auffälligkeiten bei einzelnen Tätigkeiten wurden Nachfragen gestellt, um ein umfassendes Verständnis für die Fahrt zu erhalten. Im Fernverkehr stand die Vorbereitung des Lkws für die Fahrt, die Beladung des Containers sowie der Austausch von für die Fahrt relevanten Lieferscheinen im Fokus.

Die entstandenen Notizen wurden im Anschluss digitalisiert, durch die Aufnahmen vervollständigt und in eine Excel-Matrix eingepflegt.

3.1.4 UAP 1.4 Zusammenfassung der Anforderungen und Evaluationsgrößen

Die gesammelten Ergebnisse wurden auf einem Syntheseworkshop im November 2021 gemeinsam ausgewertet und die Zielszenarien festgelegt.

Im Zentrum der Tätigkeiten im 2. Halbjahr 2021 stand die Durchführung des Syntheseworkshops in den Räumen des Spiegel Institut am 08./09.11.21. Der Leitfaden wurde durch das Spiegel Institut erarbeitet. Das Ziel des Workshops war es, einerseits aus den Beobachtungen der Fahrer mittels der F2F- und App-Befragungen und den Werksanalysen den Status quo zu ermitteln, diese Ergebnisse dann mit den Expertenbefragungen zu Zukunftsszenarien im Bereich Güterverkehr zu kombinieren, um daraus Ableitungen zu treffen, welche Rollen und Aufgaben Fahrer in zukünftigen SAE-Level 4 Szenarien haben könnten und daraus abzuschätzen, wie sich die Fahrerkabine in Zukunft verändern muss.

Der Workshop startete mit einem Deep Dive der beteiligten Interviewer, welche die wesentlichen Merkmale der unterschiedlichen Fahrten und Fahrer zusammenfassten. Im Fokus standen dabei vor allem die erlebten Herausforderungen im Alltag der Fahrer und die Situationen und Erkenntnisse aus den Beobachtungen der Forscher, welche für sie überraschend waren. Zur Illustration wurde Foto- und

Videomaterial gezeigt. Weiterhin wurde erarbeitet, welche Maßnahmen die Fahrer in Zukunft entlasten könnten.

Im nächsten Teil des Workshops wurden die Fahrten unterschieden nach Arbeitsabschnitten geclustert. Dies waren die Komponenten Fahren, Beladen und Entladen. Für jeden dieser Arbeitsabschnitte erfolgte eine Einordnung der Fahrten in ein zweidimensionales Diagramm. Auf der x-Achse war die Komplexität der Fahrerinteraktion abgetragen und auf der y-Achse die Umfeldkomplexität. Ziel der Aufgabe war es, die Fahrten zu clustern, ihr Potenzial zur Automatisierung abschätzen zu können und sich dabei von Details wie transportierten Gütern und Art des Aufliegers zu lösen.

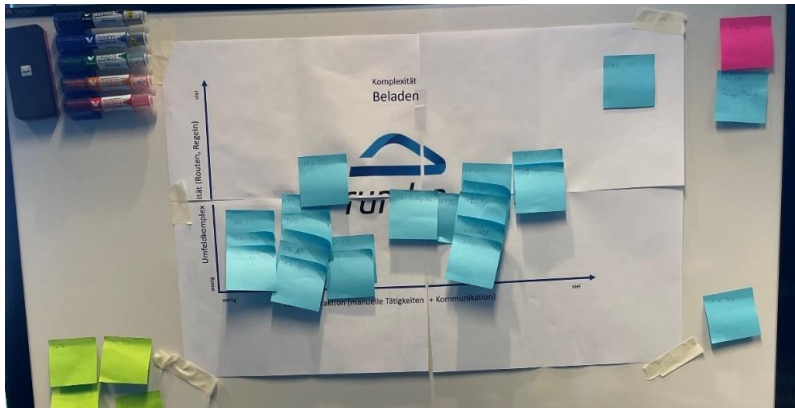


Abbildung 9 Clusterung der Fahrten nach Komplexität am Beispiel des Beladevorgangs

Final wurden die drei Komplexitätscluster in einem Synthesekomplexitätsdiagramm zusammengeführt. Dabei ergaben sich deutliche Cluster im Diagramm und im nächsten Schritt wurde entschieden, welche der beobachteten Fahrten sich gut für die Weiterverfolgung im Projekt eignen würde, um darauf zugeschnittene prototypische Lösungen zu entwickeln.

Konkret ergaben sich drei Cluster, die weiterverfolgt werden können:

- Cluster 1 „Vollautomatisierung möglich“ mit dem Merkmal geringer Komplexität innerhalb und außerhalb des Hubs
- Cluster 2 „Between-Hub-Automatisierung möglich“ mit den Merkmalen einer hohen Komplexität innerhalb des Hubs, aber einer geringen Komplexität außerhalb des Hubs.
- Cluster 3 „In-Hub-Automatisierung möglich“ mit einer geringen Komplexität innerhalb des Hubs und einer hohen Komplexität außerhalb des Hubs.

Im nächsten Abschnitt des Workshops stellte die Vertreterin von MAN die mittels einer Delphibefragung mit Experten durchgeführten Zukunftsszenarien für 2030 vor. Neben Themen wie Fachkräftemangel, zunehmender nachhaltiger Mobilität und zahlreichen weiteren Themen wurde dabei natürlich auch das Thema Automatisierung beleuchtet.

Bei der Mehrheit der Themen waren die Experten einer übereinstimmenden Meinung, bei einigen wenigen Themen wie Vorgabe der Lenkzeiten, der zukünftigen Rolle großer digitaler Player wie Amazon oder zukünftigen Rolle der OEMs, waren die Experten abweichender Meinung.

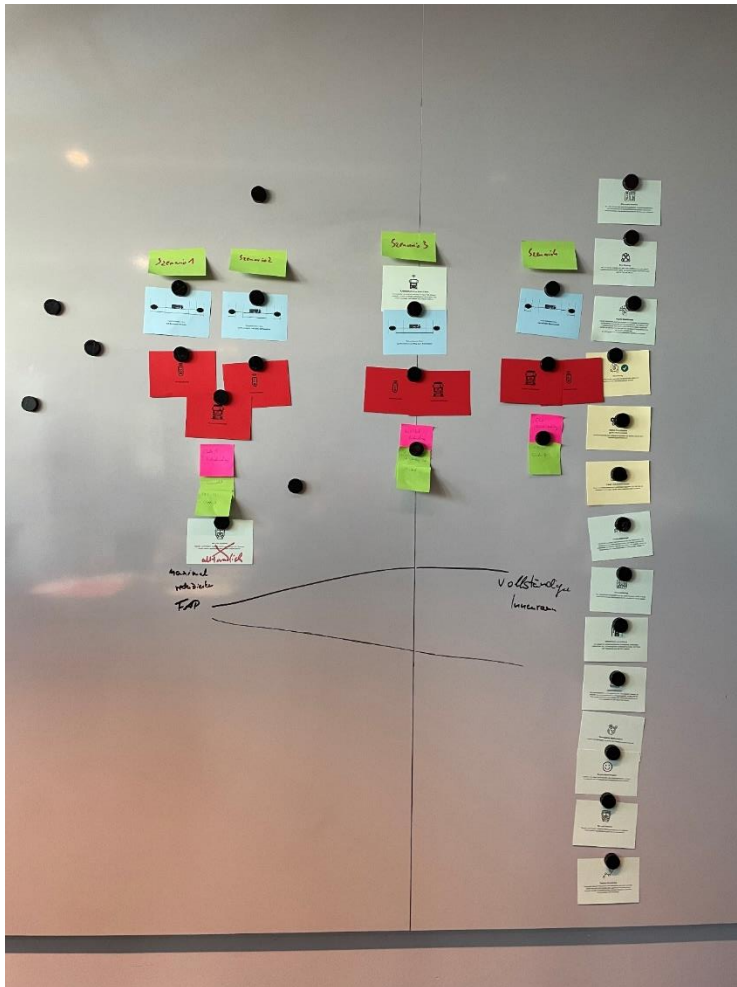


Abbildung 10 Beschreibung der Szenarien und Zuordnung der beobachteten Fahrtbestandteile

