

Philosophische Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

„Master of Science (M.Sc.)“

Bedarfsgesteuerter ÖPNV mit fahrerlosen Shuttles:
Nutzeranforderungen an die Gestaltung von Shuttle-Angeboten mit flexiblen Haltepunkten
am Beispiel des Projektes „Reallabor Digitale Mobilität Hamburg (RealLabHH)“

vorgelegt von

Andreas Zuck

Beuelsweg 3

50733 Köln

3184228

Psychologie

Erstgutachter: Prof. Dr. Ulrich Ettinger

Zweitgutachterin: Dr. Annika Dreßler

Zusammenfassung

Das derzeitige Verkehrssystem ist unter anderem aufgrund hoher Emissionen nicht nachhaltig und erfordert eine Umgestaltung in Form einer Verkehrswende. Ein wichtiger Bestandteil dieser Umgestaltung ist die stärkere Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs. Dieser ist momentan jedoch aufgrund von niedriger Flexibilität und Verfügbarkeit vor allem in suburbanen und ländlichen Gegenden ungenügend. Ein bedarfsgesteuerter und geteilt genutzter Shuttle-Service mit autonomen Fahrzeugen könnte eine Möglichkeit darstellen, diese Defizite zu adressieren und die Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs zu erhöhen. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, welche Nutzeranforderungen an einen solchen Shuttle-Service bestehen. Die Ergebnisse unterstützen die nutzerorientierte Gestaltung des Service und schaffen somit die Grundlage für die Nutzerakzeptanz und die tatsächliche Nutzung.

Um ein breites Spektrum von Nutzeranforderungen zu erfassen, wurden drei qualitative Workshops durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Workshops wurden anschließend Forschungsfragen abgeleitet, die im Rahmen einer quantitativen, empirischen Fragebogenstudie weiter untersucht wurden. Der Hauptfokus der Studie lag auf der Frage, welche Faktoren des Shuttle-Service bestimmen, ob sich potentielle Nutzer¹ für oder gegen eine Fahrt mit dem Service entscheiden. Außerdem wurde untersucht, welcher Informationsbedarf aus Nutzersicht besteht und wie die Identifikation der flexiblen Haltepunkte des Service gestaltet werden sollte.

Die Untersuchung durch eine Conjoint-Analyse ergab, dass die Servicefaktoren Fahrpreis, Fahrtdauer, verfügbare Informationen, Weglänge zum Haltepunkt, Methode der Navigation zum Haltepunkt und Methode der Identifikation des Haltepunktes einen signifikanten Einfluss auf die Fahrtentscheidung der Nutzer haben. Es zeigte sich außerdem, dass Alter, Geschlecht und Mobilitätsverhalten der potentiellen Nutzer sowie das Szenario, in dem die Shuttlefahrt stattfindet, einen Einfluss auf die Fahrtentscheidung und die Priorisierung der genannten Faktoren des Service haben. Weiterhin wurde gezeigt, dass die Nutzer sich unter anderem Informationen zu Ankunftszeit, Abfahrtszeit, Fahrtdauer, Fahrpreis und Weglänge zum Haltepunkt wünschen und dass sie die Nutzung einer interaktiven Karte und die physische Markierung der potentiellen Haltepunkte als Hilfsmittel zur Identifikation der flexiblen Haltepunkte präferieren.

¹In der vorliegenden Studie wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) wird verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Abstract

The current traffic system is unsustainable partly due to high emissions and requires a restructuring. An important part of this restructuring is the increased usage of public transportation. At present, however, public transportation is insufficient due to low flexibility and availability, especially in suburban and rural areas. An on-demand and shared shuttle service with autonomous vehicles could provide an opportunity to address these issues and thus increase the usage of public transportation. This study explores the user requirements for such shuttle service. The results support the user-centric design of the service and thus lay the foundation for its user acceptance and actual use.

To capture a broad range of user requirements, three qualitative workshops were conducted. Subsequently, research questions were derived from the results of the workshops to further investigate them in a quantitative, empirical questionnaire study. The main focus of the present study was on the question of which factors of the shuttle service determine whether potential users decide for or against a ride with the service. In addition, the users' information requirements were investigated and the way in which the identification of the service's flexible shuttle stops should be designed.

Using conjoint analysis, it was shown that the service factors ride fare, ride duration, available information, distance to the shuttle stop, method of navigating to the stop and method of identifying the stop have a significant impact on the users' decision to ride. It was also revealed that the age, gender and mobility behavior of potential users, as well as the scenario in which the shuttle ride takes places, have an influence on the trip decision and the prioritization of these different factors of the service. Furthermore, it was shown that users desire information regarding arrival time, departure time, ride duration, ride fare and distance to the shuttle stop and that they prefer the use of an interactive map and physical markings of potential stops as tools to identify the flexible shuttle stops.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis	8
1 Einleitung	9
1.1 Verkehrsmittelwahl: Aktueller Status und Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit	9
1.2 Vor- und Nachteile des momentanen öffentlichen Personennahverkehrs.....	10
1.3 Bedarfsgesteuerter, geteilter ÖPNV mit autonomen Shuttles: ein Konzept zum nutzerorientierten Ausbau des öffentlichen Verkehrs	11
2 Theorie.....	13
2.1 Theoretischer Rahmen: Modelle der Nutzerakzeptanz.....	13
2.2 Aktueller Forschungsstand zu Nutzeranforderungen an ÖPNV-Angebote.....	15
2.3 Vorläufige Fragestellungen für die Vorstudie	19
3 Vorstudie mit qualitativen Workshops.....	21
3.1 Methode der Workshops.....	21
3.2 Auswertung der Workshops	22
3.3 Erarbeitung der Fragestellungen für die quantitative Fragebogenstudie.....	25
3.3.1 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung	25
3.3.2 Informationsbedarf der Nutzer	27
3.3.3 Identifikation der Haltepunkte	28
4 Methode der Fragebogenstudie	30
4.1 Vorbereitung der Conjoint-Analyse und der Online-Befragung	30
4.2 Aufbau des Fragebogens.....	31
4.2.1 Demografische Daten.....	31
4.2.2 Beschreibung des bedarfsgesteuerten, autonomen Shuttle-Service.....	31
4.2.3 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung	32
4.2.4 Informationsbedarf der Nutzer	36
4.2.5 Identifikation der Haltepunkte	37
4.3 Rekrutierung der Teilnehmer und Datenerhebung	39

4.4 Statistische Auswertung.....	39
5 Ergebnisse der Fragebogenstudie.....	40
5.1 Ausschlusskriterien für die Analyse.....	40
5.2 Beschreibung der Stichprobe.....	40
5.3 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung.....	45
5.4 Informationsbedarf der Nutzer.....	52
5.5 Identifikation der Haltepunkte.....	55
5.6 Weitere Analysen.....	57
6 Diskussion.....	61
6.1 Zentrale Befunde.....	61
6.1.1 Untersuchte Fragestellungen.....	61
6.1.2 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung.....	62
6.1.3 Informationsbedarf der Nutzer.....	63
6.1.4 Identifikation der Haltepunkte.....	64
6.2 Integration der Befunde in die Literatur.....	65
6.2.1 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung.....	65
6.2.2 Informationsbedarf der Nutzer.....	69
6.2.3 Identifikation der Haltepunkte.....	69
6.3 Limitationen.....	70
6.3.1 Repräsentativität der Stichprobe.....	70
6.3.2 Weitere Limitationen.....	71
6.4 Weitere Untersuchungen.....	72
6.5 Fazit.....	74
Literaturverzeichnis.....	77
Anhang.....	88
Anhang A Post-Hoc-Tests.....	88
Anhang B <i>t</i> -Tests für unabhängige Stichproben mit Welch-Korrektur.....	91

Anhang C Fragebogen der quantitativen Studie	93
Anhang D Übersicht aller Beiträge aus den qualitativen Workshops	111
Anhang E Eigenständigkeitserklärung	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Studienüberblick zu Nutzeranforderungen an ÖPNV mit festen Haltestellen	16
Tabelle 2 Übersicht der Anforderungskategorien und Anforderungen aus den Workshops .	23
Tabelle 3 Untersuchte Faktoren der Conjoint-Analyse und ihre Ausprägungen	35
Tabelle 4 Potentiell während der Buchung verfügbare Informationen	37
Tabelle 5 Potentielle Methoden zur Identifikation der Haltepunkte	38
Tabelle 6 Berufliche Ausbildungsabschlüsse der Teilnehmer	41
Tabelle 7 Höchste allgemeinbildende Schulabschlüsse der Teilnehmer.....	42
Tabelle 8 Übersicht der mindestens wöchentlichen Nutzer pro Verkehrsmittel.....	43
Tabelle 9 Übersicht über das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer	44
Tabelle 10 Übersicht über die multimodalen Teilnehmer.....	44
Tabelle 11 In der Conjoint-Analyse untersuchte Interaktionseffekte	46
Tabelle 12 Haupteffekte der Ausprägungen der Faktoren der Servicegestaltung in der bedingten logistischen Regression	47
Tabelle 13 Relative Wichtigkeiten der Faktoren der Servicegestaltung bei der Entstehung der Fahrtentscheidung	49
Tabelle 14 Interaktionseffekte von Faktoren der Servicegestaltung mit den Merkmalen der potentiellen Nutzer und des Kontextes in der bedingten logistischen Regression.....	50
Tabelle 15 Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informationen.....	53
Tabelle 16 Nützlichkeit der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation.....	55
Tabelle 17 Signifikante Ergebnisse der <i>t</i> -Tests zur Untersuchung der Altersgruppen	58
Tabelle 18 Signifikante Ergebnisse der <i>t</i> -Tests zur Untersuchung der Geschlechter	59
Tabelle 19 Vergleich der gefundenen relativen Wichtigkeiten der Faktoren für die Fahrtentscheidung mit Referenzwerten.....	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Beispielhafte Entscheidungsaufgabe mit zwei Fahrtprofilen.....	33
Abbildung 2 Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informationen.....	54
Abbildung 3 Nützlichkeit der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation.....	56

1 Einleitung

1.1 Verkehrsmittelwahl: Aktueller Status und Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Das Auto ist nach wie vor das zentrale Fortbewegungsmittel in Deutschland. Von den durchschnittlich 3.2 Milliarden Kilometern, die die deutsche Bevölkerung im Jahr 2017 täglich zurückgelegt hat, wurden 75% als Fahrer oder Beifahrer eines PKWs absolviert (Nobis & Kuhnimhof, 2018). Der öffentliche Verkehr spielt laut den Autoren dagegen nur eine untergeordnete Rolle und wurde für ungefähr 19% der zurückgelegten Kilometer genutzt. Jede Person fuhr dabei täglich durchschnittlich 29 Kilometer mit dem Auto, mit dem öffentlichen Verkehr waren es lediglich sieben Kilometer (Nobis & Kuhnimhof, 2018). Das hohe Aufkommen von motorisiertem Individualverkehr, welcher neben PKW auch Krafträder beinhaltet, geht mit diversen negativen Auswirkungen einher. 2020 war der Verkehr in Deutschland für ca. 20% der gesamten Treibhausgasemissionen verantwortlich (Umweltbundesamt, 2021). Auf lokaler Ebene sind hierbei, insbesondere in den urbanen Zentren, eine starke Hitzeentwicklung und eine hohe Lärmbelastung die Konsequenz (Nieuwenhuijsen & Khreis, 2016). Außerdem haben die Verkehrsemissionen einen direkten Einfluss auf die lokale Luftqualität, was zusätzlich negative Auswirkungen für die Gesundheit der Bevölkerung mit sich bringt (Oskamp, 2000; Peters et al., 2005; Uherek et al., 2010). Laut der World Health Organization (2006) sind jedes Jahr global mehr als 2 Millionen vorzeitige Tode auf urbane Luftverschmutzung zurückzuführen. Diesem Umstand könnte durch eine Reduktion des motorisierten Individualverkehrs entgegengewirkt werden. An autofreien Tagen konnte in Städten so eine bis zu 40% geringere Stickstoffdioxid-Belastung nachgewiesen werden, was positive Auswirkungen für die Luftqualität, die vorzeitige Mortalität und das Klima bedeutet (Nieuwenhuijsen & Khreis, 2016). Darüber hinaus stellt das große Aufkommen von motorisiertem Individualverkehr hohe Anforderungen an das Straßennetz und die Verfügbarkeit von Parkmöglichkeiten, was insbesondere in den urbanen Zentren für einen hohen Flächenverbrauch und ein großes Aufkommen an Staus sorgt (Fiedler et al., 2017). Bis 2050 erwartet das International Transport Forum (2017) eine Verdopplung des weltweiten Passagiertransports und des Autobestandes. Ohne Gegenmaßnahmen könnten die CO₂-Emissionen des Transportsektors laut den Autoren dabei um 60% ansteigen. Es herrscht insgesamt ein Konsens, dass die gegenwärtige Mobilitätssituation zukünftig nicht aufrechtzuerhalten ist und in Form einer Verkehrswende neu gedacht werden muss (Glover & Low, 2020; International Transport Forum, 2017; Van Wee, 2014).

1.2 Vor- und Nachteile des momentanen öffentlichen Personennahverkehrs

Um die Neugestaltung zu einem nachhaltigen Verkehrssystem zu ermöglichen, ist die Umverteilung des Verkehrs von privaten PKW auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) eine vielversprechende Option (International Transport Forum, 2017; Stern, 1992). Da die Fahrzeuge des ÖPNV den gesamten Tag und von mehreren Fahrgästen gleichzeitig genutzt werden können, ermöglichen sie eine weitaus effizientere Fahrzeugnutzung als der motorisierte Individualverkehr (Fiedler et al., 2017; Müller-Hellmann & Nickel, 2009). Laut Fagnant und Kockelman (2015) kann ein gemeinsam genutztes, öffentliches Fahrzeug so bis zu elf private PKW ersetzen. Der ÖPNV hat somit das Potential, das zukünftige Verkehrsaufkommen und die damit einhergehenden Emissionen trotz steigender Mobilitätsnachfrage zu reduzieren (International Transport Forum, 2017). Durch den geringeren Bedarf an Straßen und Parkflächen würden bei einer hohen ÖPNV-Nutzung außerdem freie Flächen in Städten und dem suburbanen Raum entstehen, die anderweitig genutzt werden könnten (Fiedler et al., 2017; Nieuwenhuijsen & Khreis, 2016). Eine hohe Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel kann außerdem die körperliche Betätigung, die soziale Interaktion und die soziale Inklusion innerhalb der Bevölkerung verstärken (Farrington & Farrington, 2005; Nieuwenhuijsen & Khreis, 2016).

Momentan ist der ÖPNV jedoch besonders in suburbanen und ländlichen Gebieten mangelhaft und nicht auf die Bedürfnisse der potentiellen Nutzer zugeschnitten (Velaga et al., 2012). Verantwortlich hierfür sind unter anderem die niedrige Frequenz, Flexibilität und Verfügbarkeit der ÖPNV-Services (Velaga et al., 2012). Für viele Menschen stellen die öffentlichen Verkehrsmittel daher momentan keine praktikable Option dar. Darüber hinaus sind die geringe Verlässlichkeit und der geringe Komfort zentrale Gründe dafür, dass sich viele Menschen bewusst gegen die Nutzung des ÖPNV und für die Nutzung des PKW entscheiden (Handy et al., 2005; Nobis & Kuhnimhof, 2018). Gleichzeitig droht besonders den Menschen, die nicht über ein privates Auto verfügen, im Zusammenhang mit einem schwach ausgebauten und unzuverlässigen ÖPNV die soziale Exklusion, da eine gute Erreichbarkeit von beispielsweise Arbeitsplätzen oder Ärzten essentiell für die Teilhabe am sozialen Leben ist (Ignaccolo et al., 2016). Der nutzerorientierte Ausbau des ÖPNV bietet demnach also diverse Chancen, den negativen Auswirkungen der momentanen Verkehrssituation entgegenzuwirken und positive Entwicklungen anzustoßen.

1.3 Bedarfsgesteuerter, geteilter ÖPNV mit autonomen Shuttles: ein Konzept zum nutzerorientierten Ausbau des öffentlichen Verkehrs

Eine Möglichkeit zum nutzerorientierten Ausbau des suburbanen ÖPNV ist die Einführung eines autonomen, bedarfsgesteuerten Shuttle-Service, der von mehreren Fahrgästen gleichzeitig genutzt werden kann (Millonig & Fröhlich, 2018). Ein solcher bedarfsgesteuerter Service kann die Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität des ÖPNV verbessern und ihn so attraktiver für potentielle Nutzer machen.

Im Projekt *Reallabor Hamburg* werden innovative Mobilitätskonzepte in der Praxis erprobt, um Handlungsempfehlungen für die Gestaltung einer nachhaltigen Mobilitätswende ableiten zu können (Reallabor Hamburg, 2021b). Im Rahmen des Teilprojektes *Autonomes Fahren*, welches in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) durchgeführt wird, geht es um die Frage, welche Anforderungen von Seiten der Nutzer an einen solchen autonomen, bedarfsgesteuerten Shuttle-Service bestehen (Reallabor Hamburg, 2021a). Das Ziel ist es, auf Grundlage dieser Anforderungen eine nutzerorientierte Gestaltung des Service zu ermöglichen und somit die Akzeptanz durch die potentiellen Nutzer zu gewährleisten. Die vorliegende Arbeit soll hierzu einen Beitrag leisten und somit dabei helfen, die Grundlage für die tatsächliche Nutzung solcher Verkehrsangebote durch die breite Bevölkerung zu legen.

Das Konzept des Shuttle-Service, auf das sich die vorliegende Studie bezieht, funktioniert mithilfe einer App. Die Fahrgäste können eine Shuttlefahrt buchen, indem sie den gewünschten Start-, Ziel- und Zeitpunkt der Fahrt angeben. Nach erfolgreicher Buchung wird den Fahrgästen der Ort mitgeteilt, an dem sie das Shuttle abholen wird. Dieser Ort, der vom Service flexibel in Abhängigkeit der anstehenden Fahrt definiert wird, ist der sogenannte *Haltepunkt*. Er soll möglichst nah an dem vom Nutzer gewünschten Startpunkt liegen, wird aber in der Praxis oftmals nicht genau mit diesem übereinstimmen können, da für einen Haltepunkt verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein müssen (z.B. befahrbare Straßen, Möglichkeit zum Halten am Straßenrand, Möglichkeit zum sicheren Ein- und Aussteigen). Die Fahrgäste begeben sich anschließend zum Haltepunkt, wobei verschiedene Methoden denkbar sind, wie der Service bzw. die App sie sowohl bei der Navigation dorthin, als auch bei der Identifikation der genauen Position des Haltepunktes, unterstützen kann. Am Haltepunkt angekommen, werden die Nutzer vom Shuttle abgeholt und zu ihrem Zielort gebracht. Der Shuttle-Service orientiert sich vollständig an Kundenanfragen und funktioniert in einem definierten Einsatzgebiet ohne feste Fahrpläne oder feste Haltestellen.

Da der Service von mehreren Personen gleichzeitig genutzt wird, kann es vorkommen, dass nicht die direkte Route zum Zielpunkt genommen wird, da unterwegs eventuell andere Fahrgäste abgeholt oder abgesetzt werden müssen. Ein Algorithmus berechnet die optimale Fahrtroute der Shuttles mit dem Ziel, die Fahrten mehrerer Gäste möglichst effizient zu verbinden. Die Shuttles funktionieren autonom, es ist demnach kein menschlicher Fahrer an Bord. Der Service ist in den ÖPNV integriert und kann im Optimalfall mit den lokalen öffentlichen Verkehrsangeboten kombiniert werden, um beispielsweise als Zubringer für die erste und letzte Meile genutzt zu werden.

Als geteiltes, öffentliches Verkehrsmittel ermöglicht der Service eine sehr effiziente Fahrzeugnutzung und kann so dabei helfen, die Anzahl an Vehikeln im Straßenverkehr und damit die entstehenden Emissionen zu reduzieren (Alonso-Mora et al., 2017). Da der Service keiner festen Route und keinem Zeitplan folgt, kann er flexibel und auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten verfügbar sein (Chng & Cheah, 2020; König et al., 2017). Durch den geringeren Bedarf an Personal und die damit verbundenen Einsparungen kann der Service auch in weniger frequentierten, suburbanen Gebieten rund um die Uhr eingesetzt werden (Chng & Cheah, 2020). Die Verfügbarkeit und die Flexibilität der Shuttles sind somit theoretisch deutlich höher als beim traditionellen ÖPNV, der mit festen Haltestellen, Routen und Fahrplänen operiert. Das Konzept des Service adressiert also direkt einige der zentralen Defizite des gegenwärtigen suburbanen ÖPNV. Die autonome Funktionsweise verspricht zukünftig außerdem Vorteile für den Verkehrsfluss und die Sicherheit im Straßenverkehr, da eine Reduktion menschlicher Fehler und resultierender Unfälle erwartet wird (Charness et al., 2018; Dong et al., 2017; Fagnant & Kockelman, 2015; Piao et al., 2016).

2 Theorie

2.1 Theoretischer Rahmen: Modelle der Nutzerakzeptanz

Für eine erfolgreiche Verkehrswende sind die Involvierung und der Zuspruch der breiten Bevölkerung unabdingbar, da hierzu Veränderungen im alltäglichen Verhalten der Menschen notwendig sind (Donald et al., 2014). Bei der Implementierung eines neuen ÖPNV-Service ist es daher essentiell, die Bedürfnisse, Erwartungen und Anforderungen der potentiellen Nutzer zu verstehen, um durch eine nutzerorientierte Gestaltung die Akzeptanz der Bevölkerung zu gewährleisten (Baier & Bruschi, 2009; Beirão & Cabral, 2007; International Transport Forum, 2017). Zum Begriff der *Akzeptanz* gibt es verschiedene Definitionen. Allgemein geht es um die Bereitschaft eines Individuums oder einer Gruppe (Akzeptanzsubjekt), ein gewisses Objekt (Akzeptanzobjekt) in einem gewissen Kontext (Akzeptanzkontext) zu tolerieren oder anzunehmen (Lenz & Fraedrich, 2015; Lucke, 1995). Bei der Akzeptanz handelt es sich um „das Resultat eines Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Entscheidungsprozesses, aus dem eine bestimmte Einstellung und ggf. Handlung resultieren“ (Schäfer & Keppler, 2013, S. 25). Zur Akzeptanzforschung existieren verschiedene Ansätze mit unterschiedlichen Einsatzgebieten, Definitionen und Operationalisierungen. Einige Untersuchungen messen Akzeptanz dabei in Form einer Einstellung zum Akzeptanzobjekt, während andere Ansätze die tatsächliche Nutzung des Akzeptanzobjektes messen (Schäfer & Keppler, 2013). In der vorliegenden Arbeit geht es um Akzeptanz im Sinne der *Nutzerakzeptanz*. Diese bezieht sich auf Dienstleistungen oder Produkte und wird anhand der tatsächlichen Nutzung des Objektes oder alternativ anhand der Nutzungsintention gemessen (Venkatesh et al., 2003). Die Erforschung der Nutzerakzeptanz erfolgt häufig im Zusammenhang mit innovativen Produkten oder Services (Quiring, 2006). Das Ziel dabei ist, die der Nutzerakzeptanz zugrundeliegenden Faktoren zu identifizieren und sie so in die Gestaltung des Objektes zu integrieren, dass dieses die größtmögliche Akzeptanz und Nutzung erfährt (Quiring, 2006; Schäfer & Keppler, 2013). Die Determinanten der Nutzerakzeptanz sind vielfältig und variieren mit dem Objekt, das untersucht wird. Es kann sich bei diesen Determinanten beispielsweise um Kosten und Nutzen, mit der Nutzung verbundene Chancen und Risiken, die Einfachheit der Bedienung oder auch um ästhetische Aspekte des Objektes handeln (Schäfer & Keppler, 2013). Um die tatsächliche Nutzung eines innovativen Shuttle-Service zu gewährleisten, ist es entscheidend, die spezifischen Nutzeranforderungen zu identifizieren, die der Akzeptanz eines solchen Konzepts zugrunde liegen und den Service auf Basis dieser zu gestalten.

Die Nutzerakzeptanz ist nicht ausschließlich von den Eigenschaften des Produktes bzw. der Dienstleistung selbst, sondern ebenso vom Akzeptanzsubjekt und dem Akzeptanzkontext abhängig (Lucke, 1995). Von Seiten des Subjekts können individuelle Einstellungen, Normen und Gewohnheiten, temporäre Emotionen oder auch soziodemografische Faktoren einen Einfluss auf die Akzeptanz haben (Schäfer & Keppler, 2013). In Bezug auf einen innovativen ÖPNV-Service können beispielsweise sowohl das Alter und das Geschlecht der potentiellen Nutzer, als auch ihre Technologieaffinität oder ihr bisheriges Mobilitätsverhalten eine Rolle spielen (Thüring & Mahlke, 2007). Von Seiten des Kontextes können sowohl die gesamtgesellschaftliche Situation, zum Beispiel rechtliche oder politische Rahmenbedingungen, als auch die konkrete Situation, in der das Objekt genutzt wird und das Ziel, welches der Nutzer mit der Nutzung erreichen will, einen Einfluss auf die Akzeptanz haben (Schäfer & Keppler, 2013; Thüring & Mahlke, 2007). Die Nutzerakzeptanz ist demnach ein instabiles bzw. dynamisches Konstrukt, welches von verschiedenen Faktoren abhängt, die je nach Objekt, Akteur und Situation variieren können (Schäfer & Keppler, 2013).

Die drei grundlegenden Komponenten Akzeptanzsubjekt, Akzeptanzobjekt und Akzeptanzkontext finden sich in diversen Akzeptanzmodellen wieder. Das CUE-Modell von Thüring und Mahlke (2007) untersucht, welche Faktoren die Bewertung und Akzeptanz eines technologischen Objekts beeinflussen. Gemäß dem Modell wird die Mensch-Technik-Interaktion durch Merkmale der Technologie, Eigenschaften des Nutzers und den Kontext der Nutzung bestimmt. Die so entstehende Interaktion bestimmt dann wiederum die individuelle Bewertung bzw. Nutzerakzeptanz der Technologie. Hier zeigt sich erneut, wie das Zusammenspiel aus Subjekt, Objekt und Kontext die Nutzungsintention und somit die Nutzerakzeptanz bestimmt. Auch im Akzeptanzmodell von Eidenmüller finden sich die Konzepte Akzeptanzsubjekt, Akzeptanzobjekt und Akzeptanzkontext in Form von „Benutzer“, „Technik“ und „Arbeitsorganisation“ wieder (Eidenmüller, 1986; Schäfer & Keppler, 2013). Analog hierzu basiert im Modell von Allerbeck und Helmreich die Akzeptanz auf den drei Konzepten „Mensch“, „Technik“ und „Aufgabe“ (Allerbeck & Helmreich, 1984; Schäfer & Keppler, 2013).

Momentan besteht noch kein ausreichendes Verständnis hinsichtlich der Nutzeranforderungen an innovative, bedarfsgesteuerte und autonome Mobilitätskonzepte (König & Grippenkoven, 2019). Diese zu verstehen ist jedoch eine essentielle Voraussetzung, um eine positive Interaktion zwischen Nutzer und Service zu gewährleisten

und die Grundlage für eine hohe Nutzerakzeptanz in der breiten Bevölkerung zu legen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Nutzeranforderungen an einen autonomen, bedarfsgesteuerten Shuttle-Service genauer untersucht, um Implikationen für die Gestaltung des Service ableiten zu können. Um das Ziel eines bestmöglichen Verständnisses der Determinanten der Nutzerakzeptanz zu erreichen, wird außerdem untersucht, welchen Einfluss Merkmale der Nutzer (Geschlecht, Alter und Mobilitätsverhalten) und Merkmale des Kontextes (das Szenario, in dem die Shuttlefahrt stattfindet) auf die Bewertung der Nutzeranforderungen und der unterschiedlichen Aspekte des Shuttle-Service haben.

2.2 Aktueller Forschungsstand zu Nutzeranforderungen an ÖPNV-Angebote

Für den traditionellen ÖPNV mit festen Haltestellen und geregelten Fahrplänen existiert umfassende Literatur zur Untersuchung der Nutzerakzeptanz und den damit einhergehenden Nutzeranforderungen. Eine zusammenfassende Übersicht über bisherige Studien und die gefundenen Anforderungen ist in Tabelle 1 dargestellt. Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich die Faktoren Zuverlässigkeit, Fahrdauer, Fahrpreis und Weglänge zum Haltepunkt in den meisten Untersuchungen wiederfinden. Die Nutzer wollen zuverlässig, für einen geringen Preis und in kurzer Zeit zu ihrem Ziel gebracht werden, ohne dafür weite Wege zu Fuß zurücklegen zu müssen. Da die Funktionsweise des autonomen, bedarfsgesteuerten Service mit dem Fehlen von Fahrplänen, festen Haltestellen und menschlichen Fahrern grundlegende Unterschiede zum traditionellen ÖPNV aufweist, ist unklar, inwiefern diese Anforderungen übertragbar sind. Durch die bedarfsgesteuerte Funktionsweise und die flexiblen Haltepunkte des Shuttle-Service sollten beispielsweise die Verfügbarkeit und Flexibilität sowie die durchschnittliche Weglänge zu den Haltepunkten im Vergleich zum traditionellen ÖPNV bereits stark verbessert sein (Gilibert et al., 2019). Das Konzept des Shuttle-Service adressiert also direkt mehrere der zentralen Nutzeranforderungen bzw. Schwachstellen des traditionellen ÖPNV. Gleichzeitig bringt das Konzept aber auch neue Herausforderungen mit sich. Jeder Fahrtwunsch muss via App an den Service übermittelt werden. Da direkte menschliche Ansprechpartner und feste Haltestellen fehlen, müssen alle nötigen Informationen jederzeit via App für den Nutzer abrufbar sein. Die Nutzung des Service muss dabei für alle Personengruppen gleichermaßen zugänglich sein, um alle potentiellen Nutzer zu inkludieren und die Akzeptanz durch die breite Bevölkerung zu ermöglichen (Millonig & Fröhlich, 2018). Bei autonomen Fahrzeugen kann außerdem die Einstellung der Nutzer ein wichtiger Faktor sein. Da einige Menschen

bezüglich dieser Technologie noch skeptisch sind, kann sie eine potentielle Barriere für die Nutzung darstellen (Charness et al., 2018). Die Übertragung der Nutzeranforderungen des traditionellen ÖPNV auf den bedarfsgesteuerten Shuttle-Service ist aufgrund der genannten zentralen Unterschiede daher nur begrenzt möglich.

Tabelle 1

Studienüberblick zu Nutzeranforderungen an ÖPNV mit festen Haltestellen

Studie	Nutzeranforderungen
Beirão & Cabral (2007)	Niedriger Fahrpreis, kurze Fahrtdauer, hoher Komfort, zuverlässiger Service, kurze Wartezeiten, kurze Weglänge zum Haltepunkt, hohe Flexibilität
Friman et al. (2001)	Zuverlässiger Service, kurze Fahrtdauer, umfangreiche Informationen, gute Behandlung durch Angestellte, komfortabler/sauberer/sicherer Service
Gardner & Abraham (2007)	Kurze Fahrtdauer, geringer Aufwand bei der Nutzung, ausreichend persönliche Distanz, niedriger Fahrpreis, hohe Kontrolle
Hensher & Prioni (2002)	Niedriger Fahrpreis, kurze Fahrtdauer, kurze Weglänge zum Haltepunkt
Jain et al. (2014)	Gute Verfügbarkeit, zuverlässiger Service, kurze Fahrtdauer, hoher Komfort, hohe Sicherheit
Knapp (1998)	Flexibler Service, niedriger Fahrpreis, kurze Fahrtdauer, kurze Weglänge zum Haltepunkt
Liu et al. (2011)	Zuverlässiger Service, kurze Weglänge zum Haltepunkt, hohe Frequenz der Fahrten, niedriger Fahrpreis, nutzerorientierte Gestaltung der Fahrzeuge und Haltestellen
Kingham et al. (2001)	Niedriger Fahrpreis, zuverlässiger Service, kurze Weglänge zum Haltepunkt, hohe Frequenz der Fahrten

Es existieren erste Studien, die konkret die Anforderungen an einen bedarfsgesteuerten, geteilten ÖPNV-Service untersuchen. Finn und Kollegen (2004) berichteten, dass die für den Nutzer verfügbaren Informationen, die Weglänge zu den Haltepunkten, die Wartezeit und die Fahrdauer entscheidende Faktoren für die Bewertung dieser Services sind. Takeuchi und Kollegen (2003) kamen zu ähnlichen Ergebnissen und fanden ebenfalls, dass kurze Wartezeiten und kurze Fahrtzeiten zu den wichtigsten Anforderungen gehören. Beide Studien beziehen sich jedoch auf einen Service, der via Telefon und mit einer langen Vorlaufzeit gebucht werden muss. Es ist daher auch hier fraglich, inwiefern die Ergebnisse auf einen modernen Shuttle-Service, bei dem die Buchung des autonomen Fahrzeugs flexibel und mobil via App erfolgt, übertragbar sind.

Gilibert und Kollegen (2020) untersuchten die Nutzeranforderungen an einen modernen, bedarfsgesteuerten Service, welcher via App und mit geringem Vorlauf gebucht werden kann. Die wichtigsten Anforderungen der Nutzer waren eine hohe Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit des Service, gefolgt von einem niedrigen Fahrpreis, einer kurzen Fahrdauer und einer hohen Praktikabilität, was unter anderem geringe Weglängen zu den Haltepunkten einschließt. Földes und Kollegen (2018) fanden, dass speziell die Weglänge zum Haltepunkt kritischer evaluiert wird als bei traditionellen ÖPNV-Services. Bei bedarfsgesteuerten Angeboten waren die Nutzer demnach weniger bereit, weite Strecken zum Haltepunkt zu laufen. Ein höherer Preis wird laut den Autoren dagegen eher toleriert, da der Service unter anderem durch seine erhöhte Flexibilität einen spürbaren Mehrwert bietet. Weiterhin betonten Földes und Kollegen (2018) die umfassende Verfügbarkeit von Informationen und eine reibungslose Buchung der Fahrt als wichtige Anforderungen. König und Gripenkoven (2019) fanden einen niedrigen Fahrpreis, eine hohe Zuverlässigkeit hinsichtlich der Abfahrtszeit, umfassende verfügbare Informationen, kurze Weglängen zu den Haltepunkten, eine kurze Fahrdauer und eine geringe nötige Vorlaufzeit bei der Buchung als wichtige Nutzeranforderungen. Auch zu bedarfsgesteuerten Services mit autonomer Funktionsweise gab es erste Untersuchungen. Hinderer und Kollegen (2018) fanden, dass ein niedriger Fahrpreis, kurze Weglängen zu den Haltepunkten sowie eine hohe Verfügbarkeit und Flexibilität des Service hierbei die wichtigsten Nutzeranforderungen darstellen. Philipsen und Kollegen (2018) kamen zu dem Ergebnis, dass besonders bei autonomen und bedarfsgesteuerten Mobilitäts-Konzepten das Gefühl von Kontrolle eine zentrale Anforderung ist. Dies manifestiert sich beispielsweise darin, dass die Nutzer die Abfahrts- und Ankunftszeit sowie den Haltepunkt selbst bestimmen können.

Zusammenfassend zeigte sich, dass unter anderem eine kurze Fahrtdauer, die Verfügbarkeit von umfassenden Informationen, kurze Weglängen zu den Haltepunkten und ein geringer Fahrpreis die zentralen Nutzeranforderungen an einen bedarfsgesteuerten, autonomen ÖPNV darstellen. Zusätzlich muss der Service weitreichend verfügbar und zuverlässig sein. Insgesamt steht die Erforschung der Nutzeranforderungen in diesem Gebiet aber noch am Anfang. Die gefundenen Anforderungen sind sehr allgemein gehalten und gehen hinsichtlich der innovativen Merkmale des Service, wie beispielsweise der Buchung via App oder der flexiblen Haltepunkte, wenig in die Tiefe. Es sind daher weitere Untersuchungen bezüglich der konkreten Nutzeranforderungen nötig, um ein besseres Verständnis für die Determinanten der Nutzerakzeptanz von autonomen, bedarfsgesteuerten und gemeinsam genutzten ÖPNV-Konzepten zu erlangen.

Da die Nutzerakzeptanz neben den Eigenschaften des Akzeptanzobjektes auch entscheidend durch das Akzeptanzsubjekt und den Akzeptanzkontext bestimmt wird, ist es entscheidend, auch die individuellen Merkmale der Nutzer und des Kontextes der Interaktion in die Untersuchung miteinzubeziehen. (Schäfer & Keppler, 2013; Thüring & Mahlke, 2007). In bisherigen Studien zeigte sich, dass das Alter und das Geschlecht einer Person einen Einfluss auf die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln haben, wobei die Nutzung mit zunehmendem Alter abnimmt und Frauen den ÖPNV häufiger nutzen (Chowdhury, 2016). Auch die Bewertung von einzelnen Aspekten eines öffentlichen Verkehrsmittels variiert mit den demografischen Merkmalen der Nutzer. Älteren Fahrgästen ist laut König und Grippenkoven (2019) die Weglänge zum Haltepunkt wichtiger als jüngeren Fahrgästen, während es sich beim Fahrpreis umgekehrt verhält. Auch das Mobilitätsverhalten der Nutzer hat einen Einfluss darauf, wie sie den ÖPNV bewerten (Andreassen, 1995; Földes et al., 2018). So hat ein regelmäßiger Nutzer des ÖPNV andere Prioritäten als eine Person, die regelmäßig mit einem PKW fährt. Die Wichtigkeit des Kontextes bzw. des Szenarios, in dem eine Fahrt stattfindet, konnte ebenfalls in vergangenen Studien bestätigt werden. So macht es für den Nutzer hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl einen entscheidenden Unterschied, ob die Fahrt zur Arbeit, zum Einkaufen oder zum Arzt gehen soll (König & Grippenkoven, 2019; Zailani, et al., 2016).

2.3 Vorläufige Fragestellungen für die Vorstudie

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Nutzeranforderungen an einen bedarfsgesteuerten, autonomen und geteilten Shuttle-Service untersucht. Es wurden hierzu zunächst Workshops durchgeführt, um ein breites Spektrum von Nutzeranforderungen zu sammeln. Die detaillierte Betrachtung der einzelnen Phasen des Fahrtprozesses und der verschiedenen Aspekte des Shuttle-Service sollte dabei dazu dienen, möglichst viele Nutzeranforderungen zu generieren und so Hinweise für eine nutzerorientierte Gestaltung des Service abzuleiten. Die Ergebnisse der Workshops sollten anschließend als Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen durch eine empirische Fragebogenstudie dienen. Daher wurden für die Workshops zunächst nur vorläufige Fragestellungen definiert. Die erste vorläufige Fragestellung für die Workshops lautete:

- 1 Welche Nutzeranforderungen bestehen an einen bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service?

Da die Nutzerakzeptanz auch entscheidend von den Merkmalen der potentiellen Nutzer und dem Kontext der Interaktionen abhängt, sollte auch deren Einfluss auf die Nutzeranforderungen untersucht werden. Die vorläufigen Fragestellungen lauteten hierfür:

- 1.1 Welche Hinweise lassen sich aus den Workshop-Ergebnissen hinsichtlich des Einflusses von Nutzermerkmalen auf die Nutzeranforderungen ableiten?
- 1.2 Welche Hinweise lassen sich aus den Workshop-Ergebnissen hinsichtlich des Einflusses von Kontextmerkmalen auf die Nutzeranforderungen ableiten?

Bei der Untersuchung der Nutzeranforderungen war insbesondere von Interesse, welche Anforderungen die innovative, autonome und bedarfsgesteuerte Funktionsweise des Shuttle-Service mit sich bringt und wie diese Anforderungen von Nutzer- und Kontextmerkmalen moderiert werden. Im Anschluss an die Workshops wurden die vorläufig formulierten Fragestellungen anhand der Ergebnisse konkretisiert, um die gewonnenen

Erkenntnisse im Rahmen einer empirischen Fragebogenstudie zu vertiefen und zu quantifizieren. Durch die Kombination aus qualitativen Workshops und quantitativer Fragebogenstudie war es der vorliegenden Studie so möglich, die Anforderungen der Nutzer erst in der Breite und anschließend gezielt in der Tiefe zu analysieren (Patton, 1990).

3 Vorstudie mit qualitativen Workshops

3.1 Methode der Workshops

Die Mobilitätswende vom motorisierten Individualverkehr zu umweltfreundlichen, öffentlichen Alternativen hängt maßgeblich von der Akzeptanz der Nutzer ab (König & Gripenkoven, 2020). Hierfür ist es essentiell, spezifische Nutzeranforderungen festzustellen und in die Gestaltung neuer ÖPNV-Services einzubeziehen, um den Erwartungen der potentiellen Nutzer zu entsprechen (König & Gripenkoven, 2020). Um ein möglichst breites Spektrum von Nutzeranforderungen zu erheben, wurden qualitative Workshops durchgeführt. Als partizipative Methode können Workshops das Innovationspotential der Bevölkerung nutzen und die demokratische Teilhabe der Bevölkerung an der Gestaltung des zukünftigen Mobilitätssystems erhöhen (König & Gripenkoven, 2020; Sixtus et al., 2019). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden insgesamt drei Workshops durchgeführt, um Anforderungen, Nutzungsbarrieren und Anreizfaktoren im Hinblick auf einen bedarfsgesteuerten, autonomen und geteilten Shuttle-Service zu erforschen.

Zur Akquise der Teilnehmer wurden die Workshops auf einer Bürgerbeteiligungs-Website des Reallabor Hamburgs beworben. Der Link zur Website wurde außerdem über das Fahrgast-Fernsehen der Hamburger Hochbahn AG und über die LinkedIn- und Twitter-Kanäle des DLR und des Reallabor Hamburg geteilt. Aus der Menge der Interessenten wurden potentielle Teilnehmer anhand von Alter, Geschlecht, Mobilitätsverhalten sowie zeitlicher Verfügbarkeit ausgewählt. Da ein potentieller Einfluss des Alters, des Geschlechts und des Mobilitätsverhaltens der Nutzer auf die Nutzeranforderungen vermutet wurde, war es das Ziel, eine möglichst hohe Heterogenität bezüglich dieser Merkmale in der Stichprobe sicherzustellen.

Insgesamt wurden drei vierstündige Workshops mit jeweils vier, fünf und sechs Teilnehmern ($N = 15$) im Dezember 2020 durchgeführt. Von den insgesamt 15 Teilnehmern waren sechs männlich und neun weiblich. Das durchschnittliche Alter in der Stichprobe betrug 39.60 Jahre ($SD = 17.22$), wobei der jüngste Teilnehmer 17 Jahre alt und der älteste Teilnehmer 71 Jahre alt war. Die Workshops fanden online statt, die Teilnehmer konnten dabei im Rahmen einer Videokonferenz via Skype frei miteinander kommunizieren. Zusätzlich wurde *Mural* (Tactivos, Inc. dba Mural, 2021) eingesetzt, eine Online-Plattform zur virtuellen Zusammenarbeit, die es allen Teilnehmern ermöglichte, ein gemeinsames digitales Whiteboard zu nutzen. Auf diesem konnten die Teilnehmer die Aufgabenstellungen

bearbeiten und Beiträge, also beispielsweise Nutzeranforderungen, in Echtzeit hinzufügen und miteinander teilen.

Zu Beginn eines Workshops wurden den Teilnehmern das DLR und das Reallabor Hamburg vorgestellt, bevor anschließend der Ablauf und das Ziel des Workshops erläutert wurden. Dann wurde den Teilnehmern der Link zum digitalen Whiteboard Mural (Tactivos, Inc. dba Mural, 2021) zur Verfügung gestellt, woraufhin sie sich mit den Funktionen der Software vertraut machen konnten. Nach einem kurzen gegenseitigen Kennenlernen wurde den Teilnehmern das Konzept des bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service erläutert. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten, sich zu überlegen, welche verschiedenen Schritte man als Nutzer im Rahmen einer Shuttlefahrt durchläuft. Diese Schritte wurden in Form einer User-Journey auf der digitalen Oberfläche Mural (Tactivos, Inc. dba Mural, 2021) festgehalten. Im weiteren Verlauf stellten sich die Teilnehmer Schritt für Schritt vor, eine Fahrt mit dem Shuttle-Service zu durchlaufen und notierten ihre Nutzeranforderungen für jeden der Fahrtabschnitte digital. Anschließend sollten die Teilnehmer überlegen, welche Probleme in jedem der Fahrtabschnitte potentiell auftreten könnten und diese ebenfalls digital festhalten. Dann wurden die Teilnehmer gebeten, Lösungsideen für die zuvor gesammelten Anforderungen und Probleme zu notieren. Im letzten Schritt wurden die gesammelten Lösungen durch die Teilnehmer bewertet, wobei jeder Teilnehmer seine drei persönlichen Favoriten hervorheben konnte. Zum Abschluss des Workshops erfolgte eine konstruktive Feedbackrunde, bevor die Teilnehmer verabschiedet wurden.

3.2 Auswertung der Workshops

In jedem der drei Workshops wurde eine sehr ähnliche User Journey erarbeitet, die sich mit den sechs Schritten „Fahrt buchen“, „Zum Haltepunkt gelangen“, „Haltepunkt identifizieren“, „Warten am Haltepunkt“, „Shuttle identifizieren und einsteigen“ sowie „Fahrt bestätigen und fahren“ zusammenfassen lässt. Zur Auswertung wurden die Beiträge der Teilnehmer paraphrasiert und, falls nötig, in einzelne Nutzeranforderungen, Probleme und Lösungen aufgetrennt. Über die drei Workshops hinweg wurden insgesamt über 400 Anforderungen, Probleme und Lösungen gesammelt. Anschließend wurden die Anforderungen anhand ihres Inhalts in thematische Kategorien eingeteilt. In Tabelle 2 sind diese Kategorien abgebildet, inklusive der Anzahl an dazugehörigen Beiträgen und beispielhafter Anforderungen aus den Workshops. Die detaillierte Besprechung aller

gesammelten Anforderungen übersteigt den Rahmen dieser Arbeit, aber sämtliche Beiträge sind in Anhang D dargestellt.

Tabelle 2

Übersicht der Anforderungskategorien und Anforderungen aus den Workshops

Kategorie	Anzahl der Beiträge	Beispielhafte Anforderungen
Buchung der Fahrt	39	Eine Rückmeldung des Service, dass die Buchung erfolgreich war Möglichkeit zur Vorbestellung Möglichkeit zur Sitzplatzreservierung Gespeicherte Zielorte sollen mit einem Klick buchbar sein
Weg zum Haltepunkt	20	Kurzer Weg zum Haltepunkt Barrierefreier Weg zum Haltepunkt GPS-Navigation zum Haltepunkt Verschiedene Optionen für den Weg zum Haltepunkt
Lage der Haltepunkte	8	Abholung von Zuhause möglich Gute Haltestellenabdeckung Möglichkeit zu außerplanmäßigen Spontanhalten während der Fahrt Alternativen Haltepunkt angeben, falls der Haltepunkt blockiert ist
Ausstattung des Haltepunktes	5	Haltepunkte sollen über Wetterschutz/Wartehäuschen verfügen Haltepunkte sollen gut ausgeleuchtet sein (bei Dunkelheit) Haltepunkte sollen barrierefrei sein Signalmöglichkeit, um zu zeigen, dass der Nutzer am Haltepunkt wartet
Identifikation des Haltepunktes	12	Möglichkeit zur Identifikation des Haltepunktes via Augmented Reality Möglichkeit zur Identifikation des Haltepunktes via Foto in der App Blinkende Bordsteinkante/Laternenmasten als Haltepunkt-Markierung Eindeutig identifizierbare und unverwechselbare Haltepunkte wählen
Warten am Haltepunkt	18	Wartezeit von maximal fünf Minuten Information via App, falls sich das Shuttle verspätet Shuttle soll am Haltepunkt eine gewisse Zeit auf den Nutzer warten Das Shuttle soll (nachts) nur sichere Haltepunkte verwenden
Identifikation des Shuttles	31	Shuttle muss eindeutig identifizierbar sein (z.B. via Farbe oder Nummer) Bildliche Darstellung des Shuttles in der App Fahrzeug signalisiert akustisch oder visuell, damit der Nutzer es erkennt Einheitliches Design der Shuttles
Ein- und Ausstieg	25	Überprüfung des berechtigten Einstiegs (z.B. via QR-Code oder Passwort) Barrierefreier Einstieg (z.B. durch eine ausfahrbare Rampe) Visuelles und akustisches Sicherheitssystem zum sicheren Ausstieg Möglichkeit zum spontanen Zustieg, wenn man dem Shuttle begegnet
Fahrt mit dem Shuttle	21	Möglichkeit zur Mitnahme eines Rollstuhls/Fahrrads/Kinderwagens Shuttles sollten möglichst leer und nicht überfüllt sein Shuttle darf nicht losfahren, bevor alle Fahrgäste sitzen Festgelegtes Limit für die spontanen Routenänderungen des Shuttles

Kategorie	Anzahl der Beiträge	Beispielhafte Anforderungen
Funktionalität im Fahrzeuginnenraum	69	Notfallknopf / Stoppknopf im Shuttle Monitor zur Anzeige der geplanten Route und geplanter Stopps Sitzmöglichkeiten für alle Fahrgäste Fahrkartenautomat im Shuttle
Funktionen der App	30	Möglichkeit, personalisierte Einstellungen/Präferenzen zu speichern Möglichkeit, die Fahrt in Echtzeit zu verfolgen und Updates zu erhalten Möglichkeit, die App via Spracheingabe zu nutzen App soll über Komfort-Funktionen wie Autovervollständigung verfügen
Kommunikation des Nutzers an den Service	28	Möglichkeit, Transport von Gepäck/Haustier/Kinderwagen anzugeben Möglichkeit, Abfahrtszeit, Ankunftszeit und Zielort anzugeben Möglichkeit, die eigene verspätete Ankunft am Haltepunkt anzugeben Möglichkeit, Anzahl der Fahrgäste anzugeben
Kommunikation des Service an den Nutzer	67	Update bei Änderung von Haltepunkt, Abfahrtszeit oder Ankunftszeit Benachrichtigung durch Service, falls der Nutzer am falschen Ort wartet Informationen bzgl. Barrierefreiheit und Position des Haltepunktes CO ₂ -Verbrauch bzw. Einsparungen an den Nutzer kommunizieren
Allgemeine Rahmenbedingungen	17	Möglichkeit, menschliche Begleitung/Hilfe anzufordern Shuttle-Service soll in den lokalen ÖPNV integriert sein Gesamter Service soll barrierefrei sein. Eindeutige Regelungen für die Gepäckmitnahme
Bezahlung des Service	12	Kostenloser Service für schlecht angebundene Orte Möglichkeit zum bargeldlosen Bezahlen Service soll nicht teurer als lokaler, traditioneller ÖPNV sein Service soll für Schüler, Studenten etc. günstiger sein
Technische Rahmenbedingungen	23	Alternative Bedienung der App, falls Internet ausfällt / nicht vorhanden Hochqualitative Bedienoberfläche der App Robuste Bauweise der Hard- und Software des Service Der Service soll rund um die Uhr verfügbar sein
Nutzung des Service über andere Medien als eine App	24	Möglichkeit zur Buchung via SMS/Anruf Möglichkeit, via SMS/Anruf zum Haltepunkt navigiert zu werden Benachrichtigung via SMS/Anruf, falls sich das Shuttle verspätet Kennzeichen/Art des Fahrzeugs soll via SMS/Anruf mitgeteilt werden

Anhand der thematischen Kategorien ließen sich innerhalb der zahlreichen Nutzeranforderungen verschiedene Schwerpunkte erkennen, die für eine tiefere Untersuchung im Rahmen einer quantitativen Fragebogenstudie in Frage kamen. Einige dieser Schwerpunkte waren hierfür besonders interessant, da sie sich auf die Eigenheiten des autonomen, bedarfsgesteuerten und geteilten Service beziehen. Zwei dieser Schwerpunkte, der hohe Informationsbedarf der Nutzer und die Problematik der Identifikation der Haltepunkte, wurden für die empirische Fragebogenstudie ausgewählt, da sie sich auf zentrale Herausforderungen des innovativen Shuttle-Service beziehen, die aus dessen

autonomer und bedarfsgesteuerter Funktionsweise resultieren. Außer den genannten zwei Themen wurde im Rahmen des quantitativen Fragebogens die grundlegende Frage untersucht, welche Faktoren die Entscheidung für oder gegen eine Fahrt mit dem Shuttle-Service beeinflussen. Durch den Einsatz des empirischen Fragebogens war es so möglich, die im Rahmen der Workshops gefundenen Nutzeranforderungen tiefergehend zu analysieren und quantitative Erkenntnisse zu gewinnen.

3.3 Erarbeitung der Fragestellungen für die quantitative Fragebogenstudie

3.3.1 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung

Im Rahmen der Workshops wurden zahlreiche Anforderungen erhoben, die Nutzer an den autonomen, bedarfsgesteuerten Shuttle-Service stellen. In der empirischen Fragebogenstudie wurden einige dieser Anforderungen weiter untersucht und quantitativ bewertet. Die Sammlung der Nutzeranforderungen in den Workshops ging von einer Situation aus, in der sich ein fiktiver Nutzer bereits dazu entschieden hatte, den Shuttle-Service für eine Fahrt zu nutzen. Ungeklärt blieb dabei die Frage, wie eine solche Fahrtentscheidung zustande kommt und welche Aspekte des Service in diese Entscheidung einfließen. Daher wurde in der quantitativen Fragebogenstudie das Entscheidungsverhalten der Teilnehmer untersucht und ermittelt, welche Faktoren die Entscheidung für oder gegen eine Shuttlefahrt in welchem Maße beeinflussen.

In den bisherigen Untersuchungen zu Nutzeranforderungen an autonome, bedarfsgesteuerte ÖPNV-Services zeigte sich, dass der Fahrpreis, die Fahrdauer, die Weglänge zum Haltepunkt und die Verfügbarkeit von umfassenden Informationen essentielle Nutzeranforderungen darstellen (Földes et al., 2018; Gilibert et al., 2020; Hinderer et al., 2018; König & Grippenkov, 2019). Sämtliche dieser Faktoren wurden ebenfalls von den Teilnehmern im Rahmen der Workshops thematisiert, was ihre Wichtigkeit unterstreicht. Da diese Faktoren bereits als wichtige Anforderungen etabliert sind, können sie außerdem als Referenzwerte für bisher nicht untersuchte Merkmale dienen, um deren Wichtigkeit besser einordnen zu können. Im Rahmen der Untersuchung sollte außerdem weiter auf die spezifischen und neuartigen Aspekte der Funktionsweise des autonomen, bedarfsgesteuerten Service eingegangen werden. Eine zentrale Herausforderung des Konzepts ist die reibungslose Interaktion des Nutzers mit den flexiblen Haltepunkten. Aufgrund der Vielzahl an möglichen Haltepunkten müssen die Nutzer in der Lage sein, die

exakte Position ihres Haltepunktes bei jeder Fahrt möglichst problemlos und intuitiv zu bestimmen. Die Navigation zu den Haltepunkten und die Identifikation der Haltepunkte wurde im Rahmen der Workshops ausführlich thematisiert, wobei die Teilnehmer bereits konkrete Lösungsvorschläge für diese Herausforderungen erdachten. Die Art der Navigation zu den flexiblen Haltepunkten und die Art der Identifikation der Haltepunkte wurden daher ebenfalls als zu untersuchende Faktoren aufgenommen. Zusammenfassend wurde für die Faktoren Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, verfügbare Informationen, Art der Navigation zum Haltepunkt und Art der Identifikation des Haltepunktes untersucht, welchen Einfluss sie auf die Fahrtsentscheidung potentieller Nutzer haben. Die vollständige Fragestellung lautete:

- 1 Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen Faktoren des Service (Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, Verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt, Identifikation des Haltepunktes) auf eine Entscheidung für oder gegen eine Fahrt mit dem bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service?

Wie in Abschnitt 2.1 beschrieben, hängen die Nutzerakzeptanz bzw. die Nutzeranforderungen nicht nur von den Eigenschaften des Akzeptanzobjektes, sondern auch vom Akzeptanzsubjekt und dem Akzeptanzkontext ab. Daher wurde ebenfalls untersucht, wie die Merkmale der potentiellen Nutzer sowie das Szenario, in welchem die Shuttlefahrt stattfindet, die Entstehung der Fahrtsentscheidung und die Gewichtung der verschiedenen Faktoren beeinflussen. Bezüglich der Nutzermerkmale wurde untersucht, wie sich das Alter, das Geschlecht und das Mobilitätsverhalten auf die Fahrtsentscheidung und die Gewichtung der Faktoren auswirken. Der Einfluss des Kontextes wurde anhand von zwei verschiedenen Szenarien, in denen die fiktive Shuttlefahrt stattfindet, untersucht. In einem der Szenarien ging es darum, den Shuttle-Service für eine Fahrt in den fünf Kilometer entfernten Park zu nutzen. Im zweiten Szenario sollte der Shuttle-Service für eine Fahrt zum fünf Kilometer entfernten Bahnhof genutzt werden, um dort einen Zug zu nehmen. Zusammenfassend wurden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- 1.1 Wie wirken sich die demografischen Merkmale der Teilnehmer, konkret das Alter und das Geschlecht, auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?
- 1.2 Wie wirkt sich das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?
- 1.3 Wie wirkt sich der Kontext, in welchem die Fahrt stattfindet, auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?

3.3.2 Informationsbedarf der Nutzer

Die Kommunikation zwischen Nutzer und Service wurde in diversen Beiträgen aus den Workshops thematisiert, insgesamt ließ sich ein hoher Informationsbedarf aus Nutzersicht feststellen. Auch eine Studie von Hub und Oehl (2020) bestätigte den hohen Bedarf an unterstützenden Informationen als essentielle Nutzeranforderung an autonome, bedarfsgesteuerte ÖPNV-Services. Durch das Fehlen fester Haltestellen, fester Fahrpläne und menschlicher Fahrer sind die Nutzer darauf angewiesen, dass ihnen der Service mithilfe der App jederzeit alle nötigen Informationen zur Verfügung stellt. Der Service muss demnach maximal transparent sein, um die Fahrgäste zur reibungslosen Nutzung zu befähigen. Im Rahmen der Workshops wurden zahlreiche Informationen genannt, die den Nutzern im Rahmen einer Fahrt, im Optimalfall bereits zu Beginn des Buchungsprozesses, zur Verfügung stehen sollten. Da es sich bei den Ergebnissen der Workshops um qualitative Daten handelt, sind Aussagen über die quantitative Bedeutung der einzelnen Informationen nur sehr begrenzt möglich. Im Rahmen des quantitativen Fragebogens der vorliegenden Studie wurden die verschiedenen potentiell verfügbaren Informationen, die im Rahmen der Workshops thematisiert wurden, daher hinsichtlich ihrer Wichtigkeit auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“) bewertet. Hub und Oehl (2020) fanden in ihrer Studie, dass den Nutzern Informationen bezüglich der Abfahrtszeit, der Ankunftszeit, der Fahrtdauer, des Fahrpreises und der Weglänge zum Haltepunkt sehr wichtig waren. Da sämtliche dieser Informationen auch von den Teilnehmern der Workshops als Anforderungen definiert wurden und von Hub und Oehl (2020) bisher nur mit einer kleinen Stichprobe von zwölf Personen evaluiert wurden, wurden diese fünf Informationen für eine tiefere Untersuchung im Rahmen der quantitativen Befragung ausgewählt. In der vorliegenden Studie sollte außerdem die Wichtigkeit von Informationen evaluiert werden,

die sich auf die flexiblen Haltepunkte beziehen, da dieser Aspekt eine neuartige Komponente und zentrale Herausforderung des Service darstellt. Es handelt sich bei den hierzu ausgewählten Informationen um die Beleuchtung des Haltepunktes, den Wind- und Wetterschutz am Haltepunkt, die Verfügbarkeit einer Sitzgelegenheit am Haltepunkt, den Zugang zum Fahrzeug und die Barrierefreiheit des Weges zum Haltepunkt. Die konkrete Fragestellung für die insgesamt zehn potentiell verfügbaren Informationen lautete:

- 2 Wie werden die verschiedenen potentiell verfügbaren Informationen bezüglich des Service und der Haltepunkte hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bewertet?