Aus diesen Elementen wurden dann im Workshop drei verschiedene Zukunftsszenarien entwickelt, deren Hauptunterschiede in der prognostizierten möglichen Automatisierung innerhalb und außerhalb der Hubs bestand. Diese Zukunftsszenarien wurden anschließend mit den aufgezeichneten Fahrtaktivitäten gematched um herauszufinden, welche der Tätigkeiten bleiben können, welche verändert werden und welche wegfallen müssen.

Im finalen Part des Workshops wurden die beobachteten Nutzerwünsche und Nutzerprobleme einzeln mittels der „How might we“ Methode analysiert, um daraus mögliche Lösungsansätze abzuleiten.

Die Ergebnisse fließen in die im AP2 geplante Prototypen ein.

3.2 AP2 Ergebnisse – AP2 Entwicklung neuer Innenraumkonzepte

3.2.1 UAP2.1 Definition unterschiedlicher, zukünftiger Fahrtaktivitäten und Nutzungsszenarien:

Im Rahmen des Syntheseworkshops wurden zahlreiche Automatisierungsszenarien für LKW entwickelt.

Dabei wurden zwei Szenarien ausgesucht, um weiterverfolgt zu werden. Im ersten Szenario fährt das Fahrzeug theoretisch in allen Operation Design Domains (ODDs) selbstständig, allerdings kann es immer noch zu Automatisierungsabwürfen kommen, die in diesem Fall aber per Fernsteuerung aus einer

Zentrale gelöst werden. In diesem Szenario kann die Fahrerkabine vollständig alternativ genutzt werden, da die Fahraufgabe aus der Kabine entfällt. Bei diesem Design gibt es schon deutliche Überschneidung mit einem möglichen SAE Level 5 System.

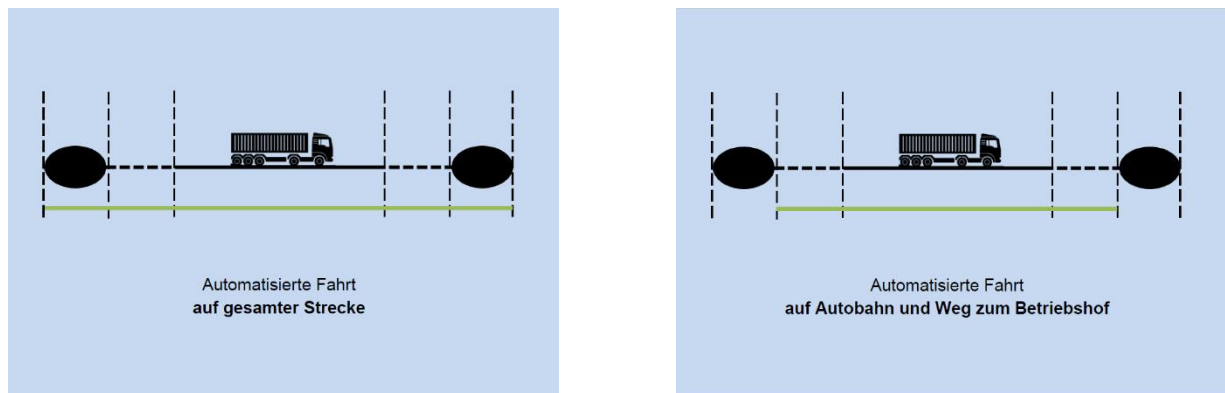


Abbildung 11 Szenarien der Automatisierung

Im zweiten Szenario fährt der LKW zwischen den Hubs vollautomatisiert, allerdings ist dies auf dem Hub nicht möglich, so dass dort ein menschlicher Fahrer in der Kabine diese Aufgabe erledigen muss. In diesem Fall reduziert sich die notwendige Ausstattung der Kabine, da sie nur auf extremen Kurzstreckenverkehr ausgelegt werden muss.

Beide Szenarien wurden Anfang Juni 2022 einer Gruppe von Experten vorgestellt, die aus den Bereichen Logistik, Entwicklung und Kundenanforderungen kamen. Auf diesem Workshop in den Räumlichkeiten von MAN und moderiert von MAN und dem Spiegel Institut gemeinsam wurden dann erste Innenraumkonzeptideen entwickelt. Für das erste Szenario waren dies Kabinen mit Passagierverkehr. Dies umfasst ein Hotelangebot, ein Angebot als fahrendes Büro und zur Beförderung von einzelnen oder mehreren Privatpersonen sowie einer Anwendung als beruflicher Shuttle. Für das zweite Szenario wurde eine Kabine mit minimaler Ausstattung zur reinen Steuerung auf dem Hub entwickelt. Insgesamt entstanden auf diesem Weg sechs unterschiedliche Konzeptideen.

3.2.2 UAP 2.2 und UAP 2.3

Hier hat das Spiegel Institut nur beratend MAN unterstützt die in AP 1 und AP2.1. Anforderungen in den Konzepten designerisch zu verankern.

3.2.3 UAP 2.4 Konzeption eines ganzheitlichen, nutzerzentrierten Anzeige- und Bedienkonzepts

In diesem Arbeitspaket wurden die Anzeige- und Bedienkonzepte für die sechs Szenarien erarbeitet. In den Passagierszenarien lag der Fokus auf Entertainment- und Informationskonzepten sowie der Kommunikation mit dem Betreiber in Notfällen. So stellte die Vorstellung einer einsamen Fahrt im LKW auf langen Strecken für einige im AP5 Befragte eine Barriere dar, wenn es nicht eine Art Notfallknopf gäbe, der entweder einen Nothalt auslösen, oder zumindest eine Kommunikation mit dem Betreiber initiieren könne.

Workshop zur Reduzierung der sechs Paper-Prototypes: Die in Halbjahr 1 erstellen sechs Paper-Prototypes für die Fahrerinnen wurden auf Basis des erhobenen Feedbacks potenzieller Nutzer:innen in einem Workshop mit der MAN Truck & Bus auf drei Konzepte (Hub manuell, Hotel und Bus) reduziert. Ziel war es dabei, mit einem Konzept effizient mehrere Use Cases abzudecken. Weiterer Inhalt des Workshops war die Erstellung eines Arbeitsdokuments, welches die Gestaltungsziele und Inhalte der drei Kabinen für den Designer grob festlegte, zum Beispiel die Anzahl der Sitzmöglichkeiten oder eine grobe Materialauswahl. Die Inhalte des Arbeitsdokuments sind im Halbjahresbericht der MAN Truck & Bus aufgeführt. Die Kabinenkonzepte wurden im Anschluss von der MAN Truck & Bus in 3D visualisiert.