3.3.3 Identifikation der Haltepunkte

Eine weitere Herausforderung, die mit der autonomen und bedarfsgesteuerten Funktionsweise des Service einhergeht, ist die reibungslose Zusammenkunft von Shuttle und Nutzer am Haltepunkt (Hub et al., 2020). Da der Service räumlich flexibel funktioniert, müssen die Nutzer vor Fahrtantritt zunächst die genaue Position ihres Haltepunktes identifizieren. Intuitiv verständliche und eindeutige Haltepunkte sind laut Hub und Kollegen (2020) hierbei essentiell, um eine störungsfreie Interaktion von Nutzer und Service zu gewährleisten und eine hohe Nutzerakzeptanz zu ermöglichen. Neben der Verfügbarkeit von umfassenden Informationen ist die reibungslose Identifikation der Haltepunkte laut den Autoren somit eine weitere grundlegende Voraussetzung für einen zugänglichen und praktikablen Service. In den Workshops der vorliegenden Studie wurde die Problematik der Haltepunkt-Identifikation ebenfalls in zahlreichen Beiträgen thematisiert, wobei die Teilnehmer mehrere potentielle Lösungen für diese Herausforderung erdachten. Bei diesen Lösungen handelte es sich um verschiedene Methoden, wie die App den Nutzer vor Ort dabei unterstützen kann, die genaue Position des Haltepunktes auszumachen. Für die Fragebogenstudie wurden fünf dieser Methoden ausgewählt, um durch die Teilnehmer hinsichtlich ihrer Nützlichkeit auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“) bewertet zu werden. Dabei handelt es sich um die Identifikationsmethoden via Infrastrukturmarkierung, via Adresse, via interaktiver Karte, via Foto des Haltepunktes in der App und via Augmented-Reality-Funktion in der App. Die ausführlichen Beschreibungen der Identifikationsmethoden sind inklusive dazugehöriger

Visualisierungen im Rahmen des kompletten Fragebogens in Anhang C dargestellt. Die Fragestellung für die quantitative Studie lautete:

- 3 Wie werden die verschiedenen Methoden zur Identifikation eines Haltepunktes hinsichtlich ihrer Nützlichkeit bewertet?

4 Methode der Fragebogenstudie

4.1 Vorbereitung der Conjoint-Analyse und der Online-Befragung

Zur Beantwortung der genannten Forschungsfragen wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Workshops ein Online-Fragebogen mittels SoSci Survey (Leiner, 2019) erstellt. Der vollständige Fragebogen befindet sich in Anhang C. Der Hauptteil des Fragebogens besteht aus einer auswahlbasierten Conjoint-Analyse, einem Verfahren zur Untersuchung des menschlichen Entscheidungsverhaltens. Bei dieser werden die Teilnehmer mit möglichst realitätsnahen Entscheidungsaufgaben konfrontiert und gebeten, sich zwischen verschiedenen Optionen eines Produktes oder eines Service zu entscheiden (Louviere, 1988). Unter anderem in der Mobilitäts- und Verkehrsforschung ist die Conjoint-Analyse ein etabliertes Verfahren zur Erforschung von Nutzerpräferenzen und -Anforderungen. (Baier & Bruschi, 2009; Bonus, 2018). Anhand des Entscheidungsverhaltens der Teilnehmer kann sowohl die relative Wichtigkeit von verschiedenen Produkt- bzw. Servicefaktoren, als auch der Einfluss von konkreten Ausprägungen dieser Faktoren auf beispielsweise eine Kauf- oder Nutzungsentscheidung berechnet werden (Baier & Bruschi, 2009). Bei der Untersuchung eines Verkehrsmittels kann so beispielsweise berechnet werden, in welchem Umfang der Fahrpreis und die Fahrtdauer die Fahrtentscheidung der potentiellen Nutzer beeinflussen und wie genau sich etwa ein Fahrpreis von 3.00€ oder 5.00€ bzw. eine Fahrtdauer von 10 Minuten oder 30 Minuten auf diese Fahrtentscheidung auswirken. Eine detaillierte Beschreibung der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Conjoint-Analyse sowie der dort untersuchten Servicefaktoren und ihrer Ausprägungen findet sich in Abschnitt 4.2.3. Außerdem wurde im Rahmen der Conjoint-Analyse untersucht, wie sich das Geschlecht, das Alter und das Mobilitätsverhalten der Fahrgäste sowie der Kontext der Shuttlefahrt auf die Entstehung einer Fahrtentscheidung und die Gewichtung der verschiedenen Servicefaktoren auswirken. Für die Untersuchung des Kontextes wurden die Teilnehmer zufällig einem von zwei Szenarien, einer Fahrt zum fünf Kilometer entfernten Park bzw. einer Fahrt zum fünf Kilometer entfernten Bahnhof, zugeteilt, wobei sie ihre Fahrtentscheidungen angesichts dieses Szenarios treffen sollten.

Zusätzlich zur Conjoint-Analyse wurde im Rahmen des Fragebogens untersucht, wie wichtig den Nutzern die Verfügbarkeit von verschiedenen Informationen während des Buchungsvorgangs ist und als wie nützlich verschiedene Methoden zur Identifikation der flexiblen Haltepunkte von den Nutzern bewertet werden. Für die Identifikationsmethoden wurden beispielhafte Visualisierungen der unterschiedlichen Methoden erstellt, um die

Verständlichkeit für die Teilnehmer zu erhöhen. Um den Einfluss der Nutzermerkmale zu analysieren, wurden demografische Daten, das Mobilitätsverhalten, die Einstellung gegenüber der Mitfahrt in autonomen Fahrzeugen und die Affinität für technologische Innovation der Teilnehmer zu Beginn des Fragebogens erfragt.

4.2 Aufbau des Fragebogens

4.2.1 Demografische Daten

Zu Beginn des Fragebogens wurden das Alter, das Geschlecht, der Wohnort, der höchste Schulabschluss und die beruflichen Ausbildungsabschlüsse der Teilnehmer erhoben. Außerdem wurden die körperliche Mobilität und das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer, konkret die Häufigkeit der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel, erfragt. Die Affinität für technologische Innovation der Teilnehmer wurde mit dem Item „In meinem Freundes- und Bekanntenkreis gehöre ich normalerweise eher zu den letzten, die neue Technik ausprobieren.“ (Goldsmith & Hofacker, 1991) auf einer Skala von 1 („Stimmt überhaupt nicht“) bis 7 („Stimmt genau“) abgefragt. Die Einstellung gegenüber autonomen Fahrzeugen wurde mit dem Item „Ich habe Bedenken mit Blick auf das Fahren oder Mitfahren in einem autonomen oder selbstfahrenden Fahrzeug.“ (Charness et al., 2018) auf einer Skala von 1 („Stimmt überhaupt nicht“) bis 7 („Stimmt genau“) erhoben.

4.2.2 Beschreibung des bedarfsgesteuerten, autonomen Shuttle-Service

Im nächsten Abschnitt wurde den Teilnehmern die Funktionsweise des flexiblen Shuttle-Service beschrieben. Im Anschluss wurde erfragt, ob die Teilnehmer anhand der Beschreibung ein gutes Verständnis für den Service aufbauen konnten. Die folgende Beschreibung wurde im Rahmen der Umfrage präsentiert:

Als Fahrgast können Sie ein Shuttle jederzeit via App buchen, indem Sie Start, Ziel und Zeitpunkt Ihrer gewünschten Fahrt an das System übermitteln. Nach erfolgreicher Buchung wird Ihnen der genaue Ort mitgeteilt, an welchem das Shuttle Sie abholen wird (im Folgenden „der Haltepunkt“ genannt).

Zur gegebenen Zeit suchen Sie den Haltepunkt auf, wobei es verschiedene Möglichkeiten gibt, wie die App Sie bei der Navigation dorthin unterstützen kann. Dort werden Sie vom

Shuttle abgeholt und dann zu Ihrem Zielort gefahren. Der Shuttle-Service orientiert sich vollständig an den Kundenanfragen und funktioniert ohne feste Fahrpläne und ohne feste Haltestellen.

Die optimale Fahrtroute der Shuttles wird durch einen Algorithmus bestimmt. Hierbei ist es das Ziel, die Fahrten mehrerer Fahrgäste effizient zu verbinden und so mehrere Personen gleichzeitig zu ihrem jeweiligen Zielort zu befördern. Aufgrund dessen kann es passieren, dass Fahrgäste nicht auf dem direkten Weg zu ihrem Zielort gefahren werden. Der Algorithmus achtet aber darauf, dass jeder Fahrgast sein Fahrtziel in einem gewissen Zeitfenster erreicht.

Der Dienst nutzt autonome Fahrzeuge, es ist also kein menschlicher Fahrer an Bord.

4.2.3 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung

Das Hauptaugenmerk des Fragebogens lag auf der Entstehung der Fahrtentscheidung der potentiellen Nutzer. Konkret wurde der Einfluss des Fahrpreises, der Fahrtdauer, der Weglänge zum Haltepunkt, der verfügbaren Informationen, der Methode der Navigation zum Haltepunkt und der Methode der Identifikation des Haltepunktes auf die Entscheidung für oder gegen eine Fahrt mit dem Shuttle-Service analysiert. Zur Untersuchung der Fahrtentscheidung und des Einflusses der verschiedenen Faktoren wurden die Teilnehmer im Rahmen einer auswahlbasierten Conjoint-Analyse mit 18 Entscheidungsaufgaben konfrontiert. In jeder der Entscheidungsaufgaben wurden sie darum gebeten, sich zwischen zwei fiktiven Fahrten mit dem autonomen, bedarfsgesteuerten Shuttle-Service zu entscheiden. Eine beispielhafte Entscheidungsaufgabe ist in Abbildung 1 dargestellt. Ein Fahrtprofil setzte sich dabei immer aus jeweils einer Ausprägung der sechs Faktoren Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt und Identifikation des Haltepunktes zusammen. Außerdem hatten die Teilnehmer bei jeder Entscheidung die Möglichkeit, *keines* der beiden Fahrtprofile zu wählen.

Abbildung 1

Beispielhafte Entscheidungsaufgabe mit zwei Fahrprofilen

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Preis der Fahrt	2,50 €	3,50 €
Dauer der Fahrt	10 min	20 min
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt Ankunft
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	100 m
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse Karte
Identifikation des Haltepunktes	---	Augmented Reality

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

Zunächst mussten für jeden der untersuchten Faktoren mehrere mögliche Ausprägungen definiert werden. Um anhand der Ergebnisse praktische Implikationen für die Gestaltung des Service ableiten zu können, ist es wichtig, dass die verschiedenen Ausprägungen der Faktoren realistische Optionen für den Service abbilden. Für den Fahrpreis, die Fahrtdauer und die Weglänge zum Haltepunkt wurden die Arbeiten von König und Kollegen (2018), die bereits eine Conjoint-Analyse zu bedarfsgesteuerten ÖPNV-Angeboten mit diesen Faktoren durchgeführt haben, als Ausgangsbasis genutzt. König und Kollegen untersuchten für die Fahrtdauer die Ausprägungen 10 Minuten, 20 Minuten und 30 Minuten, für den Fahrpreis die Ausprägungen 2.50 €, 3.00 €, 3.50 € und 4.00 € sowie für die Weglänge zum Haltepunkt die Ausprägungen 0 Meter, 300 Meter und 500 Meter. Die Ausprägungen der Fahrtdauer wurden für die vorliegende Studie unverändert übernommen. Bei den im Rahmen der vorliegenden Studie untersuchten Szenarien, bei denen die Shuttlefahrt jeweils zu einem fünf Kilometer entfernten Zielpunkt verkehrt,

entsprechen diese Ausprägungen der Fahrtdauer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten von 30km/h, 15km/h und 10km/h. Die niedrigste Ausprägung der Weglänge zum Haltepunkt wurde von 0 Meter auf 100 Meter abgeändert, da dies in der realen Nutzung des Service als minimale Weglänge als realistischer eingeschätzt wurde. Außerdem wurde die vierte und höchste Ausprägung des Fahrpreises, 4.00 €, entfernt, da jeder der Faktoren über höchstens drei Ausprägungen verfügen sollte. Eine höhere Anzahl an Ausprägungen hätte zur Folge, dass eine größere Stichprobe untersucht werden müsste, um im Rahmen der Conjoint-Analyse aussagekräftige und signifikante Ergebnisse zu erzielen. Die Ausprägungen der verbleibenden drei Faktoren verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt und Identifikation des Haltepunktes wurden anhand der Beiträge aus den qualitativen Workshops erstellt. Eine Übersicht aller untersuchten Faktoren und ihrer Ausprägungen ist in Tabelle 3 dargestellt. Bezüglich der Informationen, die der Nutzer zusätzlich zur Position des Haltepunktes vom Service erhält, wird bei der niedrigsten Ausprägung nur die essentielle Information der Abfahrtszeit des Shuttles am Haltepunkt zur Verfügung gestellt, während bei den höheren Ausprägungen weitere Informationen hinzukommen, die die Transparenz des Service erhöhen und dem Nutzer das Gefühl von mehr Kontrolle vermitteln. Konkret handelt es sich hierbei um die Ankunftszeit am Zielpunkt sowie bei der höchsten Ausprägung zusätzlich um die Fahrtroute und um Informationen bezüglich etwaiger Verspätungen des Shuttles. Für die Faktoren Navigation zum Haltepunkt und Identifikation des Haltepunktes wurden als Ausprägungen Methoden gewählt, die im Rahmen der Workshops als Lösungsvorschläge für diese Aspekte erdacht wurden. Bezüglich der Identifikation der Haltepunkte handelt es sich hierbei um die Identifikationsmethoden via Foto in der App und via Augmented-Reality-Feature, während die Nutzer bei der niedrigsten Ausprägung keine zusätzliche Funktion zur Unterstützung bei der Identifikation zur Verfügung haben. Bei den Navigationsmethoden wird den Nutzern bei jeder Ausprägung die Adresse des Haltepunktes zur Verfügung gestellt, bei den höheren Ausprägungen können die Nutzer außerdem auf eine interaktive Karte bzw. Navigationsanweisungen in schriftlicher und sprachlicher Form zurückgreifen. Die Faktoren der Navigationsmethode und der Identifikationsmethode wurden somit ebenfalls hinsichtlich ihres Einflusses auf die Fahrtentscheidung analysiert.

Tabelle 3*Untersuchte Faktoren der Conjoint-Analyse und ihre Ausprägungen*

Faktor	Ausprägungen
Fahrpreis	2.50 €
	3.00€
	3.50€
Fahrtdauer	10 min
	20 min
	30 min
Weglänge zum Haltepunkt	100 m
	300 m
	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrtszeit
	Abfahrtszeit + Ankunftszeit
	Abfahrtszeit + Ankunftszeit + Route + Verspätungen
Navigation zum Haltepunkt	Adresse
	Adresse + Karte
	Adresse + Karte + Navigationsanweisungen
Identifikation des Haltepunktes	Keine Funktion zur Identifikation
	Foto in der App
	Augmented-Reality-Funktion in der App

Die sechs Faktoren mit je drei Ausprägungen ermöglichten in der Theorie die Bildung von insgesamt 729 unterschiedlichen Fahrtprofilen. Da die Abfrage einer solchen Anzahl an Profilen in der vorliegenden Studie nicht umsetzbar war, wurden die möglichen Profile mithilfe eines fraktionellen faktoriellen Versuchsplans auf eine praktikable Anzahl für den Fragebogen reduziert. Hierfür wurde nach Aizaki und Nishimura (2008) das AlgDesign-Paket (Wheeler, 2019) in R (R Core Team, 2018) genutzt. Um einen möglichst

effizienten Versuchsplan zu finden, wurden fraktionelle faktorielle Pläne mit verschiedenen Anzahlen an Profilen erstellt und mithilfe der `optFederov`-Funktion in R (R Core Team, 2018) hinsichtlich ihrer Design-Effizienz (Ge) miteinander verglichen. Um sowohl die Effizienz des Fragebogens als auch die Zumutbarkeit für die Teilnehmer sicherzustellen, wurden auf diese Weise Versuchspläne mit 10 bis 20 Profilen miteinander verglichen. Die größtmögliche Design-Effizienz ($Ge = 1$) ergab sich bei einem fraktionellen faktoriellen Versuchsplan mit 18 Profilen. Bei diesem Plan wurden innerhalb der 18 Profile für jeden der sechs Faktoren alle drei Ausprägungen jeweils genau sechsmal präsentiert. Im nächsten Schritt wurden die 18 Fahrtprofile dupliziert und einander in randomisierter Form zugeteilt, sodass 18 Profil-Paare entstanden. Dabei wurde darauf geachtet, dass nie zwei gleiche Profile einander zugeordnet wurden. Die so entstandenen Paare aus Fahrtprofilen bildeten die 18 Entscheidungsaufgaben, die jedem Teilnehmer im Rahmen der Conjoint-Analyse präsentiert wurden. Die Teilnehmer wurden gebeten, sich bei jeder Entscheidungsaufgabe zwischen den zwei präsentierten Fahrtprofilen zu entscheiden, wobei sie außerdem die Möglichkeit hatten, keine der beiden Fahrten zu wählen. Die 18 Entscheidungsaufgaben wurden den Teilnehmern in randomisierter Reihenfolge präsentiert, um eventuelle Reihenfolgeeffekte zu vermeiden. Zusätzlich wurde auch die Reihenfolge der Faktoren innerhalb der Fahrtprofile zwischen den Teilnehmern randomisiert, um auch hier Verzerrungen durch die Reihenfolge auszuschließen.

Um den Einfluss des Kontextes auf die Wichtigkeit der Faktoren und damit die Fahrtentscheidung zu untersuchen, wurden die Teilnehmer vor der ersten Entscheidungsaufgabe zufällig einer von zwei Bedingungen zugeteilt. In einer der Bedingungen wurden die Teilnehmer gebeten, sich vorzustellen, dass sie den Shuttle-Service für eine Fahrt in den fünf Kilometer entfernten Park nutzen wollen und die Entscheidungsaufgaben entsprechend diesem Szenario zu beantworten. In der anderen Bedingung wurden die Teilnehmer gebeten, sich vorzustellen, dass sie den Shuttle-Service für eine Fahrt zum fünf Kilometer entfernten Bahnhof nutzen wollen, um von dort einen Zug zu nehmen.

4.2.4 Informationsbedarf der Nutzer

Zur detaillierten Untersuchung des Informationsbedarfs der Nutzer wurden zusätzliche Items in die Befragung integriert. Im Rahmen des Fragebogens wurden die

Teilnehmer zunächst aufgefordert, sich in die Situation hineinzusetzen, dass sie selbst eine Fahrt mit dem Shuttle-Service buchen. Dann wurden sie gebeten, die Wichtigkeit von potentiell beim Buchungsvorgang verfügbaren Informationen auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“) zu beurteilen. Zum besseren Verständnis wurden die potentiell verfügbaren Informationen dabei als Fragen formuliert. Alle untersuchten Informationen und die dazugehörigen Items aus dem Fragebogen sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4

Potentiell während der Buchung verfügbare Informationen

Hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bewertete Information	Formulierung des Items im Fragebogen
Weglänge zum Haltepunkt	Wie lang ist der Weg zum Haltepunkt?
Barrierefreiheit des Weges zum Haltepunkt	Ist der Weg zum Haltepunkt barrierefrei?
Wind- und Wetterschutz am Haltepunkt	Wie ist der Wind- und Wetterschutz am Haltepunkt?
Beleuchtung am Haltepunkt	Wie ist die Beleuchtung am Haltepunkt?
Sitzgelegenheit am Haltepunkt	Gibt es eine Sitzgelegenheit am Haltepunkt?
Zugang zum Fahrzeug am Haltepunkt	Wie ist der Zugang zum Fahrzeug am Haltepunkt?
Abfahrtszeit	Wann fährt das Shuttle am Haltepunkt ab?
Fahrtdauer	Wie lange dauert die Fahrt?
Ankunftszeit	Wann kommt das Shuttle am Zielort an?
Fahrpreis	Wie teuer ist die Fahrt?

4.2.5 Identifikation der Haltepunkte

Anschließend wurde jeder Teilnehmer gebeten, sich vorzustellen, dass er eine Fahrt mit dem Shuttle gebucht hat, sich auf den Weg zum Haltepunkt begeben hat und nun vor der Aufgabe steht, die genaue Position des flexiblen Haltepunktes zu identifizieren. Dazu wurden den Teilnehmern verschiedene Methoden zur Identifikation des Haltepunktes vorgestellt, die hinsichtlich ihrer Nützlichkeit auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht

nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“) bewertet werden sollten. Zum besseren Verständnis wurde den Teilnehmern für jede der Identifikationsmethoden zusätzlich zur schriftlichen Beschreibung eine Visualisierung der Methode präsentiert. Eine Übersicht der untersuchten Identifikationsmethoden ist in Tabelle 5 dargestellt. Die ausführlichen Beschreibungen und die Visualisierungen der Methoden finden sich im vollständigen Fragebogen in Anhang C. Die Identifikationsmethoden wurden den Teilnehmern in randomisierter Reihenfolge dargeboten, um Reihenfolgeeffekte zu vermeiden.

Tabelle 5

Potentielle Methoden zur Identifikation der Haltepunkte

Identifikation via...	Beschreibung
Adresse	Die App zeigt die Adresse des Haltepunktes an. Anhand dieser können Sie als Fahrgast überprüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.
Infrastrukturmarkierung	Alle potentiellen Haltepunkte des Shuttle-Service werden mit physischen Elementen, z.B. einem Schild, markiert. Anhand dessen können Sie als Fahrgast prüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.
Interaktive Karte	Zusätzlich zur Adresse des Haltepunktes zeigt die App eine interaktive Straßenkarte (ähnlich wie z.B. Google Maps, OpenStreetMap...) an, auf welcher sowohl der Haltepunkt, als auch der gegenwärtige Standort des Fahrgastes markiert sind. Anhand dieser können Sie als Fahrgast prüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.
Foto	Die App zeigt zusätzlich zur Adresse ebenfalls ein aktuelles Foto des Haltepunktes an. Dieses können Sie als Fahrgast mit der Umgebung abgleichen, um festzustellen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.
Augmented-Reality-Funktion	Die App verfügt über eine Augmented-Reality-Funktion, die über die Kamera des Smartphones funktioniert. Wird die Kamera auf den Haltepunkt gerichtet, so erscheint eine virtuelle Markierung auf dem Bildschirm. Diese können Sie als Fahrgast nutzen (zusätzlich zur Adresse des Haltepunktes), um den Haltepunkt zu identifizieren.

4.3 Rekrutierung der Teilnehmer und Datenerhebung

Der Link zum Fragebogen wurde über die Twitter-Kanäle des DLR und des Reallabor Hamburgs sowie über die Testfahrerdatenbank des DLR verschickt. Zusätzlich wurde der Fragebogen über Facebook-Gruppen sowie die Webseiten SurveyCircle und PollPool verteilt, die speziell auf die Teilnehmerakquise für wissenschaftliche Arbeiten ausgerichtet sind. Weiterhin wurde der Fragebogen im privaten Umfeld des Autors verteilt und in der Region Köln wurden Flyer zur Bewerbung der Studie an öffentlichen Plätzen aufgehängt. Die Daten der quantitativen Fragebogenstudie wurden zwischen dem 23. Juli und dem 27. September 2021 erhoben.

4.4 Statistische Auswertung

Zur Untersuchung der Einflüsse auf die Fahrentscheidung wurden die Daten der Conjoint-Analyse bzw. der Entscheidungsaufgaben mithilfe einer bedingten logistischen Regression nach Aizaki und Nishimura (2008) ausgewertet. Bei einer Conjoint-Analyse sind laut Siddiqui (2013) mindestens 300 Teilnehmer nötig, um signifikante und aussagekräftige Ergebnisse erzielen zu können. Beim Vergleich von Subgruppen sind 200 Teilnehmer pro Gruppe nötig, um Aussagen bezüglich eventueller Unterschiede tätigen zu können (Siddiqui, 2013). Da bei der Untersuchung des Einflusses des Geschlechts, des Alters, des Mobilitätsverhaltens und des Kontextes auf die Fahrentscheidung jeweils zwei Subgruppen miteinander verglichen wurden, waren für die Conjoint-Analyse demnach mindestens 400 Teilnehmer notwendig.

Zur Analyse der Bewertungen der Wichtigkeit der Informationen und der Nützlichkeit der Identifikationsmethoden wurde jeweils eine ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Bezüglich der potentiell verfügbaren Informationen sind in einer ANOVA mit Messwiederholung und zehn Messungen bei einer nach Cohen (1988) mittleren Effektstärke von $\eta^2_p = .06$ und einer gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = .05$ insgesamt 312 Probanden nötig, um eine Teststärke von .9 zu erreichen (Hemmerich, 2020). Hinsichtlich der Identifikationsmethoden sind bei einer ANOVA mit fünf Messungen unter sonst gleichen Bedingungen 243 Probanden nötig, um eine Teststärke von .9 zu erreichen (Hemmerich, 2020).

5 Ergebnisse der Fragebogenstudie

5.1 Ausschlusskriterien für die Analyse

Um an der Befragung teilzunehmen, mussten die Teilnehmer mindestens 16 Jahre alt sein. Insgesamt wurde der Fragebogen von 468 Teilnehmern vollständig ausgefüllt. Vier Teilnehmer wurden von der Analyse ausgeschlossen, weil sie die Befragung in weniger als fünf Minuten abgeschlossen hatten, was Zweifel am gewissenhaften Ausfüllen der Studie aufkommen ließ. Außerdem wurden drei Teilnehmer ausgeschlossen, weil sie laut ihrer eigenen Angabe anhand der Beschreibung des Shuttle-Service, die im Rahmen der Umfrage präsentiert wurde, kein gutes Verständnis für den Service aufbauen konnten. Die im Folgenden beschriebenen Analysen wurden demnach mit insgesamt 461 Teilnehmern durchgeführt.

5.2 Beschreibung der Stichprobe

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmer betrug 34.20 Jahre ($SD = 12.46$), der Median lag bei 30 Jahren. Dabei waren der jüngste Teilnehmer 16 Jahre und der älteste Teilnehmer 70 Jahre alt. Bei der Frage nach dem Geschlecht gaben 190 Teilnehmer männlich (41.2%), 266 weiblich (57.7%) und fünf divers (1.1%) an. Von den Teilnehmern wohnten 29 (6.3%) in einer Landgemeinde (unter 2000 Einwohner), 29 (6.3%) in einer Landstadt (2000 – 5000 Einwohner), 57 (12.4%) in einer Kleinstadt (5000 – 20000 Einwohner), 86 (18.7%) in einer Mittelstadt (20000 – 100000 Einwohner), 170 (36.9%) in einer Großstadt (100000 – 1 Mio. Einwohner) und 90 (19.5%) in einer Millionenstadt (über 1 Mio. Einwohner).

Die beruflichen Ausbildungsabschlüsse der Teilnehmer sind in Tabelle 6 dargestellt. Insgesamt wurden von den 461 Teilnehmern 519 Angaben zu beruflichen Abschlüssen gemacht. Die Kombination von Universitätsabschluss und Promotion wurde mit 14 Nennungen dabei am häufigsten angegeben. Das statistische Bundesamt (2020) gibt an, dass in der deutschen Bevölkerung ab 15 Jahren ca. 17% der Personen über einen Universitätsabschluss und ca. 1% über eine Promotion verfügen. Im Vergleich fällt auf, dass Personen mit Universitätsabschluss (51.6%) und Promotion (6.5%) in der vorliegenden Studie deutlich überrepräsentiert waren. Darüber hinaus sind laut dem statistischen Bundesamt (2020) ca. 25% der Personen ohne beruflichen Bildungsabschluss, wobei sich ca. 16% dieser Personen nicht in schulischer oder beruflicher Bildung befinden. In der

vorliegenden Stichprobe sind Personen ohne beruflichen Bildungsabschluss, die sich nicht in beruflicher Ausbildung befinden, dagegen nahezu nicht vertreten (1.5%).

Tabelle 6

Berufliche Ausbildungsabschlüsse der Teilnehmer

Abschluss	Häufigkeit	Anteil
Noch in beruflicher Ausbildung	75	16.3%
Keine berufliche Ausbildung mit Abschluss	7	1.5%
Beruflich-betriebliche Berufsausbildung	58	12.6%
Beruflich-schulische Ausbildung	24	5.2%
Fachschule der DDR	3	0.7%
Fach-, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie	13	2.8%
Fachhochschulabschluss	68	14.8%
Universitätsabschluss	238	51.6%
Promotion	30	6.5%
Anderer beruflicher Ausbildungsabschluss	3	0.7%

Anmerkung. Die Angabe von mehreren Abschlüssen pro Teilnehmer war möglich.

Die höchsten allgemeinbildenden Schulabschlüsse der Teilnehmer sind in Tabelle 7 dargestellt. Das statistische Bundesamt (2020) gibt an, dass in der deutschen Bevölkerung ca. 29% der Personen über einen Hauptschulabschluss, ca. 24% über einen Realschulabschluss und ca. 33% über Fachhochschul- oder Hochschulreife verfügen. Dabei fällt auf, dass Personen mit Fachhochschul- oder Hochschulreife (78.1%) in der vorliegenden Stichprobe stark überrepräsentiert sind, während Personen mit Hauptschulabschluss (1.1%) und Realschulabschluss (5.6%) deutlich unterrepräsentiert sind.

Von den Teilnehmern gaben 430 (93.3%) an, in ihrer körperlichen Mobilität nicht eingeschränkt zu sein. Darüber hinaus gaben 10 (2.2%) Teilnehmer eine Gehbehinderung, ein Teilnehmer (0.2%) die Nutzung eines Rollstuhls, ein Teilnehmer (0.2%) die Nutzung einer Gehhilfe und neun (2.0%) Teilnehmer eine anderweitige Einschränkung der körperlichen Mobilität an.

Tabelle 7*Höchste allgemeinbildende Schulabschlüsse der Teilnehmer*

Abschluss	Häufigkeit	Anteil
(Noch) kein Schulabschluss	1	0.2%
Hauptschulabschluss (Volksschulabschluss)	5	1.1%
Realschulabschluss (Mittlere Reife)	26	5.6%
Polytechnische Oberschule der DDR	1	0.2%
Fachhochschulreife	42	9.1%
Hochschulreife (Abitur, EOS)	360	78.1%
Abitur über zweiten Bildungsweg	23	5.0%
Anderer Schulabschluss	2	0.4%

Die Affinität für technologische Innovation der Teilnehmer, welche mit dem Item „In meinem Freundes- und Bekanntenkreis gehöre ich normalerweise eher zu den letzten, die neue Technik ausprobieren.“ (Goldsmith & Hofacker, 1991) gemessen wurde, ergab auf einer Skala von 1 („Stimmt überhaupt nicht“) bis 7 („Stimmt genau“) einen Mittelwert von 3.08 ($SD = 1.73$). 210 (45.6%) der Teilnehmer antworteten mit den niedrigsten Antwortoptionen 1 oder 2 und bescheinigten sich selbst damit eine hohe Affinität für technologische Innovationen, während nur 51 (11.1%) der Teilnehmer die höchsten Antwortoptionen 6 oder 7 auswählten. Die Antworten zur Messung der Einstellung gegenüber autonomen Fahrzeugen mit dem Item „Ich habe Bedenken mit Blick auf das Fahren oder Mitfahren in einem autonomen oder selbstfahrenden Fahrzeug.“ (Charness et al., 2018) ergaben auf einer Skala von 1 („Stimmt überhaupt nicht“) bis 7 („Stimmt genau“) einen Mittelwert von 3.43 ($SD = 1.88$). Dabei antworteten 195 (42.3%) der Teilnehmer mit den niedrigsten Antwortmöglichkeiten 1 oder 2, während nur 79 (17.1%) die höchstmöglichen Optionen 6 oder 7 angaben.

Das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer wurde für die Verkehrsmittel PKW, Motorrad, ÖPNV, Regionalbahn, Fahrrad und das Zufußgehen erhoben. Dabei konnte die Häufigkeit der Nutzung in sechs Ausprägungen angegeben werden: „nie“, „einmal pro Monat oder seltener“, „zwei- oder dreimal pro Monat“, „einmal pro Woche“, „zwei- oder dreimal pro Woche“ und „(nahezu) täglich“. Um die Repräsentativität der Stichprobe zu

überprüfen, wurde pro Verkehrsmittel der Anteil an Teilnehmern berechnet, die eine Nutzung von mindestens einmal pro Woche berichteten, und mit den Daten der Studie „Mobilität in Deutschland“ (Nobis & Kuhnimhof, 2018) verglichen. Die Anteile der vorliegenden Studie und die Referenzwerte von Nobis und Kuhnimhof sind in Tabelle 8 dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass die Referenzwerte vor der COVID-19-Pandemie erhoben wurden, während die Erhebung der vorliegenden Studie während der Pandemie erfolgte. In einer Studie von König und Dreßler (2021) gaben 37% der Befragten an, ihr Mobilitätsverhalten im Zusammenhang mit der Pandemie verändert zu haben, wobei insbesondere die Nutzung des ÖPNV zurückging. Vor diesem Hintergrund ist besonders auffällig, dass in der vorliegenden Stichprobe der ÖPNV wesentlich mehr genutzt wurde als in den Referenzwerten der gesamten Bevölkerung. Außerdem nutzten die Teilnehmer der vorliegenden Studie überdurchschnittlich häufig das Fahrrad und unterdurchschnittlich häufig das Auto.

Tabelle 8

Übersicht der mindestens wöchentlichen Nutzer pro Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Anteil an mindestens wöchentlichen Nutzern (vorliegende Stichprobe)	Referenzwerte (Nobis & Kuhnimhof, 2018)
PKW	57%	76%
Motorrad	4%	-
ÖPNV	44%	23%
Regionalbahn	16%	-
Fahrrad	56%	34%
Zufußgehen	65%	69%

Anmerkung. Die Referenzwerte entstammen der Studie „Mobilität in Deutschland“ (Nobis & Kuhnimhof, 2018), bei der über 300000 Teilnehmer befragt wurden.

Für die weitere Analyse des Mobilitätsverhaltens wurden die Teilnehmer für jedes Verkehrsmittel in die Kategorien „regelmäßige Nutzer“ und „nicht regelmäßige Nutzer“ eingeteilt. Bei einer Angabe von „2- oder 3-mal pro Woche“ oder „(nahezu) täglich“ wurden die Teilnehmer für dieses Verkehrsmittel als regelmäßige Nutzer klassifiziert, alle anderen Angaben führten zu einer Klassifizierung als nicht regelmäßige Nutzer. Der Anteil an regelmäßigen Nutzern pro Kategorie ist in Tabelle 9 dargestellt. Anschließend wurden die Verkehrsmittel noch einmal in die drei Kategorien „Motorisierter Individualverkehr“ (PKW

und Motorrad), „Öffentlicher Personenverkehr“ (ÖPNV und Regionalbahn) und „Nichtmotorisierter Individualverkehr“ (Fahrrad und Zufußgehen) zusammengefasst. Dabei wurde ein Teilnehmer einer Oberkategorie als regelmäßiger Nutzer zugeordnet, wenn er in mindestens einer der Subkategorien als regelmäßiger Nutzer klassifiziert wurde. Jeder Teilnehmer konnte somit in mehreren der Kategorien als regelmäßiger Nutzer klassifiziert werden. Der Anteil an Teilnehmern in den Oberkategorien ist ebenfalls in Tabelle 9 dargestellt. In Tabelle 10 findet sich eine Übersicht der multimodalen Nutzer, welche in mehr als einer der Oberkategorien als regelmäßiger Nutzer klassifiziert wurden.

Tabelle 9

Übersicht über das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer

Kategorie	Häufigkeit	Anteil	Subkategorie	Häufigkeit	Anteil
Motorisierter Individualverkehr	213	46.2%	PKW	206	44.7%
			Motorrad	12	2.6%
Öffentlicher Personenverkehr	171	37.1%	ÖPNV	164	35.6%
			Regionalbahn	44	9.5%
Nichtmotorisierter Individualverkehr	320	69.4%	Zufußgehen	230	49.9%
			Fahrrad	202	43.8%

Anmerkung. Dargestellt sind die Anzahl und der Anteil der regelmäßigen Nutzer pro Verkehrsmittel. Als regelmäßige Nutzer wurden Teilnehmer klassifiziert, wenn sie das Verkehrsmittel mindestens „2- oder 3-mal pro Woche“ nutzen.

Tabelle 10

Übersicht über die multimodalen Teilnehmer

Regelmäßige Nutzung von...	Häufigkeit	Anteil
Motorisierter Individualverkehr & Nichtmotorisierter Individualverkehr	112	24.3%
Öffentlicher Personenverkehr & motorisierter Individualverkehr	42	9.1%
Nichtmotorisierter Individualverkehr & öffentlicher Personenverkehr	128	27.8%
Motorisierter Individualverkehr & nichtmotorisierter Individualverkehr & öffentlicher Personenverkehr	27	5.9%

5.3 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung

Die Daten aus den Entscheidungsaufgaben des Fragebogens wurden mithilfe einer bedingten logistischen Regression nach Aizaki und Nishimura (2008) ausgewertet. Hierzu wurden die Rohdaten mithilfe eines eigens programmierten Python-Skripts in die von Aizaki und Nishimura (2008) beschriebene Form transformiert und anschließend mithilfe des survival-Pakets (Therneau, 2015) in R (R Core Team, 2018) ausgewertet. Zunächst musste aber das konkrete auszuwertende Modell mit den relevanten Haupt- und Interaktionseffekten definiert werden. Die Auswahl des Modells ist entscheidend, um sowohl eine Unter- als auch Überanpassung an die Daten zu vermeiden. In der vorliegenden Studie wurde das bestmögliche Modell anhand von Akaikes Informationskriterium (AIC) ausgewählt. Laut Burnham und Anderson (2002) sollte das korrigierte Akaike Informationskriterium (AICc) zur Auswahl genutzt werden, wenn $N / K \leq 40$, wobei N die Anzahl der Teilnehmer und K die Anzahl der Parameter bzw. die Anzahl der im Modell inkludierten Effekte ist. Da dies bei der vorliegenden Studie bereits ab einer Parameteranzahl von 12 der Fall ist, wurde aufgrund der Vielzahl an Interaktionseffekten, die potentiell in das Modell aufgenommen werden könnten, das AICc zur Selektion verwendet. Als Ausgangspunkt wurde zunächst das Modell mit den Haupteffekten aller Ausprägungen der sechs Faktoren definiert. Hierbei wurde jede der insgesamt 18 Ausprägungen durch eine Dummy-Variable repräsentiert, die das Vorhandensein bzw. die Abwesenheit der jeweiligen Ausprägung mit 1 bzw. 0 kodiert. Dann wurde dieses Ausgangsmodell schrittweise um Interaktionseffekte erster Ordnung erweitert. In jedem Schritt wurde dabei stets der Interaktionseffekt hinzugefügt, der die größte Verbesserung des AICc mit sich brachte. Sobald das Hinzufügen von Interaktionseffekten erster Ordnung bei keinem der Interaktionseffekte mehr eine Verbesserung des AICc ergab, wurde der Vorgang beendet. Die möglichen Interaktionseffekte ergaben sich auf der einen Seite aus den sechs zu untersuchenden Faktoren Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt sowie Identifikation des Haltepunktes und auf der anderen Seite aus den Variablen Geschlecht, Altersgruppe, regelmäßige Nutzung des motorisierten Individualverkehrs, regelmäßige Nutzung des öffentlichen Personenverkehrs sowie regelmäßige Nutzung des nicht motorisierten Individualverkehrs. Die Einteilung der Stichprobe in eine jüngere und eine ältere Altersgruppe erfolgte dabei mithilfe eines Mediansplits anhand des Medians von 30 Jahren. Um den Einfluss des Geschlechts zu untersuchen, wurden die fünf Teilnehmer, die ein diverses Geschlecht angegeben hatten,

aufgrund der geringen Gruppengröße von der Auswertung der Conjoint-Analyse ausgeschlossen. Die Auswertung der Conjoint-Analyse erfolgte demnach mit 456 Teilnehmern. Die Interaktionseffekte, die anhand der beschriebenen Vorgehensweise zusätzlich zu den Haupteffekten der Ausprägungen der Faktoren in das finale Modell aufgenommen wurden, sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11

In der Conjoint-Analyse untersuchte Interaktionseffekte

Faktor	Interaktion mit
Fahrpreis	Geschlecht
Fahrtdauer	Geschlecht
	Regelmäßige Nutzung von Nichtmotorisiertem Individualverkehr
Weglänge zum Haltepunkt	Regelmäßige Nutzung von Motorisiertem Individualverkehr
Verfügbare Informationen	Altersgruppe
	Kontext
Navigation zum Haltepunkt	Altersgruppe
	Regelmäßige Nutzung von Motorisiertem Individualverkehr
Identifikation des Haltepunktes	Altersgruppe
	Regelmäßige Nutzung von Motorisiertem Individualverkehr
	Regelmäßige Nutzung von Öffentlichem Personenverkehr

Da jeder der 456 Teilnehmer insgesamt 18 Entscheidungsaufgaben absolviert hat, wurden insgesamt 8208 Entscheidungsaufgaben beantwortet. Da jede Entscheidungsaufgabe drei verschiedene Entscheidungsoptionen (zwei Fahrprofile und die Option, keines der beiden Fahrprofile zu wählen) beinhaltet, sind über alle Teilnehmer hinweg 24624 separate

Entscheidungen für oder gegen eine bestimmte Entscheidungsoption in die Analyse eingegangen. Im Rahmen der bedingten logistischen Regression wurde die Maximum-Likelihood-Schätzung zur Schätzung der Regressionskoeffizienten nach Aizaki und Nishimura (2008) mithilfe der clogit-Funktion des survival-Pakets (Therneau, 2015) in R (R Core Team, 2018) durchgeführt. Das ausgewählte Modell passte dabei sehr gut auf die erhobenen Daten ($X^2(24, N = 24624) = 7363, p < .001$).

Tabelle 12

Haupteffekte der Ausprägungen der Faktoren der Servicegestaltung in der bedingten logistischen Regression

Faktor	Ausprägung	β	Exp(β)	Se(β)	Z	p
Fahrpreis	2.50 €	-	-	-	-	-
	3.00 €	-0.78	0.46	0.09	-8.56	< .001
	3.50 €	-1.06	0.35	0.14	-7.60	< .001
Fahrtdauer	10 min	-	-	-	-	-
	20 min	-0.92	0.40	0.08	-10.88	< .001
	30 min	-1.59	0.20	0.15	-10.83	< .001
Verfügbare Informationen	Abfahrtszeit	-	-	-	-	-
	Abfahrtszeit + Ankunftszeit	0.68	1.97	0.10	6.98	< .001
	Abfahrtszeit + Ankunftszeit + Route	1.78	5.91	0.16	11.43	< .001
	Abfahrtszeit + Ankunftszeit + Route + Verspätungen					
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	-	-	-	-	-
	300 m	-0.39	0.68	0.06	-6.58	< .001
	500 m	-0.77	0.46	0.07	-10.87	< .001

Faktor	Ausprägung	β	Exp(β)	Se(β)	Z	p
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	-	-	-	-	-
	Adresse + Karte	0.23	1.26	0.07	3.31	< .001
	Adresse + Karte + Navigation	0.82	2.27	0.09	9.25	< .001
Identifikation des Haltepunktes	Kein Feature	-	-	-	-	-
	Foto	0.69	1.99	0.06	10.72	< .001
	Augmented Reality	0.93	2.53	0.10	9.58	< .001

Anmerkung. Anzahl der Beobachtungen $N = 24624$. Die erste Stufe jedes Faktors ist die Referenzstufe für die nachfolgenden Stufen. p -Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt.

Im Rahmen der 8208 Entscheidungsaufgaben haben sich die Teilnehmer in 7505 (91.4%) der Aufgaben für eines der beiden dargebotenen Fahrprofile entschieden, in den restlichen 703 (8.6%) Entscheidungen wurde keines der beiden Fahrprofile gewählt. Die Ergebnisse der bedingten logistischen Regression sind in Tabelle 12 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Haupteffekte jeweils nur im Vergleich zu ihren Referenzwerten interpretiert werden können. Als Referenzwerte für eine Shuttelfahrt wurden jeweils die geringsten Ausprägungen jedes Faktors festgesetzt: ein Fahrpreis von 2.50 €, eine Fahrtdauer von 10 Minuten, eine Weglänge zum Haltepunkt von 100 Metern, verfügbare Informationen im Umfang der Adresse, eine Navigation zum Haltepunkt anhand der Adresse und keine Unterstützung bei der Identifikation des Haltepunktes. Im Vergleich zu diesen Referenzwerten können die Angaben in Tabelle 12 interpretiert werden. Eine Erhöhung des Fahrpreises von 2.50 € auf 3.00 € verändert beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, dass die entsprechende Fahrt gewählt wird, um einen Faktor von 0.46 ($\text{Exp}(\beta) = 0.46$). Die Wahrscheinlichkeit, dass die Fahrt gewählt wird, würde sich im Falle einer Preiserhöhung von 2.50 € auf 3.00 € bei sonst gleichen Faktorausprägungen demnach auf 46% der Wahrscheinlichkeit einer Referenzfahrt für 2.50 € reduzieren. Die aus Sicht der Nutzer optimale Shuttelfahrt, die mithilfe der möglichen Ausprägungen erstellt werden kann, lässt sich somit ebenfalls ablesen. Es handelt sich demnach um eine zehnminütige Fahrt für einen

Fahrpreis von 2.50€, bei welcher die Nutzer Informationen bezüglich der Abfahrtszeit, der Ankunftszeit, der Fahrtroute und möglichen Verspätungen, inklusive Begründungen, zur Verfügung gestellt bekommen. Die Nutzer navigieren dabei mithilfe einer Adressangabe, einer interaktiven Karte sowie schriftlicher und sprachlicher Navigationsanweisungen zum 100 Meter entfernten Haltepunkt und identifizieren dessen genaue Position mithilfe einer Augmented-Reality-Funktion.

Tabelle 13

Relative Wichtigkeiten der Faktoren der Servicegestaltung bei der Entstehung der Fahrtenentscheidung

Faktor	Spannweite	Relative Wichtigkeit
Verfügbare Informationen	1.78	25.6%
Fahrdauer	1.59	22.9%
Fahrpreis	1.06	15.2%
Identifikation des Haltepunktes	0.93	13.4%
Navigation zum Haltepunkt	0.82	11.8%
Weglänge zum Haltepunkt	0.77	11.1%

Neben dem Einfluss der Faktorausprägungen auf die Fahrtenentscheidung, wurde außerdem die relative Wichtigkeit der Faktoren berechnet. Diese gibt an, wie hoch der anteilige Einfluss eines Faktors bei der Fahrtenentscheidung ist und wird berechnet, indem die Spannweite der Teilnutzenwerte (β) aller Ausprägungen eines Faktors durch die Summe der Spannweiten aller Faktoren dividiert wird. Die relativen Wichtigkeiten der Faktoren sind in Tabelle 13 dargestellt. Hinsichtlich der Forschungsfrage 1 zeigte sich, dass die verfügbaren Informationen die größte relative Wichtigkeit für eine Fahrtenentscheidung besaßen (25.6%). Eine Fahrt, bei der neben der Abfahrtszeit auch Informationen über die Ankunftszeit, die Fahrtroute und eventuelle Verspätungen verfügbar sind, wurde fast sechsmal häufiger gewählt als eine Fahrt, bei der nur die Abfahrtszeit verfügbar ist ($\beta = 1.78$, $\text{Exp}(\beta) = 5.91$). Den zweitgrößten Einfluss hatte die Fahrdauer (22.9%), wobei eine Fahrt von 30 Minuten Dauer im Gegensatz zu einer Fahrt von 10 Minuten Dauer fünfmal seltener gewählt wurde

($\beta = -1.59$, $\text{Exp}(\beta) = 0.20$). Anschließend folgte der Fahrpreis (15.2%), der die Wahrscheinlichkeit für eine Fahrtentscheidung bei einer Erhöhung von 2.50€ auf 3.50€ ($\beta = -1.06$, $\text{Exp}(\beta) = 0.35$) auf knapp ein Drittel reduzierte. Dann folgten die Identifikation des Haltepunktes (13.4%), wobei sich die Wahrscheinlichkeit einer Fahrtentscheidung bei einer Identifikation via Augmented Reality mehr als verdoppelt ($\beta = 0.93$, $\text{Exp}(\beta) = 2.53$) und anschließend die Navigation zum Haltepunkt (11.8%), wobei ebenfalls eine Verdopplung der Wahrscheinlichkeit für eine Fahrtentscheidung eintrat, wenn via Adresse, Karte und Navigationsanweisungen zum Haltepunkt navigiert werden konnte ($\beta = 0.82$, $\text{Exp}(\beta) = 2.27$). Abschließend folgte die Weglänge zum Haltepunkt (11.1%), die als am wenigsten wichtiger Faktor dennoch in der Lage war, die Wahrscheinlichkeit für eine Fahrtentscheidung bei einer Weglänge von 500 Metern auf weniger als die Hälfte zu reduzieren ($\beta = -0.77$, $\text{Exp}(\beta) = 0.46$).

Tabelle 14

Interaktionseffekte von Faktoren der Servicegestaltung mit den Merkmalen der potentiellen Nutzer und des Kontextes in der bedingten logistischen Regression

Faktor	Interaktion mit...	β	$\text{Exp}(\beta)$	$\text{Se}(\beta)$	Z	p
Fahrpreis	Geschlecht	-0.13	0.88	0.05	-2.83	.005
Fahrtdauer	Geschlecht	-0.11	0.90	0.05	-2.34	.019
	Nichtmotorisierter Individualverkehr	-0.08	0.93	0.05	-1.59	.111
Weglänge zum Haltepunkt	Motorisierter Individualverkehr	-0.07	0.93	0.04	-1.66	.096
Verfügbare Informationen	Altersgruppe	-0.18	0.83	0.05	-3.83	< .001
	Kontext	-0.30	0.74	0.04	-6.80	< .001

Faktor	Interaktion mit...	β	Exp(β)	Se(β)	Z	p
Navigation zum Haltepunkt	Altersgruppe	-0.26	0.77	0.05	-5.56	< .001
	Motorisierter Individualverkehr	-0.06	0.94	0.05	-1.35	.176
Identifikation des Haltepunktes	Altersgruppe	-0.23	0.79	0.04	-5.41	< .001
	Motorisierter Individualverkehr	-0.05	0.95	0.05	-1.08	.281
	Öffentlicher Personenverkehr	-0.10	0.91	0.05	-2.12	.034

Anmerkung. Anzahl der Beobachtungen $N = 24624$. p -Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt. Die Referenzwerte entsprechen einer weiblichen Nutzerin der jüngeren Altersgruppe (≤ 30 Jahre), einer Fahrt zum Bahnhof sowie einer unregelmäßigen Nutzung von motorisiertem Individualverkehr, nichtmotorisiertem Individualverkehr und öffentlichem Personenverkehr.

Die Ergebnisse der Analyse der Interaktionseffekte sind in Tabelle 14 dargestellt. Auch die Interaktionseffekte können nur im Kontext ihrer Referenzwerte interpretiert werden. Bei den Referenzwerten handelt es sich um eine weibliche Nutzerin aus der jüngeren Altersgruppe (≤ 30 Jahre), die den Shuttle-Service für eine Fahrt zum Bahnhof nutzen möchte und sowohl den motorisierten Individualverkehr, als auch den nichtmotorisierten Individualverkehr und den öffentlichen Personenverkehr nicht regelmäßig nutzt.

Die Untersuchung des Einflusses der demografischen Merkmale zur Beantwortung der Forschungsfrage 1.1 offenbarte mehrere signifikante Interaktionseffekte. Bezüglich der Altersgruppe wurde ein signifikanter Interaktionseffekt mit der Art der Navigation zum Haltepunkt, der Art der Identifikation des Haltepunktes und den verfügbaren Informationen gefunden. Bei der jüngeren Hälfte der Teilnehmer haben die Methode der Navigation zum Haltepunkt ($\beta = -0.26$, $\text{Exp}(\beta) = 0.77$), die Methode zur Identifikation des Haltepunktes ($\beta = -0.23$, $\text{Exp}(\beta) = 0.79$) und die verfügbaren Informationen ($\beta = -0.18$, $\text{Exp}(\beta) = 0.83$) einen größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung als bei älteren Teilnehmern. Das Geschlecht der Teilnehmer interagiert sowohl mit der Wichtigkeit der Fahrdauer, als auch mit der Wichtigkeit des Fahrpreises für die Fahrtentscheidung. So sind die Fahrdauer

($\beta = -0.11$, $\text{Exp}(\beta) = 0.90$) und der Fahrpreis ($\beta = -0.13$, $\text{Exp}(\beta) = 0.88$) bei männlichen Teilnehmern weniger ausschlaggebend als bei weiblichen Teilnehmern.

Für die Forschungsfrage 1.2 wurde der Einfluss des Mobilitätsverhaltens auf die Entstehung der Fahrtentscheidung weiter analysiert, wobei lediglich für die ÖPNV-Nutzung ein signifikanter Effekt gefunden wurde. Es zeigte sich, dass die Methode zur Identifikation des Haltepunktes bei Teilnehmern, die nicht regelmäßig den ÖPNV oder die Regionalbahn nutzen, einen größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung hat als bei regelmäßigen Nutzern des ÖPNV ($\beta = -0.10$, $\text{Exp}(\beta) = 0.91$).

Abschließend wurde für die Forschungsfrage 1.3 der Einfluss des Kontextes untersucht, wobei sich eine Interaktion mit den verfügbaren Informationen zeigte. Im Szenario einer Fahrt zum Bahnhof hatten die zur Verfügung stehenden Informationen einen wesentlich größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung als bei einer Fahrt in den Park ($\beta = -0.30$, $\text{Exp}(\beta) = 0.74$).

5.4 Informationsbedarf der Nutzer

Im Rahmen des Fragebogens wurden die Teilnehmer gebeten, sich in den Buchungsprozess für eine Fahrt mit dem Shuttle hineinzusetzen. Dabei sollten sie bewerten, wie wichtig ihnen in diesem Schritt die Verfügbarkeit verschiedener Informationen wäre. Die Mittelwerte der subjektiven Wichtigkeit sind für alle Informationen in Tabelle 15 dargestellt. Um die Bewertungen weiter zu analysieren, wurde eine einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Da die vorliegende Stichprobe für jede der Gruppen ausreichend groß ist ($N \geq 30$), konnte nach dem zentralen Grenzwertsatz eine annähernd normalverteilte Stichprobenverteilung angenommen werden (Bortz & Schuster, 2010). Der Mauchly-Test ergab eine Verletzung der Voraussetzung der Sphärizität ($X^2(44) = 1786.17$, $p = .020$), weshalb die Freiheitsgrade mithilfe der Greenhouse-Geisser Korrektur angepasst wurden. Die ANOVA zeigte, dass sich die Bewertungen der verschiedenen potentiell verfügbaren Informationen signifikant voneinander unterscheiden, $F(4.82, 2216.11) = 554.42$, $p < .001$, partielles $\eta^2 = .55$.

Tabelle 15*Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informationen*

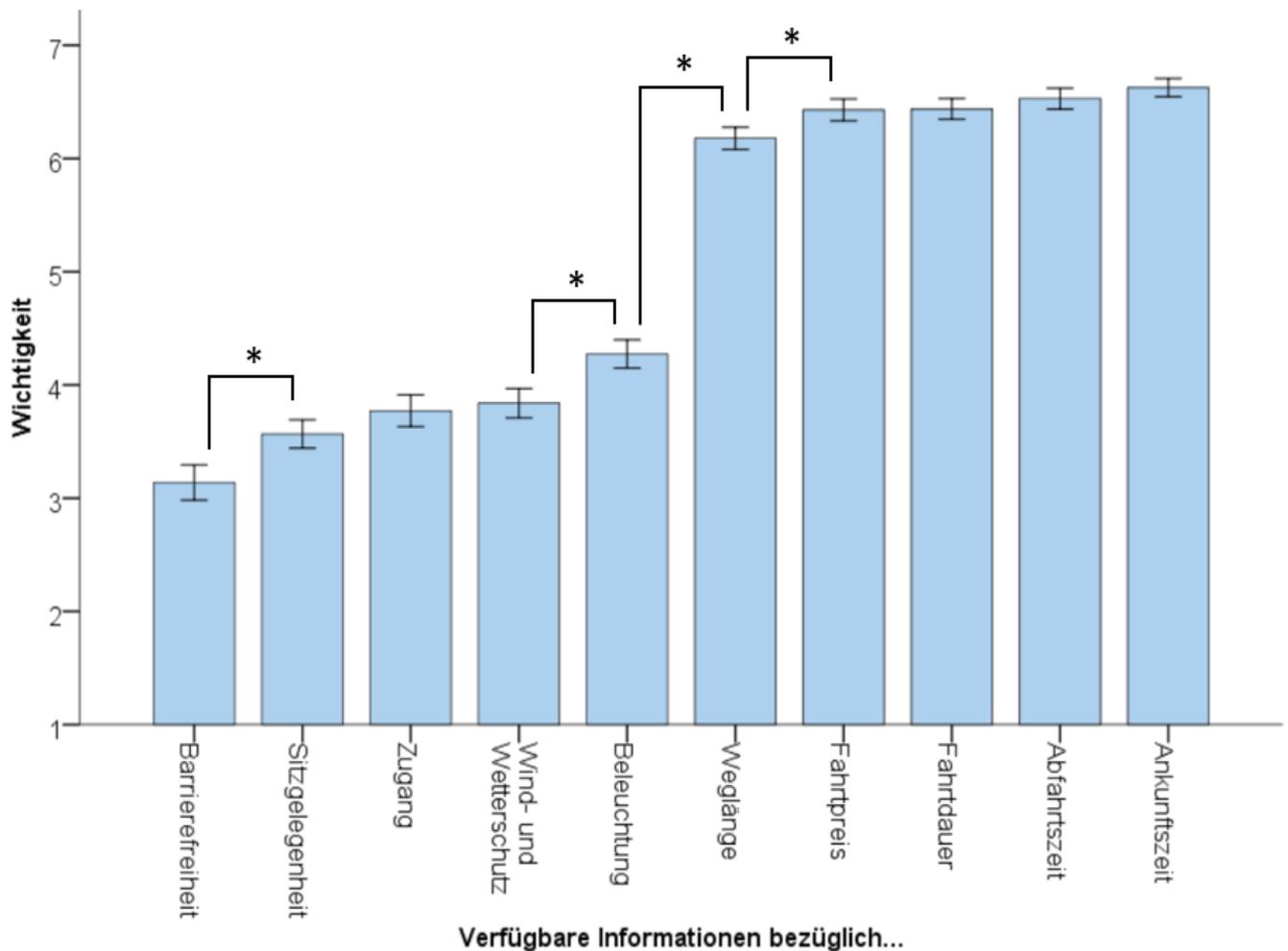
Information	<i>M</i>	<i>SD</i>
Ankunftszeit	6.63	0.72
Abfahrtszeit	6.53	0.89
Fahrdauer	6.44	0.88
Fahrpreis	6.43	0.91
Weglänge zum Haltepunkt	6.18	1.07
Beleuchtung am Haltepunkt	4.27	1.78
Wind- und Wetterschutz am Haltepunkt	3.84	1.76
Zugang zum Fahrzeug am Haltepunkt	3.77	1.95
Sitzgelegenheit am Haltepunkt	3.57	1.83
Barrierefreiheit des Weges zum Haltepunkt	3.14	2.04

Anmerkung. Erhoben auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“).