Abbildung 12 Hotelkonzept

3.2.4 UAP2.5- 2.8

Hier hat das Spiegel Institut ebenfalls beratend MAN unterstützt die in AP 1 und AP2.1. Anforderungen in den Konzepten designerisch zu verankern.

3.2.5 UAP 2.9 Entwicklung eines ganzheitlichen Bedienkonzepts auf Basis der vorangegangenen Ergebnisse PKW und LKW

In diesem Arbeitspaket wurden die Ergebnisse aus AP 1.4. in die Konzeptentwicklung miteingebracht. Vor allem bei dem Modell der Fahrerkabine, welche nur im Hubverkehr besetzt sein muss, wurde eine Reduktion der Steuerungsmöglichkeiten auf die Haupt-Navigationsfunktionen mittels eines Tablets und eine minimale Ausstattung über Lenkrad/Joystick und Gas- bzw. Bremse beschlossen. Das Ziel ist es hier, die Kabinenfläche möglichst stark zu verringern, um die Länge des Aufliegers zu maximieren

und dadurch mehr Güter transportieren zu können. Gleichzeitig sollen die Sensoren für L4 immer noch an und in der Kabine Platz finden.

3.2.6 UAP 2.10

Hier hat das Spiegel Institut ebenfalls beratend MAN unterstützt die in AP 1 und AP2.1. Anforderungen in den Konzepten designerisch zu verankern.

3.3 AP5 Ergebnisse – Evaluation der Konzepte bezüglich Fahrsicherheit und User Experience

3.3.1 UAP 5.1 Auswahl und Anpassung von Methoden zur Evaluation

In diesem Arbeitspaket wurde die erste Iteration des Tests der Designprototypen geplant. Zuerst wurden mittels einer Onlinebefragung versucht, die Bedürfnisse von Privat- und Geschäftsreisenden genauer zu untersuchen. Aus dem Pool wurden dann insgesamt 6 Geschäftsreisende und 6 Privatreisende für ein Konzepttest 1. Iteration ausgewählt. Darüber hinaus wurde eine Testmethodik entwickelt, welche die Bedürfnisse der reisenden mit den erarbeiteten Konzepten abglich.

3.3.2 UAP 5.2 – 5.5 und 5.7

In den Unterarbeitspaketen 5.2-5.5 und UAP 5.7 ging es um die iterative Evaluierung der konzeptstände von low- bis high fidelity. In den Studien ging es thematisch gemäß der einzelnen UAP schwerpunktmäßig um folgende Themen: Evaluierung von...

- Innenräumen (5.2)
- Anzeige-Bedienkonzepten (5.3)
- Fahrverhalten als Funktionsrückmeldung und Fahrkomfort (5.4 und 5.5)

Es wurden folgende Studien durchgeführt, die diese Themen umfassten:

- Evaluation Paper Prototypes: Konzepte zum Personentransport (Büro-Extern, Bus-Extern, Hotel-Extern), Juni 2022
- Experteninterviews Konzepte Personentransport (Hotel, Bus), n=6
- VR-Studie Konzepte Personentransport (Hotel, Bus), Juli 2023, n=33
- Planung einer Evaluation mit Terberg-Fahrenden am Demonstrator (Konzept Hub-Transport)

Nach jeder Studie wurden die Ergebnisse zusammengefasst, diskutiert und mit den Anforderungen aus AP1 abgeglichen (UAP 5.7). Die Details zu Methode, Ergebnis und Diskussion können den jeweiligen Studiensteckbriefen (siehe Anhang des partnerübergreifenden Projektabschlussberichts) entnommen werden. Die Kernpunkte der Studien werden im Folgenden zusammenfassend wiedergegeben:

3.3.2.1 Evaluation Paper Prototypes

Im Juni 2022 (07.06. – 17.06. 2022) fanden n=12 qualitative Remote Interviews via Zoom mit privat und geschäftliche Zugreisenden statt. Eine Befragung dauerte circa 60 Minuten. Gegenstand der Evaluation waren die drei bis dahin entwickelten Lkw-Kabinenkonzepte für den MAN-externen Personentransport: „Büro-Extern“, „Bus-Extern“, „Hotel-Extern“. Jede Person wurde zu mindestens zwei Konzepten befragt. Wenn genug Zeit war, um die Personen ebenfalls noch zum dritten Konzept zu befragen, wurden die Ergebnisse gesondert gekennzeichnet und ausgewertet. So sollten mögliche Reihenfolge- oder sonstige Effekte der Befragung zu einem weiteren Konzept sichtbar gemacht werden. Die Reihenfolge der Konzepte wurde zwischen den Studienteilnehmenden permutiert, um Reihenfolgeeffekte auszumitteln. Den befragten privat und geschäftlich Zugreisenden wurde zunächst der Ablauf

des Szenarios einer LKW-Reise in einer Kabine bei automatisierter Fahrt erläutert. Anschließend wurden jeweils mindestens zwei der drei Paper Prototypes anhand von Zeichnungen in einer Power Point Präsentation vorgestellt. Zu jedem Konzept wurden ausführliche Fragen gestellt.

Dabei wurden zahlreiche Ergebnisse generiert, welche in der 2. Iterationsschleife in die Überarbeitung der Konzepte einfließen. Die detaillierten Ergebnisse wurden am 8. RUMBA Treffen am 18./19.7. in Schwäbisch-Gmünd dem Projekt präsentiert.

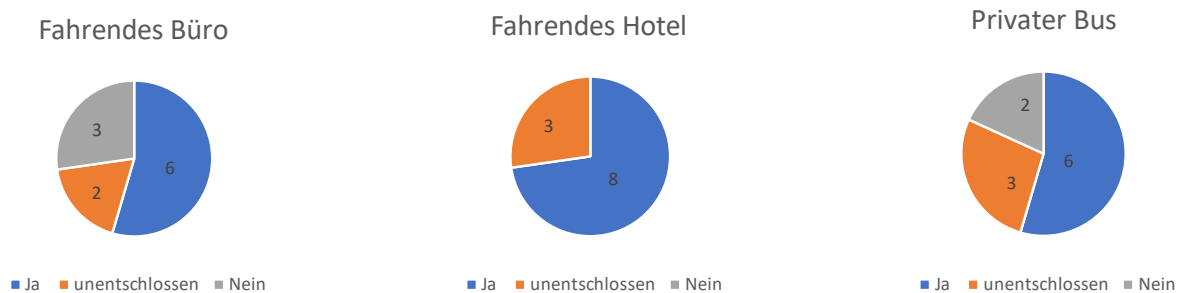


Abbildung 13 Personenanzahl je Antwortkategorie auf die Frage „Ist die Realisierung dieser Kabinen-Nutzung generell für Sie persönlich wünschenswert?“

Die Konzepte wurden im vorgestellten Szenario als gute und komfortable Reisemöglichkeiten bewertet. Besonders das Konzept „Hotel-Extern“ schien vielversprechend zu sein, da die Realisierung des Konzepts von den meisten Personen im Vergleich zu den anderen Konzepten als wünschenswert bewertet wurde, und von keiner Person als nicht wünschenswert, siehe Abbildung 10. Sowohl die Nachhaltigkeit des Reisens als auch die moderne und komfortable Ausgestaltung gefielen den Befragten. Weiterhin wurde die Privatsphäre ohne unbekannte Mitreisende als wesentlicher Vorteil des Reisekonzepts gesehen. Durch das Allein-Sein entstanden jedoch auch Sicherheitsbedenken, beispielsweise bei gesundheitlichen Vorfällen. Ein Notfallknopf könnte hierbei die Sicherheit erhöhen. Es wurden zahlreiche positive Aspekte der einzelnen Konzepte als auch Verbesserungsvorschläge genannt.