Um konkretere Aussagen bezüglich der Unterschiede in den Bewertungen treffen zu können, wurden nach Bonferroni korrigierte Post-Hoc-Tests durchgeführt. In Abbildung 2 sind die Mittelwerte der Bewertungen aller Informationen inklusive Fehlerbalken abgebildet. Die Größe der Fehlerbalken wurde dabei wie von Field (2009) beschrieben korrigiert, um den Standardfehler vom Zwischensubjektanteil der Varianz zu bereinigen. Die kompletten Ergebnisse der paarweisen Vergleiche sind außerdem in Tabelle A1 in Anhang A dargestellt. Die als am wichtigsten bewertete Information der Ankunftszeit unterscheidet sich demnach nicht signifikant von der Bewertung der Abfahrtszeit ($p = .754$). Weiterhin unterscheiden sich die Bewertungen der Abfahrtszeit, des Fahrpreises und der Fahrdauer allesamt nicht signifikant voneinander ($p = 1$). Die Bewertung des Zugangs zum Fahrzeug unterscheidet sich nicht signifikant von der Bewertung des Wind-/Wetterschutzes ($p = 1$) und der Sitzgelegenheit ($p = .929$). Die restlichen paarweisen Vergleiche ergaben bei einem Signifikanz-Niveau von .05 einen signifikanten Unterschied der Bewertungen.

Abbildung 2

Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informatione



Anmerkung. Bewertungen auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“). Fehlerbalken um den Zwischensubjektanteil korrigiert nach Field (2009). Signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Bewertungen zweier in der Sortierung nach Mittelwert aufeinanderfolgender Informationen sind mit * gekennzeichnet.

Die Effektstärken hinsichtlich der Unterschiede zwischen den einzelnen Informationen sind in Tabelle A1 in Anhang A dargestellt. Anhand dieser kann man die potentiell verfügbaren Informationen auch grob in zwei Gruppen einteilen, eine besonders wichtige und eine weniger wichtige Gruppe. Zu den besonders wichtigen Informationen zählen demnach die Ankunftszeit, die Abfahrtszeit, die Fahrdauer, der Fahrpreis und die Weglänge zum Haltepunkt. Zu den weniger wichtigen Informationen zählen die Beleuchtung, der Wind- und Wetterschutz, der Zugang zum Fahrzeug, die Sitzgelegenheit und die Barrierefreiheit. So gibt es nach Cohen (1988) innerhalb der besonders wichtigen und der weniger wichtigen Gruppe mit einer Ausnahme nur geringe Effektstärken hinsichtlich der Unterschiede der Bewertungen (Cohens $d \leq 0.49$). Lediglich der

Unterschied zwischen den Bewertungen zur Beleuchtung und der Barrierefreiheit ist als mittlerer Effekt einzuschätzen (Cohens $d = 0.59$). Auf der anderen Seite ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen sehr groß, auch der geringste Unterschied, konkret zwischen den Bewertungen der Weglänge zum Haltepunkt und der Beleuchtung, ist laut Cohen (1988) eindeutig als großer Effekt zu klassifizieren (Cohens $d = 1.30$). Bezüglich der weniger wichtigen Informationen fällt jedoch auf, dass sie mit Mittelwerten zwischen 3.14 und 4.27 auf der Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“) immer noch als moderat wichtig angesehen wurden.

5.5 Identifikation der Haltepunkte

Im Verlauf des Fragebogens wurden die Teilnehmer gebeten, sich vorzustellen, dass sie eine Fahrt mit dem Shuttle-Service gebucht haben und sich auf den Weg zum Haltepunkt begeben haben. Dann wurden den Teilnehmern verschiedenen Methoden zur Identifikation des Haltepunktes vorgestellt, welche sie hinsichtlich ihrer Nützlichkeit auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“) bewerten sollten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 dargestellt. Um die Bewertungen zu analysieren, wurde eine einfaktorielle ANOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Da die vorliegende Stichprobe für jede der Gruppen ausreichend groß ist ($N \geq 30$), wurde erneut dem zentralen Grenzwertsatz nach eine annähernd normalverteilte Stichprobenverteilung angenommen (Bortz & Schuster, 2010). Die Sphärizität der Daten konnte durch einen Mauchly-Test nachgewiesen werden ($X^2(9) = 31.35, p = .934$). Die ANOVA zeigte, dass sich die Bewertungen der verschiedenen Identifikationsmethoden signifikant voneinander unterscheiden, $F(4, 1840) = 24.35, p < .001$, partielles $\eta^2 = .50$.

Tabelle 16

Nützlichkeit der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation

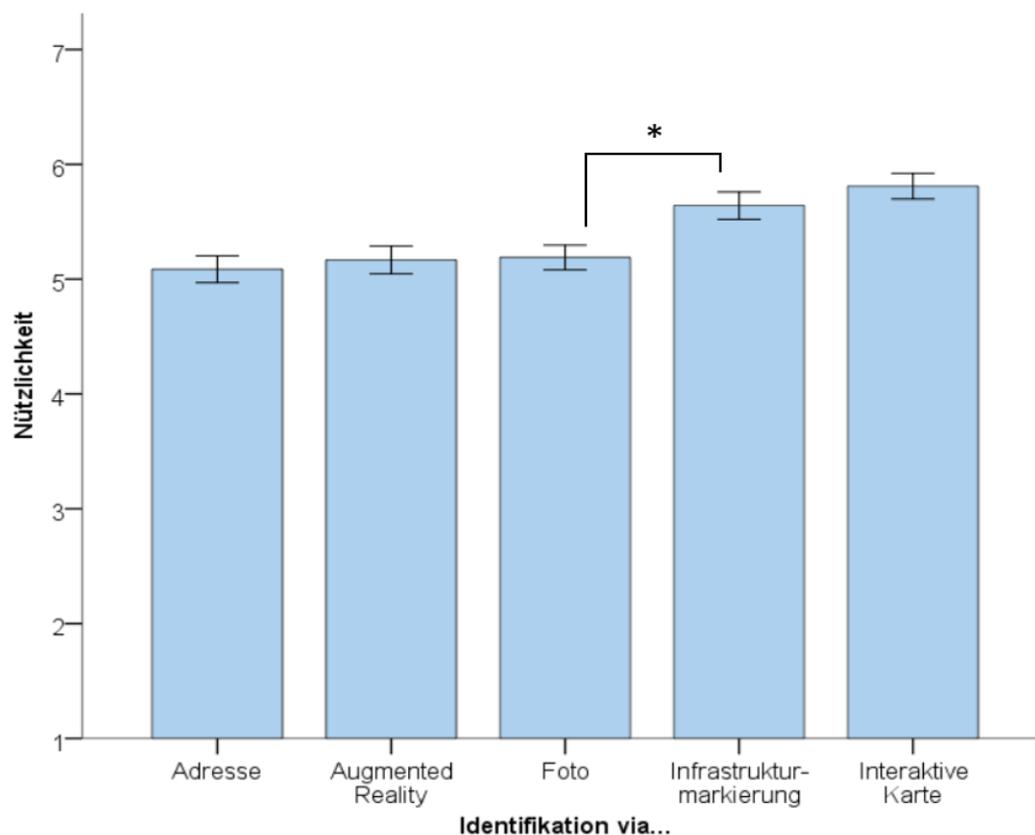
Identifikation via...	<i>M</i>	<i>SD</i>
Interaktive Karte	5.81	1.29
Infrastrukturmarkierung	5.64	1.53
Foto	5.19	1.56
Augmented-Reality-Funktion	5.17	1.66
Adresse	5.09	1.53

Anmerkung. Erhoben auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“).

Um die Unterschiede zwischen den Bewertungen der Methoden genauer zu untersuchen, wurden nach Bonferroni korrigierte Post-Hoc-Tests durchgeführt. In Abbildung 3 sind die mittleren Bewertungen der verschiedenen Identifikationsmethoden inklusive Fehlerbalken abgebildet. Erneut wurde die Größe der Fehlerbalken nach Field (2009) korrigiert. Die ausführlichen Ergebnisse aller paarweisen Vergleiche sind in Tabelle A2 in Anhang A dargestellt. Es zeigte sich, dass sich die Bewertungen der Identifikationsmethoden via Adresse, Foto und Augmented-Reality-Funktion nicht signifikant voneinander unterscheiden ($p = 1$). Außerdem unterscheiden sich die Bewertungen der Identifikation via Infrastrukturmarkierung und via interaktiver Karte nicht signifikant voneinander ($p = .63$). Die Identifikation via Infrastrukturmarkierung und die Identifikation via interaktiver Karte unterscheiden sich aber jeweils signifikant von den übrigen drei Methoden ($p < .001$). Die Methoden via Infrastrukturmarkierung und via interaktiver Karte wurden somit hinsichtlich ihrer Nützlichkeit am höchsten bewertet.

Abbildung 3

Nützlichkeit der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation



Anmerkung. Bewertungen auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“). Fehlerbalken um den Zwischensubjektanteil korrigiert nach Field (2009). Signifikante Unterschiede ($p < .05$) in den Bewertungen zweier in der Sortierung nach Mittelwert aufeinanderfolgender Identifikationsmethoden sind mit * gekennzeichnet.

Schaut man sich die Effektstärken der Unterschiede zwischen den Bewertungen an, so fällt auf, dass diese allesamt relativ gering ausfallen. Die Unterschiede zwischen der Identifikation via Infrastrukturmarkierung und den weniger nützlich bewerteten Methoden via Foto (Cohens $d = 0.29$), Augmented Reality (Cohens $d = 0.29$) und Adresse (Cohens $d = 0.36$) sind allesamt nur kleine Effekte (Cohen, 1988). Auch die Unterschiede zwischen der Identifikation via interaktiver Karte und den weniger nützlichen Methoden via Foto (Cohens $d = 0.43$) und Augmented Reality (Cohens $d = 0.43$) sind kleine Effekte. Lediglich der Unterschied zwischen den Methoden via interaktiver Karte und via Adresse (Cohens $d = 0.51$) ist laut Cohen (1988) knapp als mittlerer Effekt einzustufen. Die kompletten Effektstärken anhand von Cohens d sind in Tabelle A2 in Anhang A dargestellt.

5.6 Weitere Analysen

Die Nutzerakzeptanz für ein Produkt oder einen Service hängt nicht nur von den Eigenschaften des betrachteten Objektes ab, sondern wird auch entscheidend von den Eigenschaften des betreffenden Akzeptanzsubjekts, also des Nutzers, beeinflusst. Bei der Untersuchung der Entstehung der Fahrtentscheidung konnte bereits gezeigt werden, dass sich der Einfluss der unterschiedlichen Servicefaktoren bei weiblichen und männlichen Nutzern sowie bei jüngeren und älteren Nutzern jeweils unterscheidet. Im Rahmen weiterführender Analysen wurde untersucht, inwiefern auch die Ausprägungen von einzelnen Nutzeranforderungen von Eigenschaften des potentiellen Nutzers abhängen. Konkret wurde untersucht, ob die subjektive Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informationen und die subjektive Nützlichkeit der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation vom Alter und Geschlecht der Teilnehmer abhängig sind. Im Rahmen der logistischen Regression zur Auswertung der Conjoint-Analyse konnte für die beiden Faktoren Identifikation des Haltepunktes und verfügbare Informationen gezeigt werden, dass sich ihr Einfluss auf eine Fahrtentscheidung bei den jüngeren und den älteren Teilnehmern deutlich unterscheidet. Bezüglich des Geschlechts wurden für diese beiden Faktoren hingegen keine Unterschiede bezüglich der Wichtigkeit für eine Fahrtentscheidung gefunden. Um zu untersuchen, ob sich die Bewertungen der Wichtigkeit der potentiell verfügbaren Informationen und die Bewertungen der Nützlichkeit der verschiedenen Identifikationsmethoden zwischen weiblichen und männlichen bzw. jüngeren und älteren Teilnehmern unterscheiden, wurden jeweils t -Tests für unabhängige Stichproben berechnet. Wie von Kubinger und Kollegen (2009) empfohlen, wurden die t -Tests dabei nach Welch

korrigiert. Das bedeutet, dass die Freiheitsgrade korrigiert wurden, wenn die Voraussetzung der Varianzhomogenität verletzt war. Da die Stichproben der Gruppen ausreichend groß sind ($N \geq 30$), wurde nach dem zentralen Grenzwertsatz eine annähernd normalverteilte Stichprobenverteilung angenommen (Bortz & Schuster, 2010). Zur Untersuchung des Einflusses des Alters wurde die Stichprobe erneut anhand des Medians von 30 Jahren in eine jüngere und eine ältere Altersgruppe eingeteilt. Die fünf Teilnehmer, die ein diverses Geschlecht angaben, wurden aufgrund der geringen Gruppengröße von der Analyse der Geschlechter ausgeschlossen. Die Informationen und Methoden, die in Abhängigkeit der Altersgruppe bzw. des Geschlechts signifikant unterschiedlich bewertet wurden, sind in Tabelle 17 bzw. Tabelle 18 dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse der t -Tests für alle Informationen und Identifikationsmethoden finden sich in Anhang B.

Tabelle 17

Signifikante Ergebnisse der t -Tests zur Untersuchung der Altersgruppen

Information [in] / Identifikations-Methode [id]	$M(1)$	$M(2)$	t	df	p	Cohens d
Wind-/Wetterschutz [in]	3.56	4.12	-3.44	454.86	.001	0.32
Fahrpreis [in]	6.56	6.30	3.08	428.23	.002	0.29
Fahrtdauer [in]	6.55	6.33	2.63	428.04	.009	0.25
Identifikation via Adresse [id]	4.93	5.25	-2.26	454.68	.024	0.21

Anmerkung. 1 = jüngere Altersgruppe, 2 = ältere Altersgruppe. Die Ergebnisse der t -Tests wurden nach Welch korrigiert. Nur signifikante Ergebnisse ($p < .05$) sind dargestellt. Bewertungen der Informationen [in] auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“). Bewertungen der Identifikationsmethoden [id] auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“).

Für das Alter zeigte sich, dass die Informationen bezüglich des Wind- und Wetterschutzes ($t(454.86) = -3.44$, $p = .001$), der Fahrtdauer ($t(428.04) = 2.63$, $p = .009$) und des Fahrpreises ($t(428.23) = 3.08$, $p = .002$) in Abhängigkeit von der Altersgruppe signifikant unterschiedlich bewertet wurden. Außerdem wurde die Identifikationsmethode via Adresse von den beiden Altersgruppen signifikant unterschiedlich bewertet ($t(454.68) = -2.26$, $p = .024$). Es zeigte sich, dass die ältere Gruppe im Vergleich zur jüngeren Gruppe die Angabe des Wind- und Wetterschutzes am Haltepunkt als wichtiger

bewertete (Cohens $d = 0.32$). Die jüngere Altersgruppe bewertete dagegen die Fahrdauer (Cohens $d = 0.25$) und den Fahrpreis (Cohens $d = 0.29$) als signifikant wichtiger. Außerdem wurde die Identifikation des Haltepunktes (Cohens $d = 0.21$) anhand der Adresse von den älteren Teilnehmern als nützlicher eingeschätzt. Dabei sind alle zwischen den Altersgruppen gefundenen Unterschiede anhand von Cohens d als kleine Effekte zu bewerten.

Tabelle 18

Signifikante Ergebnisse der t-Tests zur Untersuchung der Geschlechter

Information [in] / Identifikations-Methode [id]	M (1)	M (2)	t	df	p	Cohens d
Beleuchtung [in]	4.62	3.78	5.04	392.67	< .001	0.48
Fahrdauer [in]	6.56	6.27	3.40	353.93	.001	0.33
Ankunftszeit [in]	6.72	6.51	2.97	345.49	.003	0.29
Wind-/Wetterschutz [in]	3.68	4.04	-2.14	414.48	.033	0.21
Sitzgelegenheit [in]	3.70	3.34	2.13	407.30	.034	0.20
Identifikation via Foto in App [id]	5.35	4.95	2.69	410.40	.007	0.26
Identifikation via Adresse [id]	5.23	4.87	2.48	410.79	.014	0.24
Identifikation via interaktiver Karte [id]	5.71	5.95	-2.05	430.09	.041	0.19

Anmerkung. 1 = weiblich, 2 = männlich. Die Ergebnisse der t-Tests wurden nach Welch korrigiert. Nur signifikante Ergebnisse ($p < .05$) sind dargestellt. Bewertungen der Informationen [in] auf einer Skala von 1 („sehr unwichtig“) bis 7 („sehr wichtig“). Bewertungen der Identifikationsmethoden [id] auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht nützlich“) bis 7 („äußerst nützlich“).

Die Wichtigkeit der Informationen zum Wind- und Wetterschutz ($t(414.48) = -2.14$, $p = .033$), der Beleuchtung am Haltepunkt ($t(392.67) = 5.04$, $p < .001$), der Sitzgelegenheit am Haltepunkt ($t(407.30) = 2.13$, $p = .034$), der Fahrdauer ($t(353.93) = 3.40$, $p = .001$) und der Ankunftszeit ($t(345.49) = 2.97$, $p = .003$) wurden von männlichen und weiblichen Teilnehmern hinsichtlich ihrer Wichtigkeit signifikant unterschiedlich bewertet. Zusätzlich wurde die Nützlichkeit der Identifikationsmethoden via Adresse ($t(410.79) = 2.48$, $p = .014$), via interaktiver Karte ($t(430.09) = -2.05$, $p = .041$) und via Foto in App ($t(410.40) = 2.69$, $p = .007$) von männlichen und weiblichen Teilnehmern unterschiedlich bewertet.

Hinsichtlich der potentiell verfügbaren Informationen wurden Angaben zum Wind- und Wetterschutz von männlichen Teilnehmern als signifikant wichtiger empfunden als von weiblichen Teilnehmern (Cohens $d = 0.21$). Informationen zur Beleuchtung (Cohens $d = 0.48$), einer potentiellen Sitzgelegenheit (Cohens $d = 0.20$), der Fahrtdauer (Cohens $d = 0.33$) und der Ankunftszeit (Cohens $d = 0.29$) wurden dagegen von den weiblichen Teilnehmern als signifikant wichtiger eingeschätzt. Bezüglich der Haltepunkt-Identifikation wurden die Methoden via Adresse (Cohens $d = 0.24$) und Foto in App (Cohens $d = 0.26$) durch die weiblichen Teilnehmer als signifikant nützlicher bewertet, während die männlichen Teilnehmer die Methode via interaktiver Karte (Cohens $d = 0.19$) als signifikant nützlicher bewerteten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass es sich bei all diesen Unterschieden nach Cohen (1988) nur um kleine Effekte handelt. Der größte gefundene Unterschied betrifft die Bewertung der Beleuchtung durch männliche ($M = 3.78$) und weibliche Teilnehmer ($M = 4.62$), auch dieser ist nach Cohen (1988) aber noch als kleiner Effekt einzustufen (Cohens $d = 0.48$).

6 Diskussion

6.1 Zentrale Befunde

6.1.1 *Untersuchte Fragestellungen*

In der vorliegenden Studie wurden die Nutzeranforderungen an einen bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service untersucht. Zunächst wurden zur Erhebung möglichst umfassender Nutzeranforderungen drei qualitative Nutzerworkshops durchgeführt. Anschließend wurden auf Basis der Ergebnisse aus den Workshops die finalen Fragestellungen formuliert und im Rahmen einer empirischen und quantitativen Fragebogenstudie evaluiert. Der Fokus lag dabei auf der Frage, welche Faktoren die Entscheidung für oder gegen eine Fahrt mit dem Shuttle-Service in welchem Maße beeinflussen. Anhand der bisherigen Forschung zur Nutzerakzeptanz auf diesem Feld und der Ergebnisse aus den Workshops wurden die sechs Faktoren Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt und Identifikation des Haltepunktes für die Untersuchung der Entstehung der Fahrtentscheidung ausgewählt. Außerdem wurde untersucht, welchen Einfluss Eigenschaften der potentiellen Nutzer und der Kontext der Fahrt auf die Wichtigkeit dieser Faktoren für eine Fahrtentscheidung haben. Hinsichtlich der potentiellen Nutzer wurden dabei sowohl demografische Daten, konkret das Alter und das Geschlecht, als auch das Mobilitätsverhalten betrachtet. Der Kontext wurde in Form von zwei verschiedenen Szenarien, in denen die Shuttlefahrt stattfindet, evaluiert. Konkret handelte es sich hierbei um eine Fahrt in den fünf Kilometer entfernten Park und eine Fahrt zum fünf Kilometer entfernten Bahnhof. Die folgenden Fragestellungen wurden untersucht:

- 1 Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen Faktoren des Service (Fahrpreis, Fahrtdauer, Weglänge zum Haltepunkt, Verfügbare Informationen, Navigation zum Haltepunkt, Identifikation des Haltepunktes) auf eine Entscheidung für oder gegen eine Fahrt mit dem bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service?
- 1.1 Wie wirken sich die demografischen Merkmale der Teilnehmer, konkret das Alter und das Geschlecht, auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?

- 1.2 Wie wirkt sich das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?
- 1.3 Wie wirkt sich der Kontext, in welchem die Fahrt stattfindet, auf den Einfluss der einzelnen Faktoren hinsichtlich einer Fahrtentscheidung aus?

Außerdem wurde auf Basis der Ergebnisse aus den Workshops untersucht, welche Informationen sich Nutzer vom Service wünschen und welche Methoden zur Haltpunkt-Identifikation aus Nutzersicht präferiert werden. Hierzu wurden konkrete Anforderungen bzw. Lösungsvorschläge der Teilnehmer aus den Workshops ausgewählt, um sie hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bzw. Nützlichkeit quantitativ bewerten zu lassen. Die folgenden Fragestellungen wurden untersucht:

- 2 Wie werden die verschiedenen potentiell verfügbaren Informationen bezüglich des Service und der Haltepunkte hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bewertet?
- 3 Wie werden die verschiedenen Methoden zur Identifikation eines Haltepunktes hinsichtlich ihrer Nützlichkeit bewertet?

6.1.2 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 1 wurde eine Conjoint-Analyse durchgeführt. Diese ergab, dass sämtliche Ausprägungen der Faktoren Fahrpreis, Fahrdauer, verfügbare Informationen, Weglänge zum Haltepunkt, Navigation zum Haltepunkt und Identifikation des Haltepunktes einen signifikanten Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben. Zur detaillierten Beantwortung der Forschungsfrage wurde die relative Wichtigkeit der einzelnen Faktoren ermittelt, die angibt, wie groß der relative Einfluss des jeweiligen Faktors auf die Fahrtentscheidung ist. Die ausführlichen Ergebnisse wurden in Abschnitt 5.3 dargestellt. Die zur Verfügung stehenden Informationen besaßen hierbei die größte relative Wichtigkeit für die Fahrtentscheidung der Teilnehmer (25.6%). Die Teilnehmer wählten Fahrten, bei denen Informationen zur Abfahrtszeit, der Ankunftszeit, der Fahrtroute und eventuellen Verspätungen zur Verfügung standen, fast sechsmal häufiger als Fahrten, bei denen lediglich die Abfahrtszeit verfügbar war. Anschließend folgten die Fahrdauer (22.9%), der Fahrpreis (15.2%), die Methode zur Identifikation des Haltepunktes (13.4%), die Methode zur

Navigation zum Haltepunkt (11.8%) und die Weglänge zum Haltepunkt (11.1%). Obwohl die Weglänge zum Haltepunkt anhand ihrer relativen Wichtigkeit den geringsten Einfluss auf eine Fahrtentscheidung ausübte, führte eine Weglänge von 500 Metern immer noch dazu, dass sich die Wahrscheinlichkeit für eine Fahrtentscheidung im Gegensatz zu einer Weglänge von 100 Metern auf weniger als die Hälfte reduzierte. Dies untermauert den Befund, dass alle sechs untersuchten Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Fahrtentscheidung potentieller Fahrgäste haben.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen 1.1, 1.2 und 1.3 wurde weiterhin untersucht, welchen Einfluss demografische Merkmale und das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer sowie der Kontext auf die Wichtigkeit der unterschiedlichen Faktoren für eine Fahrtentscheidung haben. Die ausführlichen Ergebnisse finden sich in Abschnitt 5.3. Hinsichtlich Forschungsfrage 1.1 zeigte sich, dass die Entstehung einer Fahrtentscheidung signifikant mit den demografischen Merkmalen der Teilnehmer interagiert. Bei jüngeren Teilnehmern hatten sowohl die Methode der Navigation zum Haltepunkt als auch die Methode der Identifikation des Haltepunktes und die zur Verfügung stehenden Informationen einen größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung als bei älteren Teilnehmern. Für das Geschlecht zeigte sich außerdem, dass die Fahrdauer und der Fahrpreis bei weiblichen Teilnehmern einen größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben als bei männlichen Teilnehmern. Für die Forschungsfrage 1.2 zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Mobilitätsverhaltens der Teilnehmer auf die Entstehung der Fahrtentscheidung. Bei Teilnehmern, die nicht regelmäßig den ÖPNV nutzen, hatte die Methode zur Identifikation des Haltepunktes einen größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung als bei regelmäßigen ÖPNV-Nutzern. Für die Forschungsfrage 1.3 zeigte sich, dass der Kontext bzw. das Szenario, in dem eine Shuttlefahrt stattfindet, ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung der Fahrtentscheidung hat. Bei einer Fahrt zum Bahnhof hatten die zur Verfügung stehenden Informationen einen signifikant größeren Einfluss auf die Fahrtentscheidung als bei einer Fahrt in den Park.

6.1.3 Informationsbedarf der Nutzer

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 wurden die potentiell während des Buchungsprozesses verfügbaren Informationen hinsichtlich ihrer Wichtigkeit aus Nutzersicht untersucht. Die ausführlichen Ergebnisse sind in Abschnitt 5.4 dargestellt. Es

ließen sich innerhalb der zehn Informationen grob fünf Abstufungen hinsichtlich der Wichtigkeit ausmachen. Als am wichtigsten wurden Informationen bezüglich der Ankunftszeit, Abfahrtszeit, Fahrdauer und des Fahrpreises bewertet. Anschließend folgte die Information über die Weglänge zum Haltepunkt, die im Mittel ebenfalls als sehr wichtig eingeschätzt wurde. Danach folgte mit deutlichem Abstand die Information zur Beleuchtungssituation. Anschließend folgten Informationen zum Wind- und Wetterschutz, dem Zugang zum Fahrzeug und der potentiellen Sitzgelegenheit am Haltepunkt. Informationen hinsichtlich der Barrierefreiheit wurden im Mittel als am wenigsten wichtig bewertet. In Anbetracht der Effektstärken ließen sich die Informationen alternativ in zwei Gruppen, eine wichtigere und eine weniger wichtige, einteilen. Demnach gehörten die Ankunftszeit, die Abfahrtszeit, die Fahrdauer, der Fahrpreis und die Weglänge zum Haltepunkt zu den wichtigeren Informationen, während die Beleuchtung, der Wind- und Wetterschutz, der Zugang zum Fahrzeug, die potentielle Sitzgelegenheit und die Barrierefreiheit zu den weniger wichtigen Informationen gehörten.

In weitergehenden Untersuchungen wurde analysiert, inwiefern die Bewertungen der potentiell verfügbaren Informationen mit dem Alter und dem Geschlecht der Teilnehmer zusammenhängen. Hinsichtlich des Alters zeigte sich, dass jüngere Teilnehmer die Angabe der Fahrdauer und des Fahrpreises als wichtiger empfinden, während ältere Teilnehmer Angaben zum Wind- und Wetterschutz als signifikant wichtiger beurteilen. Für das Geschlecht zeigte sich, dass weibliche Teilnehmer Informationen zur Beleuchtung, der potentiellen Sitzgelegenheit, der Fahrdauer und der Ankunftszeit im Gegensatz zu den männlichen Teilnehmern als signifikant wichtiger beurteilen. Männliche Teilnehmer empfanden hingegen die Informationen bezüglich des Wind- und Wetterschutzes als signifikant wichtiger.

6.1.4 Identifikation der Haltepunkte

Für die Untersuchung der Forschungsfrage 3 wurden die verschiedenen Methoden zur Identifikation der Haltepunkte hinsichtlich ihrer Nützlichkeit bewertet. Die ausführlichen Ergebnisse sind in Abschnitt 5.5 dargestellt. Die Identifikationsmethoden via interaktive Karte und via Infrastrukturmarkierung wurden als am nützlichsten bewertet. Wie in Abschnitt 5.5 beschrieben handelt es sich nach Cohens d (Cohen, 1988) bei nahezu allen Unterschieden nur um kleine Effekte, lediglich der Unterschied zwischen den Bewertungen der Methode via Adresse und der Methode via interaktiver Karte lässt sich als mittlerer

Effekt klassifizieren (Cohens $d = 0.51$). Insgesamt lässt sich daher festhalten, dass die Bewertungen der Identifikationsmethoden keine besonders große Spannweite aufweisen, die Methoden via Infrastrukturmarkierung und interaktiver Karte aber dennoch signifikant am besten bewertet wurden. Die Identifikationsmethoden via Foto, Augmented-Reality-Funktion und Adresse wurden allerdings ebenfalls als moderat nützlich bewertet und könnten in bestimmten Kontexten möglicherweise ebenfalls entscheidend zur Erfüllung der Nutzerbedürfnisse beitragen.

Es wurde außerdem untersucht, inwiefern die Bewertungen der Identifikationsmethoden mit dem Alter und dem Geschlecht der Teilnehmer zusammenhängen. Bezüglich des Alters zeigte sich, dass die Identifikation via Adresse von den älteren Teilnehmern als signifikant nützlicher bewertet wurde als von den jüngeren Teilnehmern. Für das Geschlecht zeigte sich, dass die weiblichen Teilnehmer die Identifikation via Adresse und via Foto als wesentlich nützlicher bewerteten, während die männlichen Teilnehmer die Methode via interaktiver Karte signifikant höher bewerteten.

Obwohl es sich bei sämtlichen Unterschieden zwischen den Bewertungen der Geschlechter und der Altersgruppen nach Cohens d (Cohen, 1988) nur um kleine Effekte handelt, zeigen die Ergebnisse dennoch auf, dass die demografischen Merkmale der potentiellen Nutzer eine signifikante Relevanz für die Nutzeranforderungen bzw. konkret den Informationsbedarf und die Präferenz bezüglich der Haltepunkt-Identifikation haben. Die Untersuchung des Einflusses weiterer Nutzermerkmale auf die Nutzeranforderungen und die Nutzerakzeptanz könnte demnach wichtige Implikationen für die Gestaltung von autonomen, bedarfsgesteuerten ÖPNV-Services mit sich bringen.

6.2 Integration der Befunde in die Literatur

6.2.1 Einfluss von Faktoren der Servicegestaltung auf die Fahrtentscheidung

Es konnte gezeigt werden, dass alle sechs untersuchten Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben. Der Einfluss, den die Art der Navigation zum Haltepunkt und die Art der Unterstützung bei der Identifikation des Haltepunktes auf die Fahrtentscheidung haben, wurde in der bisherigen Literatur nicht untersucht, sollte in zukünftigen Studien aber verstärkt betrachtet werden, da es sich um ein zentrales Konzept von innovativen, bedarfsgesteuerten ÖPNV-Services handelt. Der signifikante Einfluss des Fahrpreises, der Fahrdauer, der verfügbaren Informationen und der Weglänge zum

Haltepunkt auf die Fahrtentscheidung stimmt dagegen mit den Erkenntnissen der bestehenden Literatur überein. Da sämtliche dieser Faktoren von diversen Studien als zentrale Nutzeranforderungen an den traditionellen (Beirão & Cabral, 2007; Friman et al., 2001; Hensher & Prioni, 2002; Knapp, 1998) und den innovativen, bedarfsgesteuerten ÖPNV (Finn et al., 2004; Gilibert et al., 2020) identifiziert wurden, ist es naheliegend, dass ihre Ausprägungen einen Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben. König und Kollegen (2018) untersuchten bereits die Wichtigkeit dieser Faktoren auf die Fahrtentscheidung eines bedarfsgesteuerten Service, wobei die Autoren ebenfalls eine große Wichtigkeit aller vier Faktoren für die Fahrtentscheidung feststellen konnten. In der Studie von Bonus (2018) wurden die Ergebnisse dieser Untersuchung in detaillierter Form abgebildet, unter anderem wurde hierbei die relative Wichtigkeit der einzelnen Faktoren berechnet. In Tabelle 19 sind die in der vorliegenden Studie gefundenen relativen Wichtigkeiten der Faktoren den Referenzwerten von Bonus (2018) gegenübergestellt.

Beim Vergleich der Werte sollte berücksichtigt werden, dass die beiden Studien einige methodische Unterschiede aufweisen. Unter anderem wurden zum Teil unterschiedliche Faktoren untersucht. Auch die unterschiedlichen Ausprägungen der Faktoren könnten einen Einfluss auf die gefundenen relativen Wichtigkeiten haben. So wurde der Fahrpreis bei Bonus (2018) zwischen 2.50 € und 4.00 € variiert, in der vorliegenden Studie dagegen nur zwischen 2.50 € und 3.50 €. Da sich die relative Wichtigkeit eines Faktors aus der Spannweite der Teilnutzenwerte (β) seiner Ausprägungen berechnet, ist es naheliegend, dass die relative Wichtigkeit des Fahrpreises bei Bonus (2018) im Vergleich zur vorliegenden Studie höher eingeschätzt wurde. Die Weglänge zum Haltepunkt wurde bei Bonus zwischen 0 und 500 Metern variiert, in der vorliegenden Studie zwischen 100 und 500 Metern. Trotz der größeren Spannweite in der Studie von Bonus, wurde die Weglänge zum Haltepunkt dort aber mit einer geringeren relativen Wichtigkeit bewertet. Insgesamt untermauert der Vergleich mit den Referenzwerten die zentrale Wichtigkeit der verfügbaren Informationen, der Fahrdauer und des Fahrpreises für die Fahrtentscheidung. Es lässt sich aber gleichzeitig erkennen, dass weitere differenzierte Untersuchungen erforderlich sind, um die genaue Gewichtung bzw. Priorisierung dieser Faktoren abzuschätzen und das Zusammenwirken der Einflussgrößen in der Entstehung der Fahrtentscheidung zu verstehen.

Tabelle 19

Vergleich der gefundenen relativen Wichtigkeiten der Faktoren für die Fahrtentscheidung mit Referenzwerten

Faktor	Relative Wichtigkeiten der vorliegenden Studie	Referenzwerte der relativen Wichtigkeit (Bonus, 2018)
Verfügbare Informationen	25.6%	20.0%
Fahrtdauer	22.9%	25.2%
Fahrpreis	15.2%	19.1%
Identifikation des Haltepunktes	13.4%	-
Navigation zum Haltepunkt	11.8%	-
Weglänge zum Haltepunkt	11.1%	9.3%
Mögliche Verschiebung der Abfahrtzeit	-	19.3%
Nötige Vorlaufzeit bei der Buchung	-	7.1%

Bei der Analyse der Interaktionseffekte konnte bestätigt werden, dass sowohl das Geschlecht, das Alter und das Mobilitätsverhalten der Nutzer, als auch der Kontext einer Shuttlefahrt einen Einfluss auf die Fahrtentscheidung und damit die Nutzeranforderungen haben. Diese Erkenntnisse untermauern die zu Beginn der vorliegenden Studie vorgestellten Definitionen und Modelle der Akzeptanz, die betonen, dass neben den Eigenschaften des Akzeptanzobjekts auch das Akzeptanzsubjekt und der Akzeptanzkontext eine zentrale Rolle spielen (Lucke, 1995; Schäfer & Keppler, 2013; Thüring & Mahlke, 2007). Wie genau diese Komponenten im Hinblick auf autonome, bedarfsgesteuerte ÖPNV-Services interagieren, wurde bisher aber nur wenig erforscht. Hierfür liefert die vorliegende Studie erste Erkenntnisse und liefert einen Ansatzpunkt für zukünftige Untersuchungen.

Der Befund, dass älteren Teilnehmern der Umfang der verfügbaren Informationen weniger wichtig ist als jüngeren Teilnehmern, passt zu den Befunden von Bonus und Kollegen (2018). Dort stellte sich ebenfalls heraus, dass jüngere Fahrgäste im Umgang mit

bedarfsgesteuertem ÖPNV einen höheren Informationsbedarf anzeigen. Dass den jüngeren Teilnehmern ebenfalls die Methode zur Identifikation und Navigation des Haltepunktes wichtiger ist als den älteren Teilnehmern, könnte direkt damit zusammenhängen. Alle drei Faktoren erhöhen die Transparenz des Service, versorgen die Nutzer mit zusätzlichen Informationen und geben ihnen die Möglichkeit, trotz fehlender fester Haltestellen, Fahrpläne und menschlicher Fahrer reibungslos mit dem Service zu interagieren. Die erhöhte Priorisierung dieser Faktoren könnte demnach auf ein erhöhtes Informations- bzw. Kontrollbedürfnis jüngerer Fahrgäste hinweisen. Hierzu wären jedoch weitere Studien nötig, die die zugrundeliegenden Motive näher untersuchen.

Die Ergebnisse, dass die ÖPNV-Nutzung der potentiellen Nutzer einen Einfluss auf die Fahrtentscheidung mit autonomen, bedarfsgesteuerten Services hat, passt ebenfalls zu den Ergebnissen von Bonus und Kollegen (2018). Die Autoren fanden hierbei jedoch Interaktionseffekte der ÖPNV-Nutzung mit der Fahrtdauer und dem Fahrpreis, während in der vorliegenden Studie eine Interaktion mit der Methode zur Identifikation des Haltepunktes gefunden wurde. Dass Bonus und Kollegen einen unterschiedlichen Einfluss des Fahrpreises fanden, könnte damit zusammenhängen, dass sie mit Ausprägungen zwischen 2.50€ und 4.00€ eine größere Spannweite des Fahrpreises untersuchten. So wäre vorstellbar, dass besonders den regelmäßigen Nutzern des ÖPNV ein Fahrpreis von 4.00€ zu hoch wäre. Dies könnte darin begründet sein, dass speziell diese Teilnehmer den direkten Vergleich zu potentiell günstigeren ÖPNV-Alternativen präsent haben und dass eine Preiserhöhung bei einer häufigeren Nutzung eines Verkehrsmittels mit einer insgesamt höheren Mehrausgabe einhergeht. Insgesamt bestätigen aber sowohl die vorliegende Studie als auch die Studie von Bonus und Kollegen (2018), dass regelmäßige ÖPNV-Nutzer andere Anforderungen und Nutzerbedürfnisse aufweisen als Personen, die den ÖPNV nicht regelmäßig nutzen.

Der Befund, dass der Kontext einen signifikanten Einfluss auf die Entstehung der Fahrtentscheidung hat, bestätigt die Ergebnisse von König und Gripenkoven (2019). Während in der vorliegenden Studie ein Effekt auf die Gewichtung der verfügbaren Informationen gefunden wurde, fanden König und Gripenkoven Effekte auf die Priorisierung der Fahrtdauer, der möglichen Verschiebung der Abfahrtszeit und der Weglänge zum Haltepunkt. Dies könnte in den unterschiedlichen Szenarien begründet sein, die in den beiden Studien untersucht wurden. Während König und Gripenkoven fiktive Fahrten zum Arzt und zum Einkaufen verglichen, wurden in der vorliegenden Studie die

Fahrt zu einem Bahnhof und die Fahrt zu einem Park untersucht. Da eine Fahrt zum Bahnhof im Gegensatz zu einer Fahrt in den Park eine sehr hohe Wichtigkeit der Ankunftszeit und der Pünktlichkeit der Shuttlefahrt impliziert, könnte dies beispielsweise dazu geführt haben, dass die Verfügbarkeit dieser Informationen in diesem Szenario als besonders wichtig für die Fahrtsentscheidung gewertet wurde.

6.2.2 Informationsbedarf der Nutzer

Die Literatur zum Informationsbedarf der Nutzer bei autonomen, bedarfsgesteuerten ÖPNV-Services ist momentan noch sehr begrenzt. Die Bewertungen der Informationen zu der Abfahrtszeit, der Fahrzeit, der Ankunftszeit und zum Fahrpreis als essentiell wichtig stimmen mit den Ergebnissen von Hub und Oehl (2020) überein. Auch die sehr hohe Bewertung von Informationen zur Weglänge zum Haltepunkt wurde in der Studie von Hub und Oehl in ähnlicher Form gefunden. Konkret untersuchten die Autoren die Wichtigkeit von Informationen zur Position des Haltepunktes, was unter anderem die Weglänge dorthin beinhaltete. Der Informationsbedarf hinsichtlich der flexiblen Haltepunkte ist bisher noch nicht ausführlich untersucht worden. Die moderaten Wichtigkeitsbewertungen der Informationen bezüglich der Beleuchtung des Haltepunktes, des Wind- und Wetterschutzes, des Zugangs zum Fahrzeug, der Sitzgelegenheit und der Barrierefreiheit des Weges zum Haltepunkt geben einen ersten Anhaltspunkt für die Wichtigkeit dieser Aspekte, sollten aber wie in Abschnitt 6.4 näher beschrieben im Rahmen zukünftiger Studien differenzierter untersucht werden.

6.2.3 Identifikation der Haltepunkte

Auch die Untersuchungen zur intuitiven Identifikation von flexiblen Haltepunkten bei autonomen, bedarfsgesteuerten ÖPNV-Services sind bisher sehr limitiert. Hub und Kollegen (2020) untersuchten das Nutzer-Feedback auf einen ersten Entwurf zur Haltepunkt-Identifikation via Augmented Reality und fanden positive Bewertungen hinsichtlich intuitiver Nutzung und Praktikabilität. Während die Identifikation via Augmented Reality auch in der vorliegenden Studie als relativ nützlich bewertet wurde, wurden die Identifikation via interaktiver Karte und via Infrastrukturmarkierung als signifikant nützlicher bewertet. Auch hier handelt es sich um einen ersten Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen. Die im Rahmen der Workshops erdachten Identifikationsmethoden sind

jedoch nicht erschöpfend, zahlreiche andere Methoden sind denkbar, die im Rahmen dieser Studie nicht untersucht wurden. Außerdem sind neben der Nützlichkeit dieser Methoden auch andere Aspekte entscheidend, beispielsweise die Einfachheit ihrer Bedienung, die Praktikabilität oder die Wirtschaftlichkeit ihrer Umsetzung.

6.3 Limitationen

6.3.1 Repräsentativität der Stichprobe

Eine große Limitation der vorliegenden Studie betrifft die Stichprobe des quantitativen Fragebogens, die nicht als repräsentativ angesehen werden kann. Das Durchschnittsalter lag bei ca. 34 Jahren, der Median bei 30 Jahren, es haben also hauptsächlich jüngere Teilnehmer teilgenommen. Vergleichsweise lag das durchschnittliche Alter der deutschen Bevölkerung 2019 bei ca. 44 Jahren (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, 2021). In der vorliegenden Stichprobe waren insgesamt 75% der Teilnehmer 43 Jahre und jünger. Für die Untersuchung der Interaktionseffekte hinsichtlich der Fahrtentscheidung wurden die Teilnehmer anhand des Medians in eine jüngere und eine ältere Altersgruppe eingeteilt. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass bereits alle Personen über 30 Jahren in die ältere Gruppe eingeteilt wurden. Die Übertragbarkeit sämtlicher Erkenntnisse auf beispielsweise Senioren ist aufgrund der sehr geringen Anzahl an älteren Teilnehmern und aufgrund der daraus resultierenden Einteilung der Altersgruppen demnach nicht gegeben.

Weiterhin ist die Stichprobe sehr urban, die Teilnehmer wohnen zu einem großen Teil in Großstädten. Das statistische Bundesamt (2021) gibt an, dass 29.4% der deutschen Bevölkerung in Großstädten ab 100000 Einwohnern leben. In der vorliegenden Studie war dieser Wert mit 56.4% fast doppelt so hoch. Die Teilnehmer gaben im Vergleich zur Studie „Mobilität in Deutschland“ (Nobis & Kuhnimhof, 2018) außerdem eine deutlich überdurchschnittliche Nutzung des ÖPNV und eine ebenfalls überdurchschnittliche Nutzung des Fahrrads an, während das Auto unterdurchschnittlich genutzt wurde. Besonders die hohe ÖPNV-Nutzung könnte einen verzerrenden Effekt auf die Ergebnisse haben. Im Rahmen der Conjoint-Analyse zeigte sich, dass die Identifikationsmethode des Haltepunktes bei regelmäßigen ÖPNV-Nutzern weniger entscheidend für die Fahrtentscheidung ist als bei nicht regelmäßigen Nutzern. Da in der untersuchten Stichprobe überdurchschnittlich viele ÖPNV-Nutzer vertreten waren, ist es daher möglich, dass die Wichtigkeit dieses

Servicefaktors für die Fahrtsentscheidung unterschätzt wurde. Die Stichprobe ist außerdem sehr gebildet, wie in Abschnitt 5.2 beschrieben verfügen deutlich überdurchschnittlich viele Teilnehmer über Hochschulabschlüsse oder eine Promotion. Auch Personen mit Fachhochschul- oder Hochschulreife sind in der vorliegenden Stichprobe deutlich überrepräsentiert, während Personen mit Realschulabschluss und Hauptschulabschluss deutlich unterrepräsentiert sind.

Die geringe Repräsentativität der Stichprobe lässt sich durch mehrere Faktoren erklären, die mit der Rekrutierung der Teilnehmer zusammenhängen. Auf der einen Seite wurde der Fragebogen über Webseiten und Gruppen in sozialen Netzwerken verteilt, die sich auf die Rekrutierung von Teilnehmern für Abschlussarbeiten spezialisiert haben und hauptsächlich von jüngeren Personen frequentiert werden. Außerdem wurde der Fragebogen über Datenbanken des DLR verteilt, in denen sich die Personen zuvor freiwillig registriert haben. Hier spielt die Selbstselektion eine große Rolle, da diese Personen im Vergleich zum Durchschnitt wahrscheinlich besonders offen und interessiert an Studien zu innovativen Technologien sind.

6.3.2 Weitere Limitationen

Bei der Durchführung einer Conjoint-Analyse ist die Auswahl der zu untersuchenden Servicefaktoren entscheidend. Wurden beispielsweise wichtige Faktoren nicht einbezogen, so sind die Erkenntnisse nur bedingt aussagekräftig. Auch die Auswahl der Ausprägungen der Faktoren hat einen großen Einfluss auf die Ergebnisse. Da sich die relative Wichtigkeit eines Faktors anhand der Spannweite der Teilnutzenwerte seiner verschiedenen Ausprägungen berechnet, kann sie unterschätzt werden, wenn nicht die volle Bandbreite der möglichen realistischen Ausprägungen des Faktors repräsentiert wird. Die Identifikationsmethoden via Foto und Augmented-Reality-Funktion, welche als Ausprägungen für die Identifikation des Haltepunktes untersucht wurden, könnten so beispielsweise ungeeignet gewesen sein, um die tatsächliche Wichtigkeit des Faktors zu analysieren. Diese beiden Methoden wurden im Rahmen der vorliegenden Studie hinsichtlich ihrer Nützlichkeit signifikant niedriger bewertet als die Identifikation via Infrastrukturmarkierung und via interaktiver Karte. Da sich die relative Wichtigkeit eines Faktors aus der Spannweite der Teilnutzenwerte seiner Ausprägungen berechnet, könnte man annehmen, dass die relative Wichtigkeit der Identifikationsmethode höher ausgefallen

wäre, wenn die Identifikation via Infrastrukturmarkierung oder die Identifikation via interaktiver Karte als mögliche Ausprägungen inkludiert gewesen wäre. Auch bezüglich der restlichen Faktoren muss beachtet werden, dass ihre relative Wichtigkeit anhand der verwendeten Ausprägungen berechnet wurde und daher nur im Kontext dieser untersuchten Ausprägungen interpretiert werden sollte.

Eine weitere Limitation sind die sehr spezifischen Kontexte, also die Szenarien der Shuttlefahrten zum Park bzw. zum Bahnhof, die im Rahmen der Conjoint-Analyse untersucht wurden. Es ist unklar, wie sich die Bewertungen der verschiedenen Faktoren in einem anderen Kontext, beispielsweise auf dem Weg zur Arbeit oder zum Einkaufen, verhalten. Auch die Länge der Fahrt, die in der vorliegenden Studie auf fünf Kilometer festgelegt war, könnte hierbei einen entscheidenden Einfluss auf die Prioritäten und Anforderungen der Nutzer gehabt haben. So liegt es beispielsweise nahe, dass eine hohe Fahrdauer und ein hoher Fahrpreis eher dann toleriert wird, wenn der Weg zum Zielpunkt relativ weit ist.

Die hohe ÖPNV-Nutzung und der hohe Anteil an Teilnehmern, der in Großstädten und Metropolen lebt, könnten ebenfalls einen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Die zahlreichen potentiellen ÖPNV-Alternativen, die viele dieser Teilnehmer demnach vermutlich im Alltag zur Verfügung haben, könnte dazu geführt haben, dass diese Teilnehmer bei den Entscheidungsaufgaben häufiger keines der beiden Fahrtprofile gewählt haben. Dies hätte zur Folge, dass der Einfluss sämtlicher Ausprägungen der Faktoren auf die Fahrtsentscheidung unterschätzt wurde.

6.4 Weitere Untersuchungen

Da die Stichprobe insgesamt sehr jung und gebildet ist, lassen sich die Erkenntnisse nur begrenzt auf die gesamte Bevölkerung übertragen. Es wäre demnach wünschenswert, die im Rahmen der vorliegenden Studie erzielten Erkenntnisse anhand einer repräsentativen Stichprobe zu validieren. Außerdem sollten speziell die Bedürfnisse von älteren Personen und Personen mit Mobilitätseinschränkungen im Rahmen weiterer Studien erforscht werden, da diese Personengruppen in der vorliegenden Studie deutlich unterrepräsentiert waren. Die Anforderungen dieser Personen könnten aber besonders wichtig sein, um eine inklusive Gestaltung des Service für alle Personengruppen und somit die Nutzerakzeptanz der breiten Bevölkerung zu ermöglichen. Die Wichtigkeit der differenzierten Untersuchung des Alters

wird durch die Befunde untermauert, dass die Altersgruppe bereits in der untersuchten, tendenziell jüngeren Stichprobe einen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der verfügbaren Informationen, der Navigation zum Haltepunkt und der Identifikation des Haltepunktes hat.

Die potentiell verfügbaren Informationen, die als eher mittelmäßig wichtig bewertet wurden, sollten tiefergehend und differenzierter untersucht werden. Die Bewertungen der Beleuchtung, des Wind- und Wetterschutzes, des Zugangs zum Fahrzeug, der Sitzgelegenheit und der Barrierefreiheit wiesen in der vorliegenden Studie allesamt hohe Standardabweichungen auf, was die Repräsentativität der jeweiligen Mittelwerte infrage stellt. Es liegt nahe, dass Informationen wie Barrierefreiheit und Zugang zum Fahrzeug für einige Personengruppen relevanter sind. Diesbezüglich könnten beispielsweise Personen mit Mobilitätseinschränkungen untersucht werden, welche in der vorliegenden Studie wie zuvor beschrieben deutlich unterrepräsentiert sind. Es wäre darüber hinaus für ein tiefergehendes Verständnis der Anforderungen ebenfalls interessant, welchen Einfluss das Mobilitätsverhalten der Teilnehmer sowie der Kontext der Fahrt auf den konkreten Informationsbedarf und die Bewertung der möglichen Methoden zur Haltepunkt-Identifikation haben. Die Untersuchungen der vorliegenden Studie bestätigten bereits den Einfluss des Geschlechts und des Alters auf den Informationsbedarf und die Bewertung der Identifikationsmethoden und könnten als Ansatzpunkt für tiefergehende Analysen dienen. Darüber hinaus sollte der Einfluss durch andere demografische Variablen, zum Beispiel Bildung, Familienstand, Haushaltsnettoeinkommen oder Beschäftigungsstatus, analysiert werden. Hierbei könnte außerdem auch der Einfluss dieser Merkmale auf weitere Aspekte des Shuttle-Service untersucht werden, beispielsweise auf die Funktionen der App, die Ausstattung der Shuttles oder die Navigation zu den Haltepunkten.

Laut Nobis und Kuhnimhof (2018) hat außerdem der ökonomische Status einer Person einen signifikanten Einfluss auf ihr Mobilitätsverhalten und die Wahl des Verkehrsmittels. Da diese Variable im Rahmen der vorliegenden Studie nicht untersucht wurde, sind diesbezüglich weitere Untersuchungen nötig. Hierbei wären unter anderem Interaktionseffekte hinsichtlich der Wichtigkeit der Servicefaktoren, beispielsweise des Fahrpreises, für eine Fahrtentscheidung denkbar.

Die Anforderung, dass der Service mit anderen Medien als einer App bedienbar sein sollte, wurde im Rahmen der Workshops wiederholt thematisiert. Hierbei wurden

beispielsweise die Möglichkeit zur Buchung und Navigation via SMS, Anruf und PC gefordert. Es sollten weitere Untersuchungen hinsichtlich der Umsetzbarkeit dieser Methoden und des Bedarfs angestellt werden, da sie die Exklusion von Personen, die nicht über ein Smartphone verfügen, verhindern könnten. Generell wären Untersuchungen wünschenswert, welche Aspekte des Service die Nutzung für bestimmte Personengruppen erschweren könnten. So könnte die autonome Funktionsweise des Service beispielsweise für Personen mit körperlichen Einschränkungen oder etwaigen Krankheiten problematisch sein, die etwa beim Ein- und Ausstieg oder in Notfällen auf die potentielle Hilfe eines menschlichen Fahrers angewiesen sind.

Weitere Themen, die im Rahmen der Workshops eine große Rolle spielten, waren die Gestaltung des Shuttles und die Funktionen der App. Hierbei sollte erforscht werden, welche Anforderungen den Nutzern besonders wichtig sind und welche Features die zugrundeliegenden Nutzerbedürfnisse am besten erfüllen könnten. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde gezeigt, dass Funktionen, die bei der Navigation zum Haltepunkt und der Identifikation des Haltepunktes unterstützen, einen signifikanten positiven Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben können. Es wäre daher interessant zu analysieren, welche anderen Funktionen gegebenenfalls ebenfalls einen messbaren Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben könnten und bei welchen dieser Funktionen die Nutzer bereit sind, die entstehenden Mehrkosten in Form eines höheren Fahrpreises zu tragen.

Darüber hinaus ist es wichtig, die Nutzeranforderungen auch im Rahmen einer realen Fahrt mit einem bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttleservice zu untersuchen. Die Untersuchungen der vorliegenden Studie basieren auf einer Beschreibung des Service bzw. der relevanten Features und fiktiven Szenarien, in welche sich die Teilnehmer versetzen mussten. Die Erkenntnisse dieser Studie sollten demnach im Rahmen einer tatsächlichen Nutzung eines solchen Service validiert werden, sobald die technologischen und rechtlichen Rahmenbedingungen es ermöglichen, den Shuttle-Service wie beschrieben zu betreiben.

6.5 Fazit

Der ÖPNV kann dazu beitragen, das hohe Verkehrsaufkommen und die damit einhergehenden negativen Auswirkungen für Umwelt, Gesundheit und Gesellschaft zu reduzieren. Momentan spielt der ÖPNV im Gegensatz zum PKW aber nur eine Nebenrolle,

was unter anderem durch die geringe Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Flexibilität und den niedrigen Komfort des ÖPNV begründet ist. Die vorliegende Studie untersuchte die Nutzeranforderungen an einen bedarfsgesteuerten, autonomen und gemeinsam genutzten Shuttle-Service, der mit seiner flexiblen Funktionsweise die Möglichkeit bietet, die benannten Schwachstellen des ÖPNV zu adressieren und so dessen Attraktivität und Nutzung zu erhöhen. Im Rahmen von drei qualitativen Nutzerworkshops wurden zahlreiche Nutzeranforderungen an einen solchen Service gesammelt. Anschließend wurden auf Basis der Erkenntnisse aus den Workshops Forschungsfragen formuliert und im Rahmen einer empirischen und quantitativen Fragebogenstudie weiter untersucht. Der Fokus lag dabei auf der Frage, welche Faktoren des Shuttle-Service einen entscheidenden Einfluss auf die Entscheidung der Nutzer für oder gegen eine Fahrt mit dem Service haben. Außerdem wurde ausgehend von den Beiträgen der Workshops untersucht, welchen Informationsbedarf es aus Nutzersicht gibt und welche Methoden zur Identifikation der flexiblen Haltepunkte präferiert werden. Es zeigte sich, dass die sechs Faktoren verfügbare Informationen, Fahrtdauer, Fahrpreis, Identifikation des Haltepunktes, Navigation zum Haltepunkt und Weglänge zum Haltepunkt einen signifikanten Einfluss auf die Fahrtentscheidung haben. Außerdem zeigten sich Interaktionseffekte des Alters, des Geschlechts, der ÖPNV-Nutzung und des Kontextes im Hinblick auf die Wichtigkeit dieser Faktoren für die Fahrtentscheidung. Bezüglich des Informationsbedarfs der Nutzer konnte gezeigt werden, dass die Ankunftszeit, die Abfahrtszeit, die Fahrtdauer, der Fahrpreis und die Weglänge zum Haltepunkt als essentiell wichtige Informationen eingeschätzt wurden, die der Service bereits bei der Buchung der Fahrt an den Nutzer kommunizieren sollte. Für die Identifikation der flexiblen Haltepunkte wurden die Identifikation via interaktiver Karte und die Identifikation via Infrastrukturmarkierung aus Nutzersicht als am nützlichsten bewertet.

Weitere Untersuchungen zu den Nutzeranforderungen von älteren Personen und von Personen, die in ihrer körperlichen Mobilität eingeschränkt sind, wären wünschenswert. Diese Personengruppen waren in der vorliegenden Studie deutlich unterrepräsentiert, ihre Bedürfnisse könnten aber wichtige Erkenntnisse für die inklusive Gestaltung des Service und damit die Nutzerakzeptanz in der breiten Bevölkerung erbringen. Außerdem sollten Untersuchungen bezüglich weiterer Funktionen des Shuttles bzw. der App sowie der Bereitschaft der Nutzer, für diese zu zahlen, durchgeführt werden. Die Erkenntnisse und gefundenen Nutzeranforderungen der vorliegenden Studie sollten weiterhin im Rahmen einer realen Fahrt validiert werden, sobald die technologischen und rechtlichen

Rahmenbedingungen die Betreuung eines solchen autonomen und bedarfsgesteuerten Shuttle-Service ermöglichen.

Insgesamt steht die Erforschung der Nutzeranforderungen an autonome, bedarfsgesteuerte und geteilte ÖPNV-Services noch am Anfang. Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zum tieferen Verständnis dieser Anforderungen, welches die Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Implementierung und umfassende Nutzung der Services darstellt.