3.3.2.2 Experteninterview Paper Prototypes

Für die auf Basis des Nutzerfeedbacks weiterentwickelten Konzepte „Hotel“ und „Bus“ wurde die Einschätzung von Expert:innen eingeholt, inwiefern diese Konzepte wirtschaftlich sein und auf dem Markt bestehen können. Dafür entwickelte das Spiegel Institut ein Interview und stellte sechs Expert:innen aus dem Tourismussegment beide Kabinenkonzepte in einem 60-minütigen Zeitraum vor.

Die von dem Spiegel Institut rekrutierten sechs Expert:innen waren unter anderem Professoren, (ehemalige) Manager von Fluggesellschaften oder Mitarbeiter aus dem Hotel-Marketing. Im Mittel verfügten die Teilnehmer über 23,8 Jahre (SD = 5,2 Jahre) Berufserfahrung im Bereich Tourismus. Das Durchschnittsalter der Stichprobe betrug im Mittel 54 Jahre (SD = 10,36 Jahre). Die Stichprobe bestand ausschließlich aus männlichen Teilnehmern.

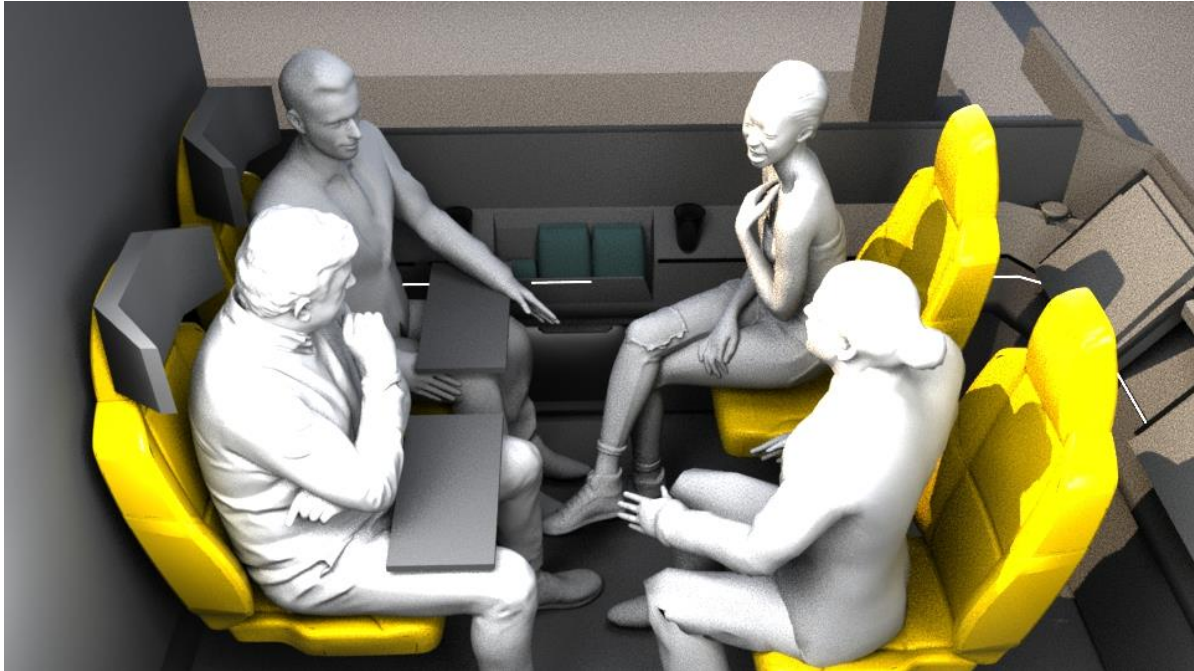
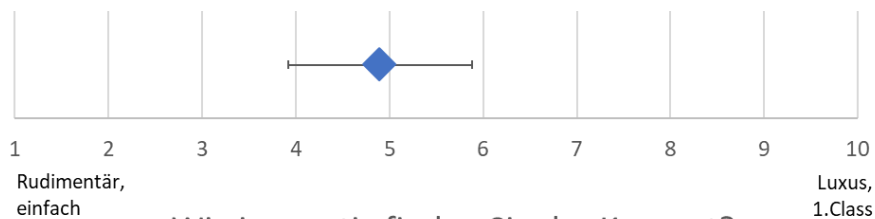


Abbildung 14 Buskonzept

Folgende Fragen wurden in dem Interview beantwortet:

- Welche Chancen ergeben sich durch den Einsatz von automatisierten Lkw-Kabinen?
- Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit der Einsatz von automatisierten Lkw-Kabinen akzeptiert wird und wirtschaftlich rentabel ist?
- Welche Probleme könnten beim Einsatz von automatisierten Lkw-Kabinen auftreten und müssen berücksichtigt werden?
- In welchem Preisbereich sollten Fahrten mit automatisierten Lkw-Kabinen liegen?
- Was sind typische Reiseziele?
- Wer sind typische Zielgruppen?
- Wie wirtschaftlich, sinnvoll und innovativ sind die Konzepte Hotel und Bus jeweils?

In welchem Segment würden Sie das Konzept einordnen?



Wie innovativ finden Sie das Konzept?

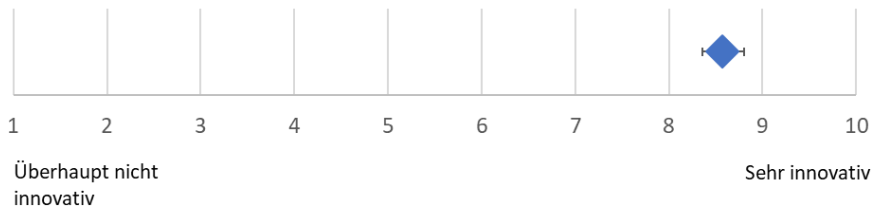


Abbildung 15 Bewertung des Buskonzepts

Der Personentransport in einer Lkw-Kabine wurde tendenziell als Nischenprodukt für Erlebnisfahrten bewertet. Herausforderungen werden in der Wirtschaftlichkeit, dem hohen Verwaltungsaufwand und der letzten Meile zum Logistikzentrum gesehen. Allgemein wurde die Idee für einen automatisierten Personentransport im Lkw als sehr innovativ bewertet. Die Wirtschaftlichkeit der Gruppenkabine wurde aufgrund der höheren Kapazität für Fahrgäste als etwas höher eingeschätzt als die der Einzelkabine. Die detaillierten Ergebnisse werden im Forschungsbericht der MAN Truck & Bus beschrieben.