Literaturverzeichnis

- Aizaki, H. & Nishimura, K. (2008). Design and Analysis of Choice Experiments Using R: A Brief Introduction. *Agricultural Information Research*, 17(2), 86–94.
<https://doi.org/10.3173/air.17.86>
- Allerbeck, M., & Helmreich, R. (1984). Akzeptanz planen – aber wie? *Office Management*, 32(11), 1080-1082.
- Alonso-Mora, J., Samaranayake, S., Wallar, A., Frazzoli, E., & Rus, D. (2017). On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(3), 462-467.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1611675114>
- Andreassen, T. W. (1995). (Dis)satisfaction with public services: the case of public transportation. *Journal of services marketing*.
<https://doi.org/10.1108/08876049510100290>
- Baier, D., & Bruschi, M. (2009). Erfassung von Kundenpräferenzen für Produkte und Dienstleistungen. In *Conjointanalyse* (S. 3-17). Springer, Berlin, Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-00754-5_1
- Beirão, G. & Cabral, J. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14(6), 478–489.
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.009>
- Bonus, T. (2018). *Public transport systems of the future: Enhancing user acceptance* (Master's Thesis, University of Twente). DLR Electronic library.
https://elib.dlr.de/120507/1/Bonus_MA_2018.pdf

- Bonus, T., Schmettow, M., Grippenkov, J., & König, A. (2018). Der tatsächliche Bedarf hinter bedarfsgesteuerten Angeboten: Analyse des Nutzenbeitrags von Eigenschaften des Bedienkonzepts von Mobility-on-demand Systemen.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12770-0>
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (2021). *Durchschnittsalter der Bevölkerung in Deutschland (1871-2019)*. <https://www.bib.bund.de/Permalink.html?id=10208850>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). A practical information-theoretic approach. *Model selection and multimodel inference*, 2.
- Charness, N., Yoon, J. S., Souders, D., Stothart, C., & Yehnert, C. (2018). Predictors of attitudes toward autonomous vehicles: The roles of age, gender, prior knowledge, and personality. *Frontiers in psychology*, 9, 2589. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02589>
- Chng, S. & Cheah, L. (2020). Understanding Autonomous Road Public Transport Acceptance: A Study of Singapore. *Sustainability*, 12(12), 4974. <https://doi.org/10.3390/su12124974>
- Chowdhury, S. (2016). Users' willingness to ride an integrated public-transport service: A literature review. *Transport Policy*, 48, 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.007>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>

- Donald, I., Cooper, S. & Conchie, S. (2014). An extended theory of planned behaviour model of the psychological factors affecting commuters' transport mode use. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.03.003>
- Dong, X., DiScenna, M. & Guerra, E. (2017). Transit user perceptions of driverless buses. *Transportation*, 46(1), 35–50. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9786-y>
- Eidenmüller, B. (1986). Schwerpunkte der technologischen Entwicklung bei Siemens. *Soziale Bewältigung der technologischen Entwicklung, Berlin*, 9-18.
- Fagnant, D. J. & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167–181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Farrington, J. & Farrington, C. (2005). Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualisation. *Journal of Transport Geography*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.10.002>
- Fiedler, D., Čáp, M., & Čertický, M. (2017, Oktober). Impact of mobility-on-demand on traffic congestion: Simulation-based study. In *2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)* (pp. 1-6). IEEE.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage publications.
- Finn, B., Ferrari, A., & Sassoli, P. (2004). Goals, requirements and needs of users. *Demand Responsive Transport Services: Towards the Flexible Mobility Agency*, 33-54.
- Földes, D., Csiszár, C., & Zarkeshev, A. (2018, Oktober 4-5). *User expectations towards mobility services based on autonomous vehicle*. 8th International Scientific Conference CMDTUR 2018, Zilina, Slovakia.

- Friman, M., Edvardsson, B., & Gärling, T. (2001). Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. I. *Journal of retailing and consumer services*, 8(2), 95-104. [https://doi.org/10.1016/S0969-6989\(00\)00003-5](https://doi.org/10.1016/S0969-6989(00)00003-5)
- Gardner, B., & Abraham, C. (2007). What drives car use? A grounded theory analysis of commuters' reasons for driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 10(3), 187-200. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.09.004>
- Gilibert, M., Ribas, I., Maslekar, N., Rosen, C., & Siebeneich, A. (2019). Mapping of service deployment use cases and user requirements for an on-demand shared ride-hailing service: MOIA test service case study. *Case Studies on Transport Policy*, 7(3), 598-606. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.07.004>
- Gilibert, M., Ribas, I., Rosen, C., & Siebeneich, A. (2020). On-demand shared ride-hailing for commuting purposes: comparison of Barcelona and Hanover case studies. *Transportation Research Procedia*, 47, 323-330. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.105>
- Goldsmith, R.E. & Hofacker, C.F. (1991). Measuring Consumer Innovativeness. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 19(3), 209-221.
- Glover, L., & Low, N. (2020). Unsustainable transport. In C. Curtis, *Handbook of Sustainable Transport*. Edward Elgar Publishing.
- Handy, S., Weston, L. & Mokhtarian, P. L. (2005). Driving by choice or necessity? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3), 183-203. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.09.002>

- Hemmerich, W. (2020). StatistikGuru: Stichprobengröße für die ANOVA mit Messwiederholung berechnen. <https://statistikguru.de/rechner/stichprobengroesse-anova-mit-messwiederholung.html>
- Hensher, D. A., & Prioni, P. (2002). A service quality index for area-wide contract performance assessment. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 36(1), 93-113.
- Hinderer, H., Stegmüller, J., Schmidt, J., Sommer, J., & Lucke, J. (2018, June). Acceptance of autonomous vehicles in suburban public transport. In *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436261>
- Hub, F., & Oehl, M. (2020). *Users' Information Requirements for Shared Automated Vehicles*. International Conference of Automotive User Interfaces 2020 (AutoUI'20) (submitted).
- Hub, F., Wilbrink, M., Kettwich, C., & Oehl, M. (2020, July). Designing Ride Access Points for Shared Automated Vehicles-An Early Stage Prototype Evaluation. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 560-567). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60703-6_72
- International Transport Forum. (2017). *ITF Transport Outlook 2017*. <http://doi.org/10.1787/9789282108000-en>
- Ignaccolo, M., Inturri, G., Giuffrida, N., & Torrisi, V. (2016, November). Public transport accessibility and social exclusion: Making the connections. In *Proceedings of the Third International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE)*, Belgrade, Serbia (pp. 24-25).

- Jain, S., Aggarwal, P., Kumar, P., Singhal, S., & Sharma, P. (2014). Identifying public preferences using multi-criteria decision making for assessing the shift of urban commuters from private to public transport: A case study of Delhi. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 60-70.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.03.007>
- Kingham, S., Dickinson, J., & Copsey, S. (2001). Travelling to work: will people move out of their cars. *Transport policy*, 8(2), 151-160.
- Knapp, F. D. (1998). *Determinanten der Verkehrsmittelwahl*. (1. Auflage). Duncker & Humblot GmbH. <https://doi.org/10.3790/978-3-428-49304-3>
- König, A., Bonus, T., & Grippenkov, J. (2018). Analyzing urban residents' appraisal of ridepooling service attributes with conjoint analysis. *Sustainability*, 10(10), 3711.
<https://doi.org/10.3390/su10103711>
- König, A., & Dreßler, A. (2021). A mixed-methods analysis of mobility behavior changes in the COVID-19 era in a rural case study. *European Transport Research Review*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00472-8>
- König, A. & Grippenkov, J. (2019). Modelling travelers' appraisal of ridepooling service characteristics with a discrete choice experiment. *European Transport Research Review*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0391-3>
- König, A., & Grippenkov, J. (2020). Methoden der Bürgerbeteiligung zur Erhebung von Nutzeranforderungen an inklusive Mobilitäts- und Verkehrsangebote. *Tagungsband MobilEr 2020*, 63.

- König, A., Wegener, J., Pelz, A., & Grippenkov, J. (2017, October). Serious Games: A playful approach to reduce usage barriers of innovative public transport systems. In *Proceedings of the European Transport Conference*.
- Kubinger, K. D., Rasch, D., & Moder, K. (2009). Zur Legende der Voraussetzungen des t - Tests für unabhängige Stichproben. *Psychologische Rundschau*, 60(1), 26–27.
<https://doi.org/10.1026/0033-3042.60.1.26>
- Leiner, D. J. (2019). SoSci Survey (Version 3.2.46) [Computersoftware].
<https://www.soscisurvey.de>
- Lenz, B., & Fraedrich, E. (2015). Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. In *Autonomes Fahren* (pp. 639-660). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45854-9_29
- Liu, J., Deng, W., Zhang, B., (2011). Conjoint analysis based transit service quality research. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 11 (4), pp. 97-102. [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(10\)60135-3](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(10)60135-3)
- Louviere, J. J. (1988). Conjoint analysis modelling of stated preferences: a review of theory, methods, recent developments and external validity. *Journal of transport economics and policy*, 93-119.
- Lucke, D. (1995). *Akzeptanz: Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“*. Opladen: Leske + Budrich. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-09234-6>
- Millonig, A., & Fröhlich, P. (2018, September). Where Autonomous Buses Might and Might Not Bridge the Gaps in the 4 A's of Public Transport Passenger Needs: A Review. In *Proceedings of the 10th international conference on automotive user interfaces*

and interactive vehicular applications (pp. 291-297).

<https://doi.org/10.1145/3239060.3239079>

Müller-Hellmann, A., & Nickel, B. E. (2009). *Differenzierte Bedienung im ÖPNV: flexible Bedienungsweisen als Baustein eines marktorientierten Leistungsangebotes*.

Tactivos, Inc. dba Mural. (2021). *Mural* [Computersoftware]. <https://www.mural.co/>

Nieuwenhuijsen, M. J. & Khreis, H. (2016). Car free cities: Pathway to healthy urban living. *Environment International*, 94, 251–262.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.032>

Nobis, C., & Kuhnimhof, T. (2018). *Mobilität in Deutschland– MiD: Ergebnisbericht*.

Oskamp, S. (2000). A sustainable future for humanity? How can psychology help? *American Psychologist*, 55(5), 496–508. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.55.5.496>

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc. <https://doi.org/10.1002/nur.4770140111>

Peters, A., von Klot, S. & Heier, M. (2005). Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction. *ACC Current Journal Review*, 14(1), 19.

<https://doi.org/10.1016/j.accreview.2004.12.026>

Philipsen, R., Brell, T., & Ziefle, M. (2018, July). Carriage without a driver–user requirements for intelligent autonomous mobility services. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics* (pp. 339-350). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93885-1_31

Piao, J., McDonald, M., Hounsell, N., Graindorge, M., Graindorge, T. & Malhene, N. (2016). Public Views towards Implementation of Automated Vehicles in Urban

Areas. *Transportation Research Procedia*, 14, 2168–2177.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.232>

Quiring, O. (2006). Methodische Aspekte der Akzeptanzforschung bei interaktiven

Medientechnologien. <https://doi.org/10.5282/ubm/epub.1348>

R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna,

Austria. Abgerufen von <https://www.R-project.org/>

Reallabor Hamburg. (2021a). *Autonomes Fahren Reallabor Digitale Mobilität Hamburg*.

Abgerufen am 11. Oktober 2021, von <https://reallab-hamburg.de/projekte/autonomes-fahren/>

Reallabor Hamburg. (2021b). *Reallabor Hamburg Digitale Mobilitätslösungen*. Abgerufen

am 11. Oktober 2021, von <https://reallab-hamburg.de/>

Schäfer, M., & Keppler, D. (2013). Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung.

<https://doi.org/10.14279/depositonce-4461>

Siddiqui, K. (2013). Heuristics for sample size determination in multivariate statistical

techniques. *World Applied Sciences Journal*, 27(2), 285-287.

Sixtus F., Slupina M., Sütterlin S., Amberger J., Klingholz R. (2019). *Teilhabeatlas*

Deutschland. Ungleichwertige Lebensverhältnisse und wie die Menschen sie wahrnehmen. Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung und Wüstenrot Stiftung.

Statistisches Bundesamt (Destatis). (2020, 25. November). *Bevölkerung im Alter von 15*

Jahren und mehr nach allgemeinen und beruflichen Bildungsabschlüssen nach Jahren. Abgerufen am 8. Oktober 2021, von

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Bildungsstand/Tabellen/bildungsabschluss.html>

Statistisches Bundesamt (Destatis). (2021, 14. Oktober). *Deutsche Großstädte im Jahr 2020 nicht mehr gewachsen* [Pressemeldung].

https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/10/PD21_485_12.html;jsessionid=7C78C11A87B742D8225072684D6B14C8.live742

Stern, P. C. (1992). Psychological dimensions of global environmental change. *Annual review of psychology*, 43(1), 269-302.

<https://doi.org/10.1146/annurev.ps.43.020192.001413>

Takeuchi, R., F. Nakamura, I. Okura, and H. Hiraishi (2003). Feasibility study on demand responsive transport systems. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 5, 388–397. <https://doi.org/10.1007/s12205-021-1550-3>

Therneau, T. (2015). A package for survival analysis in S₊. Version 2.38. <https://CRAN.R-project.org/package=survival>

Thüring, M., & Mahlke, S. (2007). Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. *International journal of psychology*, 42(4), 253-264.

<https://doi.org/10.1080/00207590701396674>

Uherek, E., Halenka, T., Borken-Kleefeld, J., Balkanski, Y., Berntsen, T., Borrego, C., Gauss, M., Hoor, P., Juda-Rezler, K. & Lelieveld, J. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate: Land transport. *Atmospheric Environment*, 44(37), 4772–4816. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.01.002>

- Umweltbundesamt. (2021, 15. März). *Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent* [Pressemeldung]. <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/treibhausgasemissionen-sinken-2020-um-87-prozent>
- Van Wee, B. (2014). The Unsustainability of Car Use. In *Handbook of sustainable travel* (S. 69–83). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7034-8_5
- Velaga, N. R., Nelson, J. D., Wright, S. D. & Farrington, J. H. (2012). The Potential Role of Flexible Transport Services in Enhancing Rural Public Transport Provision. *Journal of Public Transportation*, 15(1), 111–131. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.15.1.7>
- Wheeler, B. (2019). AlgDesign: Algorithmic experimental design. R package version 1.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=AlgDesign>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- World Health Organization. (2006). *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide*. World Health Organization.
- Zailani, S., Iranmanesh, M., Masron, T. A. & Chan, T. H. (2016). Is the intention to use public transport for different travel purposes determined by different factors? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 49, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.08.038>

Anhang A

Post-Hoc-Tests

Tabelle A1

Post-Hoc-Tests zum paarweisen Vergleich der potentiell während des Buchungsprozesses verfügbaren Informationen

Information (I)	Information (J)	Mittlere Differenz (I - J)	SE	p	95% Konfidenzintervall		Cohens d
					Untergrenze	Obergrenze	
Ankunftszeit <i>M</i> = 6.63, <i>SD</i> = 0.72	Abfahrtszeit	0.10	0.04	.754	-0.04	0.23	0.12
	Fahrtdauer	0.19	.03	< .001	0.09	0.29	0.24
	Fahrpreis	0.20	.04	< .001	0.05	0.34	0.24
	Weglänge zum Haltepunkt	0.45	0.05	< .001	0.28	0.62	0.49
	Beleuchtung	2.35	0.09	< .001	2.06	2.65	1.74
	Wind- und Wetterschutz	2.79	0.09	< .001	2.49	3.01	2.08
	Zugang	2.86	0.10	< .001	2.54	3.17	1.95
	Sitzgelegenheit	3.06	0.09	< .001	2.76	3.36	2.20
	Barrierefreiheit	3.49	0.10	< .001	3.15	3.82	2.28
Abfahrtszeit <i>M</i> = 6.53, <i>SD</i> = 0.89	Fahrtdauer	0.09	0.04	1.00	-0.05	0.23	0.10
	Fahrpreis	0.10	0.05	1.00	-0.07	0.27	0.11
	Weglänge zum Haltepunkt	0.35	0.06	< .001	0.17	0.54	0.36
	Beleuchtung	2.23	0.09	< .001	1.95	2.56	1.61
	Wind- und Wetterschutz	2.69	0.10	< .001	2.34	3.00	1.93
	Zugang	2.76	0.10	< .001	2.43	3.08	1.82
	Sitzgelegenheit	2.96	0.10	< .001	2.65	3.27	2.06
	Barrierefreiheit	3.39	0.11	< .001	3.04	3.74	2.15

Information (I)	Information (J)	Mittlere Differenz (I - J)	SE	p	95% Konfidenzintervall		Cohens d
					Untergrenze	Obergrenze	
Fahrdauer <i>M</i> = 6.44, <i>SD</i> = 0.88	Fahrpreis	0.01	0.05	1.00	-0.15	0.17	0.01
	Weglänge zum Haltepunkt	0.26	0.06	< .001	0.08	0.44	0.27
	Beleuchtung	2.17	0.09	< .001	1.89	2.47	1.55
	Wind- und Wetterschutz	2.60	0.10	< .001	2.28	2.92	1.87
	Zugang	2.67	0.10	< .001	2.34	2.99	1.76
	Sitzgelegenheit	2.87	0.09	< .001	2.56	3.18	2.00
Fahrpreis <i>M</i> = 6.43, <i>SD</i> = 0.91	Weglänge zum Haltepunkt	0.25	0.06	.001	0.06	0.44	0.25
	Beleuchtung	2.16	0.10	< .001	1.85	2.48	1.53
	Wind- und Wetterschutz	2.59	0.10	< .001	2.27	2.91	1.85
	Zugang	2.66	0.10	< .001	2.33	2.98	1.75
	Sitzgelegenheit	2.86	0.10	< .001	2.55	3.18	1.98
	Barrierefreiheit	3.29	0.11	< .001	2.94	3.64	2.08
Weglänge zum Haltepunkt <i>M</i> = 6.18, <i>SD</i> = 1.07	Beleuchtung	1.91	0.92	< .001	1.60	2.21	1.30
	Wind- und Wetterschutz	2.34	0.10	< .001	2.03	2.65	1.61
	Zugang	2.41	0.10	< .001	2.08	2.74	1.53
	Sitzgelegenheit	2.61	0.10	< .001	2.30	2.93	1.74
	Barrierefreiheit	3.04	0.10	< .001	2.70	3.38	1.87
Beleuchtung <i>M</i> = 4.27, <i>SD</i> = 1.78	Wind- und Wetterschutz	0.43	0.08	< .001	0.18	0.69	0.24
	Zugang	0.50	0.09	< .001	0.19	0.81	0.27
	Sitzgelegenheit	0.71	0.08	< .001	0.43	0.98	0.39
	Barrierefreiheit	1.13	0.10	< .001	0.80	1.47	0.59

Information (I)	Information (J)	Mittlere Differenz (I - J)	SE	p	95% Konfidenzintervall		Cohens d
					Untergrenze	Obergrenze	
Wind- und Wetterschutz M = 3.84, SD = 1.76	Zugang	0.07	0.10	1.00	-0.25	-0.39	0.04
	Sitzgelegenheit	0.27	0.08	.033	0.01	0.54	0.15
	Barrierefreiheit	0.70	0.11	< .001	0.36	1.05	0.37
Zugang M = 3.77, SD = 1.95	Sitzgelegenheit	0.21	0.09	.929	-0.09	0.50	0.11
	Barrierefreiheit	0.63	0.10	< .001	0.29	0.98	0.32
Sitz- gelegenheit M = 3.57, SD = 1.83	Barrierefreiheit	0.43	0.10	.001	0.11	0.75	0.22

Anmerkung. Die *p*-Werte sind nach Bonferroni korrigiert, *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt. Die Variablen sind nach Mittelwert sortiert in absteigender Reihenfolge dargestellt.

Tabelle A2

Post-Hoc-Tests zum paarweisen Vergleich der Identifikationsmethoden

Identifikation via (I)	Identifikation via (J)	Mittlere Differenz (I - J)	SE	p	95% Konfidenzintervall		Cohens d
					Untergrenze	Obergrenze	
Interaktive Karte M = 5.81, SD = 1.29	Infrastruktur	0.17	0.09	.63	-0.09	0.43	0.12
	Foto	0.62	0.09	< .001	0.37	0.87	0.43
	Augmented Reality	0.64	0.10	< .001	0.37	0.92	0.43
	Adresse	0.72	0.09	< .001	0.48	0.97	0.51
Infrastruktur M = 5.64, SD = 1.53	Foto	0.45	0.09	< .001	0.19	0.71	0.29
	Augmented Reality	0.47	0.10	< .001	0.20	0.75	0.29
	Adresse	0.55	0.10	< .001	0.28	0.83	0.36
Foto M = 5.19, SD = 1.56	Augmented Reality	0.02	0.09	1.00	-0.22	0.26	0.01
	Adresse	0.10	0.09	1.00	-0.16	0.36	0.07
Augmented Reality M = 5.17, SD = 1.66	Adresse	0.08	0.10	1.00	-0.20	0.36	0.05

Anmerkung. Die *p*-Werte sind nach Bonferroni korrigiert. *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt. Die Variablen sind nach Mittelwert sortiert in absteigender Reihenfolge dargestellt.

Anhang B

t-Tests für unabhängige Stichproben mit Welch-Korrektur

Tabelle B1

t-Tests zu den Bewertungen der verfügbaren Informationen nach Altersgruppe

Bewertete Information	<i>M</i> (1)	<i>M</i> (2)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
Weglänge zum Haltepunkt	6.15	6.21	-0.59	458.92	.556	0.06
Barrierefreiheit	3.16	3.12	0.24	458.95	.812	0.02
Wind-/Wetterschutz	3.56	4.12	-3.44	454.86	.001	0.32
Beleuchtung	4.22	4.32	-0.61	458.91	.545	0.06
Sitzgelegenheit	3.50	3.63	-0.75	453.07	.455	0.07
Zugang zum Fahrzeug	3.76	3.78	-0.09	457.37	.930	0.01
Abfahrtszeit	6.51	6.55	-0.54	459.00	.587	0.05
Fahrdauer	6.55	6.33	2.63	428.04	.009	0.25
Ankunftszeit	6.69	6.57	1.76	443.99	.080	0.17
Fahrpreis	6.56	6.30	3.08	428.23	.002	0.29

Anmerkung. 1 = jüngere Altersgruppe, 2 = ältere Altersgruppe. *t*-Tests nach Welch korrigiert. *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt

Tabelle B2

t-Tests zu den Bewertungen der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation nach Altersgruppe

Bewertete Methode	<i>M</i> (1)	<i>M</i> (2)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
Infrastrukturmarkierung	5.55	5.73	-1.25	458.30	.211	0.12
Adresse	4.93	5.25	-2.26	454.68	.024	0.21
Interaktive Karte	5.77	5.85	-0.67	457.48	.502	0.06
Foto in App	5.12	5.26	-0.97	458.33	.333	0.09
AR-Funktion in App	5.07	5.26	-1.25	458.99	.213	0.11

Anmerkung. 1 = jüngere Altersgruppe, 2 = ältere Altersgruppe. *t*-Tests nach Welch korrigiert. *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt

Tabelle B3*t-Tests zu den Bewertungen der verfügbaren Informationen nach Geschlecht*

Bewertete Information	<i>M</i> (1)	<i>M</i> (2)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
Weglänge zum Haltepunkt	6.27	6.07	1.91	356.13	.057	0.19
Barrierefreiheit	3.24	2.94	1.60	409.06	.110	0.15
Wind-/Wetterschutz	3.68	4.04	-2.14	414.48	.033	0.21
Beleuchtung	4.62	3.78	5.04	392.67	< .001	0.48
Sitzgelegenheit	3.70	3.34	2.13	407.30	.034	0.20
Zugang zum Fahrzeug	3.77	3.72	0.28	413.52	.780	0.02
Abfahrtszeit	6.58	6.46	1.36	380.80	.175	0.13
Fahrdauer	6.56	6.27	3.40	353.93	.001	0.33
Ankunftszeit	6.72	6.51	2.97	345.49	.003	0.29
Fahrpreis	6.49	6.35	1.57	399.41	.117	0.15

Anmerkung. 1 = weiblich, 2 = männlich. *t*-Tests nach Welch korrigiert. *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt

Tabelle B4*t-Tests zu den Bewertungen der Methoden zur Haltepunkt-Identifikation nach Geschlecht*

Bewertete Methode	<i>M</i> (1)	<i>M</i> (2)	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
Infrastrukturmarkierung	5.76	5.48	1.90	388.33	.058	0.18
Adresse	5.23	4.87	2.48	410.79	.014	0.24
Interaktive Karte	5.71	5.95	-2.05	430.09	.041	0.19
Foto in App	5.35	4.95	2.69	410.40	.007	0.26
AR-Funktion in App	5.24	5.09	0.95	389.28	.345	0.09

Anmerkung. 1 = weiblich, 2 = männlich. *t*-Tests nach Welch korrigiert. *p*-Werte unter .05 sind in fettem Schriftbild dargestellt

Anhang C

Fragebogen der quantitativen Studie

Sehr geehrte Damen und Herren,

herzlich willkommen bei unserer Befragung "Bedarfsgesteuerte Mobilität" des [Instituts für Verkehrssystemtechnik](#) des DLR. Ziel der Studie ist es, **Nutzeranforderungen** an einen neuartigen **flexiblen Shuttle-Service im öffentlichen Verkehr** zu untersuchen (im Folgenden bezeichnet als flexibles ÖPNV-Shuttle). Die Befragung wird in etwa 15 Minuten in Anspruch nehmen.

Füllen Sie den Fragebogen wenn möglich bitte auf einem PC oder Tablet durch, da es bei der Bearbeitung via Smartphone zu Darstellungsproblemen kommen kann. Wenn Sie ein Smartphone verwenden müssen, drehen Sie es am besten ins Querformat.

Zuerst erfragen wir kurz einige **Hintergrundinformationen** über Sie und Ihr Mobilitätsverhalten. Im Anschluss stellen wir Ihnen einige **Gestaltungsvarianten** rund um den flexiblen ÖPNV-Service vor und möchten Ihre Meinung erfahren. Abschließend geht es im Rahmen mehrerer **Wahlaufgaben** darum, welche Aspekte Ihnen als Fahrgast bei diesem Mobilitätsangebot besonders wichtig sind.

Ihre Angaben werden selbstverständlich anonym gespeichert. Es ist kein Rückschluss auf Ihre Person möglich. Sie können die Umfrage jederzeit ohne nachteilige Konsequenzen beenden, indem Sie das Browserfenster schließen. Die Erfassung der Daten dient ausschließlich Forschungszwecken.

Als Dankeschön für Ihre Teilnahme haben Sie am Ende der Befragung die unverbindliche Möglichkeit, an der Verlosung von fünf **Amazon-Gutscheinen im Wert von 20€** teilzunehmen. Hierfür wird die Angabe Ihrer **E-Mail-Adresse** benötigt. Diese wird gesondert gespeichert und ausschließlich zur Kontaktaufnahme im Falle eines Gewinns genutzt.

Um an der Erhebung teilnehmen zu können, geben Sie bitte Ihr Einverständnis zur [Datenerhebung nach der Datenschutz-Grundverordnung](#) und bestätigen Sie Ihr Mindestalter von 16 Jahren.

Sind Sie mit der Verarbeitung der Fragebogendaten nach Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) einverstanden?

- Ja, ich bin einverstanden.
- Nein, ich bin **nicht** einverstanden.

Bitte bestätigen Sie, dass Sie mindestens 16 Jahre alt sind.

- Ja, ich bin mindestens 16 Jahre alt.
- Nein, ich bin noch **keine** 16 Jahre alt.

Ansprechpartnerin: [Annika Drefßler](#)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Verkehrssystemtechnik

datenschutz@dlr.de

Bitte verraten Sie uns Ihr Alter und Geschlecht.

Ich bin Jahre alt.

weiblich

männlich

divers

Wie häufig nutzen Sie die folgenden Verkehrsmittel auf Ihren alltäglichen Wegen?

	Nie	1-mal pro Monat oder seltener	2- oder 3-mal pro Monat	1-mal pro Woche	2- oder 3-mal pro Woche	(Nahezu) Täglich
PKW	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ÖPNV (Bus, Straßenbahn, S- und U-Bahn)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Regional- / Fernbahn	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Motorrad / Moped	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fahrrad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Den ganzen Weg zu Fuß gehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges, und zwar: <input type="text"/> (optional)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sonstiges, und zwar: <input type="text"/> (optional)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wie würden Sie Ihre körperliche Mobilität beschreiben? (Mehrfachauswahl möglich)

Ich...

- ...bin nicht eingeschränkt in meiner körperlichen Mobilität.
- ...habe eine Gehbehinderung.
- ...nutze einen Rollstuhl.
- ...nutze eine Gehhilfe.
- ...bin auf andere Weise in meiner körperlichen Mobilität eingeschränkt:
-
- Keine Angabe

Bitte beurteilen Sie die folgende Aussage:

In meinem Freundes- und Bekanntenkreis gehöre ich normalerweise eher zu den letzten, die neue Technik ausprobieren.

Stimmt überhaupt nicht							Stimmt genau
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Welcher der folgenden Stadt- und Gemeindetypen entspricht am ehesten Ihrem Wohnort?

- Landgemeinde (< 2.000 Einwohner)
- Landstadt (2.000 – 5.000 Einwohner)
- Kleinstadt (5.000 – 20.000 Einwohner)
- Mittelstadt (20.000 – 100.000 Einwohner)
- Großstadt (100.000 – 1Mio. Einwohner)
- Millionenstadt (> 1Mio. Einwohner)

Welcher ist der höchste allgemeinbildende Schulabschluss, den Sie haben?

- (Noch) kein Schulabschluss
 Hauptschulabschluss (Volksschulabschluss)
 Realschulabschluss (Mittlere Reife)
 Polytechnische Oberschule der DDR
 Fachhochschulreife
 Hochschulreife (Abitur, EOS)
 Abitur über zweiten Bildungsweg
 Anderer Schulabschluss, und zwar

Keine Angabe

Welche beruflichen Ausbildungsabschlüsse haben Sie?

Mehrfachnennungen sind möglich.

- Noch in beruflicher Ausbildung (Auszubildende(r), Student/-in, Praktikan/-in, Berufsvorbereitungsjahr)
 Keine berufliche Ausbildung mit Abschluss
 Beruflich-betriebliche Berufsausbildung (Lehre)
 Beruflich-schulische Ausbildung (Berufsfachschule, mittlerer Dienst in öffentlicher Verwaltung)
 Fachschule der DDR
 Fach-, Meister-, Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie
 Fachhochschulabschluss (z.B. Bachelor, Master, Diplom)
 Universitätsabschluss (z.B. Bachelor, Master, Diplom, Magister, Staatsexamen)
 Promotion
 Anderer beruflicher Abschluss, und zwar

Keine Angabe

So funktioniert der flexible Shuttle-Service

Bitte lesen Sie die Beschreibung aufmerksam - Ihr Verständnis ist sehr wichtig für die Befragung.