3.3.2.3 Evaluation VR-Prototypes

Für die weiterentwickelten Konzepte „Hotel“ und „Bus“ wurden in VR-Umgebungen Prototypen gebaut (siehe Abbildung 13 und 14), die im Juli 2023 mit Probanden in den Räumen des Spiegel Instituts München getestet wurden.



Abbildung 16 Buskonzept



Abbildung 17 Hotelkonzept

Die Studie sollte vorrangig eruieren, wie Reisende den Komfort und das Raumgefühl in den Kabinen wahrnehmen und bewerten. Ebenfalls beleuchtet wurden die Themenfelder Fahrsicherheit, Infotainment, positive Aspekte, Verbesserungspotenzial, sowie generelle Bedenken. Zudem sollte die Attraktivität des Szenarios „Reisen mit der LKW-Reisekabine“ sowie die Wertigkeit der Konzepte im Vergleich zu alternativen öffentlichen Verkehrsmitteln untersucht werden. Auch der neuartige Snackautomat und die Dusche waren Themen. Zudem wurde eine Frage zum erwarteten Fahrgefühl gestellt, um sich der Fragestellung aus UAP5.4 und 5.5 im Rahmen eines virtuellen Prototypen bestmöglich anzunähern.

An der Studie nahmen N=33 Personen mit einer soliden Fernreiseerfahrung via Bus, Bahn oder Flugzeug teil. Nach einleitenden Informationen zum Reiseszenario wurden die Proband:innen zu ihrer Meinung hinsichtlich des Szenarios befragt. Im Anschluss konnten sie beide Kabinenkonzepte in VR erkunden. Die Versuchsleitung erfragte die üblichen individuellen Reisetätigkeiten und -bedürfnisse und leitete die Proband:innen durch einen Reiseablauf mit beiden LKW-Reisekabinen („Hotel“ und „Bus“). Zum Abschluss folgte wieder ein face-to-face Interview zum Szenario.

Eine LKW-Reisekabine wurde bereits vor Erleben in VR von fast allen Reisenden als vorteilhaftes Reisemittel in Betracht gezogen, wobei Reisende im Konzept „Bus“ mit Freunden zusammen verreisen mochten, eher ungern mit Fremden. Die Eignung der Kabinen für diverse Reisetätigkeitsbereiche wurde fast ausschließlich neutral bis positiv („Bus“) bzw. überwiegend positiv („Hotel“) gerated. Die Bewertungen zu Aspekten des Raumgefühls lagen überwiegend im positiven Bereich, insbesondere für die Kabine „Hotel“. Beide Kabinen wurden als wünschenswert angesehen, die Kabine Hotel mehr noch als die Kabine Bus. Die qualitativen Aussagen zur Evaluation der Kabinen zeigten viel Positives als auch Potenzial zur Verbesserung der Prototypen auf. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Reise mit einer Reisekabine generell als auch mit den vorgestellten Kabinen von Fernreisenden als attraktiv und wünschenswert angesehen wurde. Die beiden VR-Prototypen ermöglichten detaillierte Einschätzungen durch die Studienteilnehmenden und zeigten auf, was beibehalten oder verbesserte werden sollte.

Die Ergebnisse der VR-Evaluation der LKW-Kabinen-Konzepte für den Personentransport (Konzept „Bus“ und Konzept „Hotel“) sowie deren Implikationen wurden im Q1 2024 auf dem Projekttreffen bei MAN vor Ort präsentiert. Die Ergebnisse flossen direkt in die weitere Iteration der Konzepte ein. Beim Abschlussevent am 24.04.2024 konnten VR-Konzepte gezeigt werden, die bereits anhand der Studienergebnisse erneut durch MAN überarbeitet waren.

3.3.2.4 Planung einer Evaluation am Demonstrator mit Terberg-Fahrenden

In Zusammenarbeit mit MAN wurde eine weitere Erhebung für die Evaluation des Konzepts zum Rangieren auf dem Hub geplant. Das Konzept wurde bereits im Sommer 2023 mit einem aufgebauten modularen Prüfstand mit LKW Fahrer:innen durch MAN evaluiert. Dieser Test sollte im Q1 2024 mit einer kleinen Stichprobe (n=5) in etwas abgeschlankter Form mit Terberg oder Mafi Fahrer:innen wiederholt werden, um zu überprüfen, ob diese Personengruppe durch ihre aktuelle Arbeitserfahrung mit Rangierfahrzeugen auf dem Hub zusätzliche Themen sieht, die es zu beachten gilt. Hier hatte eine Anpassung des Leitfadens der Studie aus Q2/Q3 durch MAN für die neue Zielgruppe bereits stattgefunden. Das Spiegel Institut übernahm die Programmierung des Leitfadens und bereitete alle Erhebungsunterlagen für die Durchführung vor. Dies umfasste neben dem Leitfaden eine Geheimhaltungserklärung, Teilnahmeerklärung der Probanden, Datenschutzerklärung, Übereinkunft zwischen MAN und Spiegel Institut für den Austausch von Daten nach DSGVO sowie einen Slotplan für die Interviews.

Die Interviews sollten in Absprache zwischen MAN und Terberg mit Terberg-Fahrer:innen erfolgen, die statt ihres üblichen Arbeitspensums in ihrer Arbeitszeit an den Interviews teilnehmen dürfen. Kurz vor der geplanten Erhebungsphase meldete Terberg eine Überlastsituation sowie Krankheitswelle unter den Arbeitenden. Die Interviews mussten auf unbestimmte Zeit verschoben werden. Als nach einigen Nachfragen immer noch keine Erhebungen möglich waren, beschlossen MAN und das Spiegel Institut gemeinsam, dass der Mehrwert der Ergebnisse der sehr kleinen Stichprobe (n=5) keine Verzögerungen im Zeitplan rechtfertigte. Nach Durchsicht der bereits bestehenden Ergebnisse verzichteten wir auf die Erhebung und konzentrierten uns auf die Konsolidierung und Zusammenstellung der Gesamtergebnisse für das Abschlussevent, die Ergebnisdokumentation und -verbreitung.

3.4 AP7 Ergebnisse – Projektmanagement

Im Rahmen des UAP 7.2 erfolgt die Öffentlichkeitsarbeit und die Verbreitung der Projektergebnisse für das Forschungsvorhaben RUMBA. Als Schwerpunkt des Arbeitspakets wurde in diesem Halbjahr gemeinsam mit dem Konsortium das Abschlussevent (24.4.2024) organisiert. Das Spiegel Institut erstellte gemeinsam mit dem Projektpartner MAN One-Pager für eine interaktive Präsentation, die im Foyer des Abschlussevents an einem großen Bildschirm per Touch von allen Besuchern durchgesehen werden konnte. MAN und das Spiegel Institut betreuten während des Events einen gemeinsamen Stand. Hierfür erstellten wir gemeinsam Poster zur Veranschaulichung der Ergebnisse der gesamten Projektlaufzeit. MAN und das Spiegel Institut präsentierten die Ergebnisse zudem während eines 20-minütigen Vortrags auf dem Event. Alle Partner bereiteten zudem inhaltlich die Erstellung eines Kurzfilms zum Abschlussevent vor.

4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Projekt wurden Methoden zur Erfassung und Auswertung von Nutzerbedürfnissen sowie der Messbarmachung von Usability- und Akzeptanzaspekten weiterentwickelt. Darunter hervorzuheben ist das methodische Repertoire zur Komfortmessung sowohl für Fahrende als auch für Passagiere im fahrerlosen Fahren. Dies können wir in weiteren Studien in unserem beruflichen Alltag einsetzen.

Ein weiterer Schwerpunkt in der Entwicklung von Messmethoden zur Erfassung von Nutzerbedürfnissen war im Projekt RUMBA die Entwicklung der Erhebungsass MobE zur mobilen Ethnografie. Diese App wurde im Projekt RUMBA eingesetzt. Weiterhin wurde sie bereits im Rahmen einer Masterarbeit wiederholt eingesetzt und weiter bewertet. Sie steht für weitere technische Updates und Untersuchungen wirtschaftlich zur Verfügung. Das Ergebnis des Entwicklungsprozesses ist ein neuartiges Erhebungsinstrument, das im Themenfeld mobiler Selbstethnografie speziell auf die Durchführung einer Nutzungskontextanalyse ausgerichtet ist. Das entwickelte Set an Funktionen ist zudem auch für andere Anwendungsfälle, z.B. als Tagebuchinstrument, für interaktive Befragungen, für quantitativ ausgerichtete Befragung oder kurze Foto- und Videodokumentationen vielfältig wirtschaftlich einsetzbar.

Sämtliche neuen methodische Erkenntnisse werten wir regelmäßig aus und überführ(t)en sie in den wirtschaftlichen Projektalltag sowie in wissenschaftliche Aktivitäten der Spiegel Institut Bildungsakademie (CPUX-F und CPUX-UR), die wir ebenfalls durch den Verkauf von Seminaren und Training wirtschaftlich nutzen. Ebenfalls tausch(t)en wir uns im Spiegel Institut in einem wöchentlichen „Research-Meeting“ regelmäßig über neue Methoden aus, sodass diese allen Forschenden im Spiegel Institut zur Verfügung stehen. Hierdurch erfolgt(e), wo sinnvoll, auch ein Übertrag in andere Bereiche, in denen das Spiegel Institut entwicklungsbegleitend tätig ist, wie z.B. Medizintechnik und Maschinen- und Anlagenbedienung.

5 Fortschritt auf dem Gebiet bei anderen Stellen

Neben dem fachlichen Austausch mit den anderen Verbundpartnern wurde auch der Fortschritt von Wissenschaft und Technik außerhalb von RUMBA während der Projektlaufzeit kontinuierlich beobachtet und analysiert. Ein Übertrag erfolgte während der Projektlaufzeit in die jeweiligen inhaltlichen Aktivitäten. Weiterhin erfolgte die Teilnahme an folgender internationaler Konferenz:

- HCI INTERNATIONAL 2023 in Kopenhagen

6 Erfolgte oder geplante Ergebnisverbreitung

Im Projekt RUMBA wurde folgender Konferenzbeitrag durch das Spiegel Institut erstellt, eingereicht und angenommen:

- Haentjes, J., Klein, A., Manz, V., Gegg, J., Ehrlich, S. (2023). MobE – A New Approach to Mobile Ethnography. In: Kurosu, M., Hashizume, A. (eds) Human-Computer Interaction. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14011. Springer, Cham.

Zudem enthält die Internetpräsenz des Projekts eine weitere Sammlung von Projekthinhalten, die z.T. unter Beteiligung des Spiegel Institut für RUMBA entstanden sind. Besonders zu erwähnen sind die Präsentationen und Poster der Halbzeit- und der Abschlussveranstaltung des Projekts in Renningen:

- **RUMBA Halbzeitpräsentation, Renningen**
Präsentationen und Poster
<https://projekt-rumba.de/halbzeitveranstaltung-2022/>
- **RUMBA Abschlusspräsentation, Renningen**
Präsentationen und Poster
<https://projekt-rumba.de/abschlussevent-2/>
- **Interaktive Ergebnispräsentation aller Projektpartner zum Projektabschluss**
<https://cloud.protopie.io/p/9afd565001bf134523f33ebc?ui=false&scaleToFit=true&enableHotspotHints=false&cursorType=touch&mockup=false&bgColor=%23000000&bgImage=undefined&playSpeed=1>

7 Wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die nachfolgend aufgeführten Positionen stellen die wichtigsten unmittelbaren Vorhabenkosten für das Förderprojekt RUMBA laut zahlenmäßigen Nachweises der Spiegel Institut Mannheim GmbH dar:

- Der größte Posten waren die Personalkosten für die Bearbeitung der Aufgaben in AP1, AP2, AP5 und AP7.
- Der zweitgrößte Posten betrifft FE-Fremdleistungen zur Unterbeauftragungen von Rekrutierungsdienstleistern für die Rekrutierung von Probanden für mehrere Nutzerstudien aus AP1 und AP5.

- Der dritte Kostenblock sind die sonstige unmittelbare Vorhabenskosten laut Planung
- Einen weiteren Kostenblock stellen die bereits vor Projektstart eingeplanten Reise- und Übernachtungskosten zur Wahrnehmung von Projekttreffen im Projekt RUMBA statt.
 - Übernachtungen in Hotels sowie Reisekosten (Zug, Auto) im Inland
 - Eine Reise und Übernachtungen für zwei Personen zur HCI INTERNATIONAL in Kopenhagen zur Vorstellung des erstellten Konferenzbeitrags und Networking auf der Konferenz.
- Der letzte Kostenblock entsteht durch Materialkosten für die Durchführung der Studien und die Entwicklung der mobE App. Beispielsweise mussten Samsung S21 Smartphones angeschafft werden.

Die Ausgabenplanung wurde größtenteils eingehalten, größere Abweichungen sind im zahlenmäßigen Verwendungsnachweis dargestellt.

8 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das Themenfeld "Automatisiertes Fahren" und insbesondere dessen Umsetzung in marktfähigen Produkten birgt in allen Teilaspekten erhebliche technisch-/wissenschaftliche wie auch wirtschaftliche Risiken. Diese Randbedingungen machen es selbst für große Automobilzulieferer schwer, grenzenlos in die Erforschung neuer innovativer Fahrerassistenzsysteme zu investieren. Die öffentliche Zuwendung ist notwendig, da das Konsortium das hohe Projektrisiko nicht aus eigener Kraft tragen kann. Zudem könnte ein KMU wie das Spiegel Institut ohne Förderung keinen Forschungsbeitrag leisten - unter anderem auch deshalb, da die Ergebnisse der Forschungsarbeit hauptsächlich in Produkte einfließen, die von Forschungspartnern in Zukunft verkauft werden können, nicht jedoch durch das Spiegel Institut. Die Aufgaben des Projekts wären ohne staatliche Förderung in der vorgeschlagenen Form nicht oder nur deutlich verzögert in Angriff genommen werden. Die angestrebten Ergebnisse besitzen zwar hohen technologischen Wert, das Projekt wäre aber unter Wahrung unternehmerischer Vorsicht aufgrund des hohen Risikos nicht in diesem Umfang durchführbar gewesen. Die Gewährung von Fördermitteln ermöglicht somit eine deutlich frühere Erzielung der angestrebten Projektergebnisse.

Die im Rahmen von RUMBA durch die Spiegel Institut Mannheim GmbH geleisteten Arbeiten waren sowohl notwendig als auch angemessen, da sie der Planung nach Vorhabenbeschreibung entsprachen und zur Erfüllung der gesetzten Ziele notwendig waren. Der Erfolg des Vorhabens wurde weiterhin in der Abschlusspräsentation, zahlreichen Demonstrationen und Publikationen belegt. Der durch die Förderung ermöglichte Austausch, z.B. zum komfortablen automatisierten Fahren, Maßnahmen gegen Reiseübelkeit oder Innenraumkonzepten hätte sonst so nicht stattfinden können.

9 Literaturverzeichnis

Als Grundlage für die Forschungsarbeiten im Projekt RUMBA verwendete das Spiegel Institut insbesondere folgende Quellen (siehe analog auch One-Pager und Steckbriefe im Anhang des partnerübergreifenden Abschlussberichts):

<https://www.autobild.de/artikel/mercedes-future-truck-2025-fahrbericht-5338717.html>

<https://automototale.com/news-features/watch-vaughn-gittin-jr-remotely-drift-a-lincoln-mkz-using-smartphone-vr-technology/>

Aarts, L., & Feddes, G. (2016). European truck platooning challenge. In Proceedings of the HVTT14: International Symposium on Heavy Vehicle Transport Technology, Rotorua, New Zealand (pp. 15-18).

Berger, R. (2018). Shifting up a gear. Automation, electrification and digitalization in the trucking industry.

Berger, R. (2018). Trends in the truck & trailer market.

Bengler, K., Götze, M., Pfannmüller, L., & Zaindl, A. (2015). To See or not to See-Innovative Display Technologies as Enablers for Ergonomic Cockpit Concepts. Ergonomic Requirements, Future Mobility, Future Functionality. In Proceedings of the electronic displays Conference.

Bez, C., Bosler, M., & Burr, W. (2019). Digitale Connected-Truck-Services: Geschäftsmodelle für vernetzte Lkw. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 56(3), 557-573.

Bhoopalam, A. K., Agatz, N., & Zuidwijk, R. (2018). Planning of truck platoons: A literature review and directions for future research. Transportation Research Part B: Methodological, 107, 212-228.

Bosio, B., Rainer, K., & Stickdorn, M. (2017). Customer experience research with mobile ethnography: A case study of the Alpine destination Serfaus-Fiss-Ladis. In Qualitative consumer research. Emerald Publishing Limited.

<https://www.continental.com/de/produkte-und-innovationen/innovationen/automatisiertesfahren/innenraumdesign-147482>

Creswell, J. W. (2007). Qualitative inquiry and research design (2nd ed.). Sage Publications.

Dawes, J. (2008). Do Data Characteristics Change According to the Number of Scale Points Used? An Experiment Using 5-Point, 7-Point and 10-Point Scales. International Journal of Market Research, 50(1), 61-104.

Ellinghaus, D., & Steinbrecher, J. (2002). Lkw im Straßenverkehr-Eine Untersuchung über die Beziehungen zwischen Lkw-und Pkw-Fahrern. Uniroyal Verkehrsuntersuchung, 48(27).

Fank, J., Richardson, N. T., & Diermeyer, F. (2019). Anthropomorphising driver-truck interaction: a study on the current state of research and the introduction of two innovative concepts. Journal on Multimodal User Interfaces, 13(2), 99-117.

Geis, T., Polkehn, K., Molich, R., & Kluge, O. (2016). CPUX-UR Curriculum. Certified Professional for Usability and User Experience – User Requirements and Usability Goals (CPUX-UR). 1st ed. Heidelberg: dpunkt.verlag. Haentjes, J., Klein, A., Manz, V., Gegg, J., Ehrlich, S. (2023). MobE – A New Approach to Mobile Ethnography. In: Kurosu, M., Hashizume, A. (eds) Human-Computer Interaction. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14011. Springer, Cham.

Guan, J., Hsiao, H., Bradtmiller, B., Kau, T. Y., Reed, M. R., Jahns, S. K., ... & Piamonte, D. P. T. (2012). US truck driver anthropometric study and multivariate anthropometric models for cab designs. Human factors, 54(5), 849-871.

- Haentjes, J., Klein, A., Manz, V., Gegg, J., Ehrlich, S. (2023). MobE – A New Approach to Mobile Ethnography. In: Kurosu, M., Hashizume, A. (eds) Human-Computer Interaction. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science, vol 14011. Springer, Cham.
- Hassenzahl, M., Burmester, M., Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In: Szwillus, G., Ziegler, J. (eds) Mensch & Computer 2003. Berichte des German Chapter of the ACM, vol 57. Vieweg+Teubner Verlag.
- <https://www.hiab.com/de/digitale-losungen/hivision/hivision-fur-forstkrane>
- Hill, C. E., Thompson, B. J., & Williams, E. N. (1997). A guide to conducting consensual qualitative research. *The Counseling Psychologist*, 25(4), 517-572.
- Hjälmdahl, M., Krupenia, S., & Thorslund, B. (2017). Driver behaviour and driver experience of partial and fully automated truck platooning—a simulator study. *European transport research review*, 9(1), 8.
- Hock, P., Benedikter, S., Gugenheimer, J., & Rukzio, E. (2017). Carvr: Enabling in-car virtual reality entertainment. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 4034-4044).
- International Organization for Standardization. (2019). ISO 9241-210:2019 Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems.
- Irmscher, M., Butz, T., Pinnel, A., & Benthake, K. (2005). Model Based Investigation of Truck Driving Behavior. *SAE Transactions*, 114, 82–89.
- Koschel, K. V. (2018). Mobile Ethnographie in der qualitativen Markt- und Konsumforschung. In *Mobile Research* (pp. 131-144). Springer Gabler, Wiesbaden.
- McGill, M., Ng, A., & Brewster, S. (2017). I am the passenger: how visual motion cues can influence sickness for in-car VR. In *Proceedings of the 2017 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 5655-5668).
- <https://www.mercedes-benz.com/de/design/fahrzeuge/design-der-zukunft-der-future-truck-2025/>
- <https://www.mercedes-benz.com/de/fahrzeuge/lkw/mercedes-benz-eactros-nachhaltigvoll-elektrisch-und-leise/>
- Mersch, D. (2015). Kenntnis und Akzeptanz von Maßnahmen zur Gesundheitsförderung und medizinischen Unterwegsversorgung von Berufskraftfahrern im Güterkraftverkehr-Eine Fragebogenuntersuchung.
- Michel, B. (2014). Ergonomische Analyse der Fahrerumgebung im Fernverkehrs-Lkw.
- <https://www.mobile.de/magazin/artikel/car-to-x-kommunikation-technologie-33166>
- Muskat, B., Muskat, M., & Zehrer, A. (2018). Qualitative interpretive mobile ethnography. *Anatolia*, 29(1), 98-107.
- Nacke, L. E., & Deterding, S. (2017). The maturing of gamification research. *Computers in Human Behavior*, 71, 450-454.
- Navarro-Castellanos, O. P. (2015). The art of coding and thematic exploration in qualitative research. *The Qualitative Report*, 15(1), 1-21.
- <https://nikolamotor.com/two>
- Ng-Thow-Hing, V., Bark, K., Beckwith, L., Tran, C., Bhandari, R., & Sridhar, S. (2013). User-centered perspectives for automotive augmented reality. In *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (pp. 13-22).

- Nolle, T. (2006). Mobile Berufe—eine Untersuchung der Arbeitsbedingungen und der Ernährung im Hinblick auf die Gesundheit (Doctoral dissertation).
- Paredes, P. E., Balters, S., Qian, K., Murnane, E. L., Ordóñez, F., Ju, W., & Landay, J. A. (2018). Driving with the fishes: Towards calming and mindful virtual reality experiences for the car. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 2(4), 1-21.
- Plavšić, M., Duschl, M., Tönnis, M., Bubb, H., & Klinker, G. (2009). Ergonomic design and evaluation of augmented reality based cautionary warnings for driving assistance in urban environments. *Proceedings of Intl. Ergonomics Assoc.*
- Rapp, A., Hopfgartner, F., Hamari, J., Linehan, C., & Cena, F. (2019). Strengthening gamification studies: Current trends and future opportunities of gamification research. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 1-6.
- Robinson, M. A. (2018). Using multi-item psychometric scales for research and practice in human resource management. *Human resource management*, 57(3), 739-750.
- Sauerbrey, J. (2001). MAN Abbiegeassistent: Ein System zur Unfallvermeidung beim Rechtsabbiegen von LKW (Tech. Rep.). MAN Nutzfahrzeuge AG; München.
- Schiller, T., Maier, M., & Büchle, M. (2017). Global Truck Study 2016: LKW Märkte im Umbruch: Die Digitalisierung stoppt bis 2026 das Wachstum. Deloitte Global, UK.
- Schrepp, M. (2015). User experience questionnaire handbook. All you need to know to apply the UEQ successfully in your project, 50-52.
- Sitompul, T. A., & Wallmyr, M. (2019). Using augmented reality to improve productivity and safety for heavy machinery operators: State of the art. In *The 17th International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry* (pp. 1-9).
- <https://www.tesla.com/semi>
- <https://www.volvotrucks.de/de-de/news/magazine-online/2020/aug/transport-improvements-fhcab.html>
- Van der Laan, J.D., Heino, A., & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research - Part C: Emerging Technologies*, 5, 1-10.
- <https://www.verkehrsrundschau.de/nachrichten/hiab-verbessert-sein-virtual-reality-system-fuerladerkrane-2591594.htm>
- Yang, D., Kuijpers, A., Dane, G., & van der Sande, T. (2019). Impacts of large-scale truck platooning on Dutch highways. *Transportation research procedia*, 37, 425-432.
- Zimmermann, M., Bauer, S., Lütteken, N., Rothkirch, I. M., & Bengler, K. J. (2014). Acting together by mutual control: Evaluation of a multimodal interaction concept for cooperative driving. In *2014 international conference on collaboration technologies and systems (CTS)* (pp. 227-235). IEEE.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel RUMBA – Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen (Schlussbericht Spiegel Institut Mannheim GmbH)		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Manz, Viola	5. Abschlussdatum des Vorhabens Juni 2024	
	6. Veröffentlichungsdatum 18.12.2024	
	7. Form der Publikation Dokument	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Spiegel Institut Mannheim GmbH Mies-van-der-Rohe-Str.6 80807 München	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen 19A120007A	
	11. Seitenzahl 43	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 53107 Bonn	13. Literaturangaben 51	
	14. Tabellen 0	
	15. Abbildungen 14	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Projekträger Mobilität und Verkehrstechnologien, Am Grauen Stein, 51105 Köln 18.12.2024		
18. Kurzfassung Der vorliegende Schlussbericht zum Projekt RUMBA ("Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen") gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), fasst den Beitrag der Spiegel Institut Mannheim GmbH zusammen. Das Projekt RUMBA zielte auf eine Verbesserung der User und Customer Experience durch die Gestaltung innovativer Innenraumkonzepte mit einem abgestimmtem Fahrverhalten ab. Entlang der sieben Handlungssträngen Anzeige- und Bedienkonzept für SAE L4, Alternative Fahrzeugführung, Innenraum- und Interaktionskonzepte, komfortables automatisiertes Fahren, Reduktion von Motion Sickness, Schlafen und Nutzerzustandserkennung forschte das Konsortium an Lösungen für den Pkw und Lkw Bereich. Das Projekt RUMBA war in sieben Arbeitspakete gegliedert, die in enger Zusammenarbeit der Verbundpartner aus Industrie, akademischer Forschung und KMUs bearbeitet wurden. Die Arbeitspakete orientierten sich hierbei an dem nutzerzentrierten Entwicklungsprozess, welcher im Projekt konsequent verfolgt wurde. In einem iterativen Vorgehen wurden die unterschiedlichen Konzeptreifegrade in empirischen Studien evaluiert. Dieser Bericht beschreibt die von der Spiegel Institut Mannheim GmbH in AP1, AP2, AP5 und AP7 geleisteten Beiträge zur Bewältigung der Herausforderungen in RUMBA und ergänzt den RUMBA-Gesamtbericht der Verbundpartner.		
19. Schlagwörter Menschzentrierte Entwicklung, Nutzeranforderungen, Evaluation Innenraum, Komfortbewertung		
20. Verlag	21. Preis	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication)
3. title RUMBA - Achieving a positive user experience through user-friendly design of the vehicle interior for automated driving functions (Final report Spiegel Institut Mannheim GmbH)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Manz, Viola	5. end of project June 2024
	6. publication date 18.12.2024
	7. form of publication Documentation
8. performing organization(s) (name, address) Spiegel Institut Mannheim GmbH Mies-van-der-Rohe-Str.6 80807 München	9. originator's report no.
	10. reference no. 19A120007A
	11. no. of pages 43
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 53107 Bonn	13. no. of references 51
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 14
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) Projekträger Mobilität und Verkehrstechnologien, Am Grauen Stein, 51105 Köln 18.12.2024	
18. abstract <p>In this final report for the project RUMBA (Achieving a positive user experience through user-friendly design of the vehicle interior for automated driving functions), funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), the contribution of Spiegel Institut Mannheim GmbH is briefly summarized. The RUMBA project aimed to improve the user and customer experience by designing innovative interior concepts with coordinated driving behavior. The consortium researched solutions for passenger cars and trucks along seven lines of action: display and operating concept for SAE L4, alternative vehicle guidance, interior and interaction concepts, comfortable automated driving, mitigation of motion sickness, sleeping and user state recognition.</p> <p>The project was structured in seven work packages, which were processed in close collaboration with partners from industry, universities, academic research and small medium-sized companies. The work packages were based on the user centered development process, which was consistently adhered to in this project. Hence, the concepts in different fidelity levels were developed and evaluated in an iterative process. In this report, the main contributions of Spiegel Institut Mannheim GmbH are briefly presented.</p>	
19. keywords	
20. publisher	21. price