Als Fahrgast können Sie ein Shuttle jederzeit via App buchen, indem Sie **Start, Ziel** und **Zeitpunkt** Ihrer gewünschten Fahrt an das System übermitteln. Nach erfolgreicher Buchung wird Ihnen der genaue **Ort** mitgeteilt, an welchem das Shuttle Sie **abholen** wird (im Folgenden "der **Haltepunkt**" genannt).

Zur gegebenen Zeit **suchen Sie den Haltepunkt auf**, wobei es verschiedene Möglichkeiten gibt, wie die App Sie bei der Navigation dorthin unterstützen kann. Dort werden Sie vom Shuttle abgeholt und dann zu Ihrem Zielort gefahren. Der Shuttle-Service orientiert sich vollständig an den **Kundenanfragen** und funktioniert **ohne feste Fahrpläne** und **ohne feste Haltestellen**.

Die **optimale Fahrtroute** der Shuttles wird durch einen Algorithmus bestimmt. Hierbei ist es das Ziel, die **Fahrten mehrerer Fahrgäste effizient zu verbinden** und so mehrere Personen gleichzeitig zu ihrem jeweiligen Zielort zu befördern. Aufgrund dessen kann es passieren, dass Fahrgäste nicht auf dem direkten Weg zu ihrem Zielort gefahren werden. Der Algorithmus achtet aber darauf, dass jeder Fahrgast sein Fahrtziel in einem gewissen **Zeitfenster** erreicht.

Der Dienst nutzt **autonome Fahrzeuge**, es ist also kein menschlicher Fahrer an Bord.

Konnten Sie anhand der Beschreibung ein gutes grundlegendes Verständnis des Angebots aufbauen?

- Ja
 Nein

Bitte beurteilen Sie die folgende Aussage:

Ich habe Bedenken mit Blick auf das Fahren oder Mitfahren in einem autonomen oder selbstfahrenden Fahrzeug.

Stimmt überhaupt nicht							Stimmt genau
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bitte stellen Sie sich nun vor, Sie selbst wollen eine Fahrt mit dem Shuttle-Service buchen.

Wie wichtig empfinden Sie bei der Buchung die Verfügbarkeit von Informationen bezüglich der folgenden Aspekte?:

Informationen bezüglich...	Sehr unwichtig	Sehr wichtig
Wie lang ist der Weg zum Haltepunkt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ist der Weg zum Haltepunkt barrierefrei?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie ist der Wind- und Wetterschutz am Haltepunkt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie ist die Beleuchtung am Haltepunkt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gibt es eine Sitzgelegenheit am Haltepunkt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie ist der Zugang zum Fahrzeug am Haltepunkt? (Hält das Shuttle dort z.B. direkt am Gehweg oder ist es getrennt durch einen Grünstreifen, Fahrradweg o.ä.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wann fährt das Shuttle am Haltepunkt ab?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie lange dauert die Fahrt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wann kommt das Shuttle am Zielort an?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wie teuer ist die Fahrt?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Eine Fahrt mit dem Shuttle: Wie finden Sie den richtigen Haltepunkt?

Bitte stellen Sie sich nun vor, Sie haben eine Fahrt mit dem Shuttle gebucht und sind nun auf dem Weg zum Haltepunkt. Wie kann sichergestellt werden, dass Sie auch wirklich am richtigen Ort auf das Shuttle warten?

Im Folgenden werden Ihnen verschiedene Methoden zur Unterstützung der Identifikation des Haltepunktes vorgestellt. Bitte bewerten Sie jede der Methoden auf einer Skala von "überhaupt nicht nützlich" bis "äußerst nützlich".

Bitte beachten Sie, dass es sich bei den dazugehörigen Bildern um beispielhafte Umsetzungen handelt, die ausschließlich dem Verständnis der Methoden dienen sollen. Bewerten Sie daher bitte stets das zugrunde liegende Konzept und nicht die konkrete Umsetzung auf den Bildern.

Identifikation des Haltepunktes

Bitte bewerten Sie, wie nützlich Sie die unten stehende Methode finden, um Sie beim Erkennen des richtigen Haltepunkts zu unterstützen.

Identifikation via Foto des Haltepunktes in der App

Die App zeigt zusätzlich zur Adresse ebenfalls ein aktuelles Foto des Haltepunktes an. Dieses können Sie als Fahrgast mit der Umgebung abgleichen, um festzustellen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.



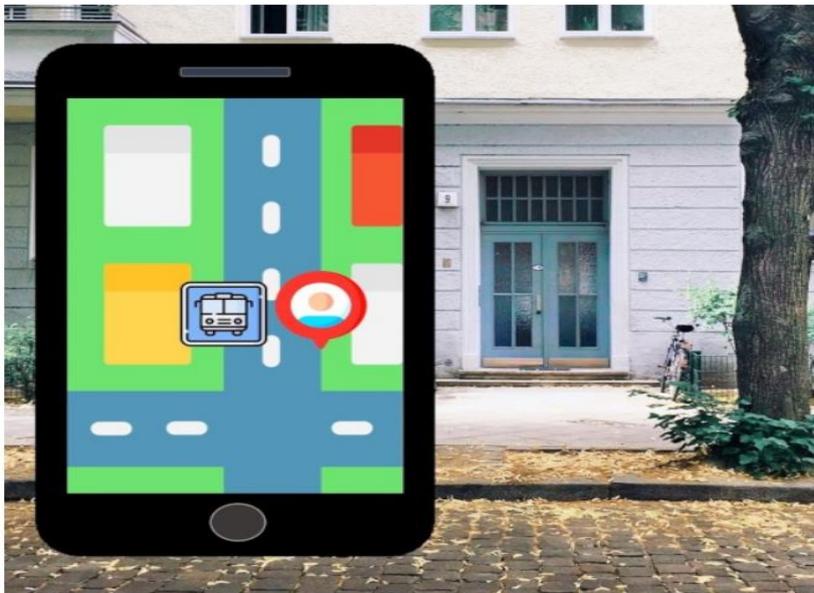
Wie nützlich finden Sie diese Methode, um den Haltepunkt zu identifizieren?

Die Abbildung dient nur zur Veranschaulichung – bitte bewerten Sie das zugrundeliegende Konzept.

1
Überhaupt nicht nützlich
 2
 3
 4
 5
 6
 7
Äußerst nützlich

Identifikation via interaktiver Karte in der App

Zusätzlich zur Adresse des Haltepunktes zeigt die App eine interaktive Straßenkarte (ähnlich wie z.B. Google Maps, OpenStreetMap...) an, auf welcher sowohl der Haltepunkt, als auch der gegenwärtige Standort des Fahrgastes markiert sind. Anhand dieser können Sie als Fahrgast prüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.



Wie nützlich finden Sie diese Methode, um den Haltepunkt zu identifizieren?

Die Abbildung dient nur zur Veranschaulichung – bitte bewerten Sie das zugrundeliegende Konzept.

1
Überhaupt nicht nützlich
 2
 3
 4
 5
 6
 7
Äußerst nützlich

Identifikation via Adresse

Die App zeigt die Adresse des Haltepunktes an. Anhand dieser können Sie als Fahrgast überprüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.



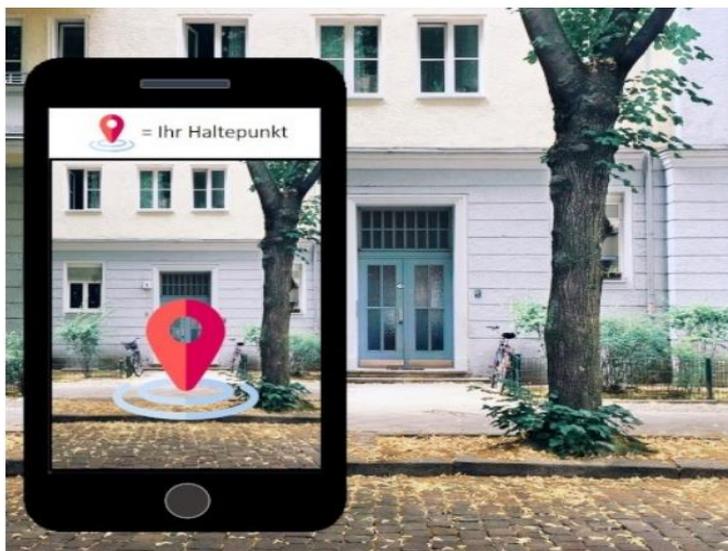
Wie nützlich finden Sie diese Methode, um den Haltepunkt zu identifizieren?

Die Abbildung dient nur zur Veranschaulichung – bitte bewerten Sie das zugrundeliegende Konzept.

- 1 2 3 4 5 6 7
 Überhaupt nicht nützlich Äußerst nützlich

Identifikation via Augmented Reality-Funktion in der App

Die App verfügt über eine Augmented Reality-Funktion, die über die Kamera des Smartphones funktioniert. Wird die Kamera auf den Haltepunkt gerichtet, so erscheint eine virtuelle Markierung auf dem Bildschirm. Diese können Sie als Fahrgast nutzen (zusätzlich zur Adresse des Haltepunktes), um den Haltepunkt zu identifizieren.



Wie nützlich finden Sie diese Methode, um den Haltepunkt zu identifizieren?

Die Abbildung dient nur zur Veranschaulichung – bitte bewerten Sie das zugrundeliegende Konzept.

- 1 2 3 4 5 6 7
 Überhaupt nicht nützlich Äußerst nützlich

Physische Infrastrukturmarkierung des Haltepunktes

Alle potentiellen Haltepunkte des Shuttle-Services werden mit physischen Elementen, z.B. einem Schild, markiert. Anhand dessen können Sie als Fahrgast prüfen, ob Sie sich am richtigen Ort befinden.



Wie nützlich finden Sie diese Methode, um den Haltepunkt zu identifizieren?

Die Abbildung dient nur zur Veranschaulichung – bitte bewerten Sie das zugrundeliegende Konzept.

- 1
Überhaupt nicht nützlich
 2
 3
 4
 5
 6
 7
Äußerst nützlich

Was zeichnet einen Haltepunkt aus, der für Sie als Fahrgast einfach zu identifizieren ist?

Was zeichnet einen Wartebereich aus, der für Sie als Fahrgast sicher ist?

Was zeichnet einen Ein- bzw. Ausstiegsbereich aus, der für Sie als Fahrgast sicher ist?

Welche Fahrt würden Sie wählen?

In diesem letzten Teil werden Ihnen jeweils **zwei Optionen** für eine Fahrt mit dem Shuttle gezeigt. **Bitte wählen Sie jeweils die Option, die Ihnen persönlich eher zusagt. Falls Ihnen keine der beiden Optionen zusagt**, haben Sie außerdem die **Möglichkeit, "keine von beiden" zu wählen**.

Die Fahrten, die Ihnen zur Wahl stehen, unterscheiden sich in 6 verschiedenen Merkmalen, die jeweils verschiedene Ausprägungen annehmen können. Im Folgenden finden Sie eine kurze Übersicht der Merkmale. Falls Sie diese während der Entscheidungsaufgaben erneut benötigen, finden Sie am **Ende jeder Seite** einen **Link zur Übersicht**.

Die verschiedenen Merkmale einer Shuttle-Fahrt

Preis der Fahrt

Der Gesamtpreis für die Fahrt mit dem Shuttle.

Dauer der Fahrt

Die ungefähre Dauer der Fahrt vom Einstieg am Haltepunkt bis zum Ausstieg am Zielort.

Weglänge zum Haltepunkt

Die ungefähre Gesamtlänge des Weges, den Sie als Fahrgast im Rahmen der Shuttle-Fahrt **zu Fuß** zurücklegen müssen, um zum Zielort zu gelangen.

Verfügbare Informationen

Die Informationen, welche Sie als Fahrgast vom Service (z.B. der App) erhalten. Nicht immer sind alle Informationen verfügbar.

- Abfahrt: Uhrzeit, zu welcher das Shuttle am Haltepunkt abfährt.
- Ankunft: Uhrzeit, zu welcher das Shuttle den Zielort erreicht.
- Route: Der Weg, welchen das Shuttle zum Erreichen des Zielortes nimmt. Auch über Veränderungen dieses Weges wird informiert.
- Verspätung: Eventuelle Verspätungen des Shuttles mit Blick auf die Abfahrt vom Haltepunkt oder die Ankunft am Zielort. Auch über die Gründe dieser Verspätungen wird informiert.

Navigation zum Haltepunkt

Die Informationen bzw. Funktionen, mit welcher die App Sie als Fahrgast bei der Navigation zum Haltepunkt unterstützt. Die Funktionen können auch in Kombination eingesetzt werden:

Navigation zum Haltepunkt

Die Informationen bzw. Funktionen, mit welcher die App Sie als Fahrgast bei der Navigation zum Haltepunkt unterstützt. Die Funktionen können auch in Kombination eingesetzt werden:

Adresse

Die Adresse des Haltepunktes (z.B. "Musterstraße 9") wird angezeigt.



Karte

Eine interaktive Karte mit Markierung des eigenen Live-Standortes und des Haltepunktes wird angezeigt.



(Navigations-)Anweisungen

Ihnen als Fahrgast werden in Echtzeit konkrete Wegangaben mitgeteilt. Dies passiert ähnlich wie bei einem herkömmlichen Navigationssystem entweder via Text oder via Sprachausgabe.



Wie nützlich finden Sie die vorgestellten Methoden, um zum Haltepunkt zu navigieren?

	Überhaupt nicht nützlich	Äußerst nützlich					
Adresse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Karte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(Navigations-)Anweisungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Identifikation des Haltepunktes

Die Funktion, mit welcher die App Sie als Fahrgast bei der Identifikation des Haltepunktes unterstützt. Unabhängig davon verfügen Sie aber auch über die im Punkt "Navigation zum Haltepunkt" angezeigten Informationen:

--- Die App verfügt über keine zusätzlichen Funktionen, um bei der Identifikation des Haltepunktes zu unterstützen. Auch der Haltepunkt selbst ist nicht physisch markiert.

Foto

Ein Foto des Haltepunktes wird in der App angezeigt. Sie als Fahrgast können dieses nutzen, um vor Ort die genaue Position des Haltepunktes auszumachen.



Augmented Reality

Wird die Kamera des Smartphones auf den Haltepunkt gerichtet, so wird dieser durch ein Augmented Reality-Feature virtuell in der App angezeigt. Sie als Fahrgast können dies nutzen, um vor Ort die Position des Haltepunktes auszumachen.



Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen. Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse
Dauer der Fahrt	30 min	20 min
Preis der Fahrt	2,50 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse
Dauer der Fahrt	30 min	20 min
Preis der Fahrt	2,50 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	30 min	30 min
Preis der Fahrt	3,50 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an::

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	30 min	10 min
Preis der Fahrt	3,00 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	10 min	20 min
Preis der Fahrt	3,00 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	10 min	20 min
Preis der Fahrt	2,50 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse
Dauer der Fahrt	20 min	10 min
Preis der Fahrt	3,50 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	30 min	10 min
Preis der Fahrt	3,00 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	20 min	30 min
Preis der Fahrt	2,50 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	10 min	10 min
Preis der Fahrt	3,50 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	20 min	30 min
Preis der Fahrt	2,50 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse
Dauer der Fahrt	10 min	30 min
Preis der Fahrt	2,50 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse
Dauer der Fahrt	30 min	10 min
Preis der Fahrt	3,50 €	3,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	10 min	20 min
Preis der Fahrt	3,00 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Augmented Reality	Foto
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse Karte (Navigations-)Anweisungen
Dauer der Fahrt	20 min	20 min
Preis der Fahrt	3,50 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	100 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

- Keine von beiden
 Option A
 Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse Karte	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	20 min	30 min
Preis der Fahrt	3,00 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	100 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt	Abfahrt Ankunft Route Verspätung

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	---	---
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse Karte
Dauer der Fahrt	20 min	10 min
Preis der Fahrt	3,00 €	2,50 €
Weglänge zum Haltepunkt	500 m	500 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Stellen Sie sich folgendes Szenario vor:

Sie wollen zum 5 km entfernten Bahnhof fahren, um einen Zug zu bekommen.
Hierfür wollen Sie den Shuttle-Service nutzen.

Bitte schauen Sie sich die 2 Optionen für die Fahrt an:

	Option A	Option B
Identifikation des Haltepunktes	Foto	Augmented Reality
Navigation zum Haltepunkt	Adresse	Adresse
Dauer der Fahrt	10 min	30 min
Preis der Fahrt	3,50 €	3,00 €
Weglänge zum Haltepunkt	300 m	300 m
Verfügbare Informationen	Abfahrt Ankunft Route Verspätung	Abfahrt Ankunft

Welche der Optionen würden Sie wählen?

Keine von beiden

Option A

Option B

[Klicken Sie hier, um die Beschreibung der Attribute noch einmal zu lesen.](#)

Anhang D

Übersicht aller Beiträge aus den qualitativen Workshops

Buchung der Fahrt

Die Buchung soll nicht aufwendig sein; Während Buchung ist die Angabe der gewünschten Haltestelle durch den Nutzer möglich; Rückmeldung des Services, dass die Buchung erfolgreich war; Änderungen der Route sollten kurzfristig möglich sein; Während der Buchung muss Nutzer angeben, für wie viele Fahrgäste er/sie bucht; Bei der Buchung sollte Sitzplatzreservierung möglich sein; Es soll vorab installierte Halte- / Rufsäulen geben, von denen aus das Shuttle gerufen werden kann.; Vorbestellungen sollen möglich sein; Es soll vorab installierte Halte- / Rufsäulen geben, von denen aus das Shuttle gerufen werden kann.; Vorbestellungen sollen möglich sein; Möglichkeit via App zu bestellen; Rückmeldung des Services, dass die Vorbestellung erfolgreich war; Änderungen der Einstiegszeit sollen auch nach Buchung noch möglich sein; Die Buchung soll nicht aufwendig sein; Die Buchung soll via Spracheingabe möglich sein; Möglichkeit, Abonnement für Fahrten abzuschließen.; Bei der Buchung sollte Sitzplatzreservierung möglich sein; Gespeicherte Zielorte sollen mit einem Klick buchbar sein; Die Buchung soll via Spracheingabe möglich sein; Bei Buchung via Sprache soll die Rückmeldung des Services ebenfalls sprachlich erfolgen.; Möglichkeit, in der Buchung anzugeben, dass man einen Rollstuhl mitnimmt; Möglichkeit, in der Buchung anzugeben, dass man einen Kinderwagen mitnimmt; Einmalige Spontanfahrten sollen via Registrierung an Haltesäulen möglich sein; Registrierungspflicht an Haltesäulen (o.ä.) könnte Akzeptanz schwächen; Registrierungspflicht an Haltesäulen (o.ä.) könnte bzgl. Datenschutz schwierig sein; In der Buchung muss der Nutzer Start- und Zielpunkt als Adresse angeben können.; In der Buchung muss der Nutzer Start- und Zielpunkt als "Landmark" (öffentliches Gebäude / Denkmal) angeben können.; In der Buchung muss der Nutzer seinen eigenen Standort als Startpunkt angeben können.; In der Buchung soll angezeigt werden, wo das Shuttle den Nutzer abholt; In der Buchung muss der Nutzer auswählen können, wo das Shuttle ihn abholt; Die Buchung soll eine einfach verständliche Sprache verwenden.; Die Buchung soll mehrsprachig verfügbar sein; Möglichkeit zur Sitzplatzreservierung in anderen Shuttles, um zwischen Shuttles umsteigen zu können; Die Buchung soll nicht aufwendig sein; Bei der Buchung sollte Sitzplatzreservierung möglich sein; Möglichkeit, die Fahrt während der laufenden Fahrt noch zu stornieren; Möglichkeit, die Fahrt während der laufenden Fahrt noch zu verändern; Muss der Bedarf nach Barrierefreiheit bei der Buchung angegeben werden?; Bei der Buchung sollte Sitzplatzreservierung möglich sein

Weg zum Haltepunkt

Nutzer kann via App angeben, dass er kürzere Fußwege zum Haltepunkt präferiert; Klarer Hinweis, in welche Richtung Nutzer zu Beginn der Navigation gehen muss; Der Nutzer verläuft sich; Der Nutzer ist zu langsam; Nutzer ist am richtigen Haltepunkt, aber auf der falschen Straßenseite; Benachrichtigung via Handy, falls Nutzer in die falsche Richtung geht; GPS-Navigation zum Haltepunkt; Benachrichtigung via App, falls Nutzer 2 Minuten vor Ankunft des Shuttles noch auf dem Weg ist; Wie lange brauche der Nutzer zum Haltepunkt?; Kurzer Weg zum Haltepunkt; Barrierefreier Weg zum Haltepunkt; Physische Wegweiser zu Haltepunkten

installieren; Physische Wegweiser zu Haltepunkten installieren; Navigation via App zum Haltepunkt; GPS-Navigation zum Haltepunkt; Maximal 2 bis 5 Minuten Laufzeit zum Haltepunkt; GPS-Navigation zum Haltepunkt; Navigation via App zum Haltepunkt; Verschiedene Wegoptionen zum Haltepunkt; Angabe von Orientierungspunkten zur Navigation zum Haltepunkt

Lage der Haltepunkte

Alternativer Haltepunkt, falls Haltepunkt blockiert ist; Straßenseite des Haltepunktes an Nutzer kommunizieren; Gute Haltestellenabdeckung; Abholung von Zuhause möglich; Gute Haltestellenabdeckung; Keine Kollisionen mit Radfahrenden und Passanten an Haltepunkten; Außerplanmäßige Spontanhalte möglich; Wo kann Shuttle außerplanmäßig halten?

Ausstattung des Haltepunktes

Haltepunkte sollen über Wetterschutz/Wartehäuschen verfügen; Haltepunkte sollen über visuelle Signalmöglichkeit verfügen, mit der der Nutzer signalisieren kann, dass er am Haltepunkt ist.; Haltepunkte sollen gut ausgeleuchtet sein.; Haltepunkte sollen barrierefrei sein.

Identifikation des Haltepunktes

Identifikation des Haltepunktes via AR; Was passiert, wenn Nutzer den Haltepunkt nicht findet?; Eindeutig identifizierbare Haltepunkte; Unverwechselbare Haltepunkte wählen; Markierung bei uneindeutigen Haltepunkten; Identifikation des Haltepunktes via Bild in App; Markierung bei uneindeutigen Haltepunkten; Identifikation des Haltepunktes via Bild in App; Identifikation des Haltepunktes via AR; Identifikation des Haltepunktes via GPS; Straße/Hausnummer zur Identifikation des Haltepunktes angeben; Blinkende Bordsteinkanten/Laternenmasten zur Identifikation des Haltepunktes

Warten am Haltepunkt

Wie lange wartet das Shuttle am Haltepunkt auf den Nutzer?; Wie kurzfristig kann sich die Wartezeit ändern?; Pünktlichkeit des Shuttles; Möglichst kurze Wartezeit; Maximal 5 Minuten Wartezeit; Fahrzeug soll am Haltepunkt eine gewisse Zeit auf den Nutzer warten; Angabe einer Wartereihenfolge der Nutzer, um Einstieg zu erleichtern; Nachts nur sichere Haltepunkte verwenden; Fahrzeug soll am Haltepunkt eine gewisse Zeit auf den Nutzer warten; Nachts nur sichere Haltepunkte verwenden; Haltepunkte in sicheren Gegenden; Zeitfenster, in dem Fahrgäste am Haltepunkt/Shuttle ankommen können; Maximal 10 Minuten, bis Shuttle am Haltepunkt ist; Information via App, wenn Shuttle sich verspätet; Was passiert bei Verspätung des Shuttles?; Wie wird Nutzer informiert, wenn Shuttle Verspätung hat?; Was hat Nutzer für Alternativen, wenn Shuttle Verspätung hat?

Identifikation des Shuttles

Shuttle soll aus der Ferne eindeutig identifizierbar sein; Nutzer steigt in falsches Shuttle; Leuchtende Farben für bessere Identifizierung des Shuttles; Identifikation des Shuttles durch Taxi-ähnliches Merkmal auf dem Dach; Kennzeichnung der Shuttles mit Ziel der Fahrt; Welches ist mein Fahrzeug?; Nummerierung der Fahrzeuge zur Identifikation; Fahrzeug ruft Fahrgast auf, damit dieser das richtige Shuttle findet; Einheitliches Design der Shuttles; Bildliche Darstellung des Shuttles in App; Shuttle soll eindeutig identifizierbar sein; Beschriftungen des Shuttles von allen Seiten erkennbar; Beschriftungen des Shuttles aus der Ferne erkennbar; Kennzeichen des Fahrzeugs in App angeben; Farbe des Fahrzeugs in App angeben; Art des Fahrzeugs in App angeben; Beschriftung der Fahrzeuge zur Identifikation; Nummerierung der Fahrzeuge zur Identifikation; Kennzeichen des Fahrzeugs in App angeben; Eindeutiges Identifikationsmerkmal jedes Fahrzeugs; Shuttle soll eindeutig identifizierbar sein; Nummerierung der Fahrzeuge zur Identifikation; Beschriftung der Fahrzeuge zur Identifikation; Fahrzeug signalisiert visuell, damit Nutzer es identifizieren kann; Fahrzeug signalisiert akustisch, damit Nutzer es identifizieren kann; Farbe des Fahrzeugs in App angeben; Größe des Fahrzeugs in App angeben; Kennzeichen des Fahrzeugs in App angeben; Art des Fahrzeugs in App angeben; Eindeutiges Identifikationsmerkmal jedes Fahrzeugs; Shuttle soll aus der Ferne eindeutig identifizierbar sein

Ein- und Ausstieg

Baustellen blockieren dem Nutzer den Einstieg des Shuttles; Haltepunkt wird aus Sicht des Shuttles blockiert; Nutzung von QR-Codes zur Überprüfung der Fahrgäste beim Einstieg; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via NFC; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via Mehrmal-Ticket; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via Code des Nutzers; Einstieg per Gesichtserkennung überprüfen; Fahrgäste tauchen nach Buchung nicht auf; Überprüfung des berechtigten Einstiegs, um Missbrauch vorzubeugen; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via Code des Nutzers; Spontaner Zustieg soll möglich sein (wenn Shuttle und Nutzer sich begegnen); Spontaner Zustieg soll möglich sein (wenn Shuttle und Nutzer sich begegnen); Fahrzeug soll den Nutzer identifizieren können; Sicherheitssystem (visuell und akustisch), welches Personen das sichere Aussteigen auch auf der Straße ermöglichen kann; Sicherer Einstieg ins Shuttle; Barrierefreier Einstieg via z.B. via Rampe, die sich absenkt; Um no-shows zu verhindern: Fahrten via Nutzerkennung bestätigen bei der Buchung, um Identität sicherzustellen; Um no-shows zu verhindern: Fahrten via Passwort bestätigen bei der Buchung, um Identität sicherzustellen; Um no-shows zu verhindern: Fahrten via QR-Codes bestätigen, um Identität sicherzustellen; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via Code des Nutzers; Ist es sinnvoll oder systeminhärent, wenn der Fahrgast zur Identifikation beim Einstieg einen Code einscannen muss?; Umstieg zwischen Shuttles soll möglich sein; Überprüfung des berechtigten Einstiegs via Code des Nutzers; Anzeige der Initialen des Fahrgastes auf einem Display am Shuttle, damit der richtige Gast einsteigt; Wie stellt man sicher, dass die Fahrt durch jeden einsteigenden Fahrgast bezahlt ist?

Fahrt mit dem Shuttle

Was kann der Nutzer tun, wenn das Shuttle, welches kommt, ungeeignet ist? (z.B. zu wenig Platz); Ist die Mitnahme von Einkäufen möglich?; Probleme mit anderen Fahrgästen; Das Shuttle ist dem Nutzer zu voll.; Wer regelt Probleme während der Fahrt (z.B. Randalierende)?; Maximaler zeitlicher Rahmen, den das Shuttle länger für die Fahrt benötigen darf, als angekündigt; Shuttles sollten möglich leer sein (wenig Fahrgäste), nicht überfüllen; Nutzung der Busspur durch Shuttle, um Verspätungen zu vermeiden; Missbrauch durch fälschliche Bestellungen; Zu hohe Auslastung der Fahrzeuge bei kostenfreiem Angebot der Shuttles.; Missbrauch durch fälschliche Bestellungen; Für wiederkehrende Fahrten sollte es Shuttles geben, die regelmäßig die gleiche Strecke abfahren.; Möglichkeit, bei nächster Gelegenheit einen Spontanstopp anzufordern; Fahrzeug darf nicht losfahren, bevor alle sitzen; Fahrradmitnahme sollte möglich sein; Maximaler zeitlicher Rahmen, den das Shuttle länger für die Fahrt benötigen darf, als angekündigt; Möglichkeit, einen Rollstuhl mitzunehmen; Möglichkeit, einen Kinderwagen mitzunehmen; Maximales Limit an Routenänderungen, damit der Nutzer Planungssicherheit hat.; Missbräuchliche Nutzung sollte nicht möglich sein; Fremde Person kann sich absichtlich vor einen Notfallknopf stellen

Funktionalität im Fahrzeuginnenraum

Wie fordere ich das Ausfahren der Rampe an?; Rampe des Shuttles funktioniert nicht; Wie wird überprüft, ob nur befugte Fahrgäste mitfahren?; Gepäckablage im Shuttle; Notfallnummer im Shuttle, der ohne Elektronik funktioniert; Notfallknopf / Stoppknopf im Shuttle; Lichtschranke zur Überprüfung der Personenanzahl; Begrenzung der Fahrgäste unter Berücksichtigung des Gepäcks; Kontrolle der Passagierzahl/Gepäckbeschränkungen durch Gewichtskontrolle; Kontrolle der Passagierzahl/Gepäckbeschränkungen durch videobasierten Algorithmus; Fahrkartenautomat im Shuttle zur Buchung; Notrufmöglichkeit vom Fahrzeug aus; Lademöglichkeit für Smartphone; Platz im Shuttle für Rollator, Hackenporsche usw.; Genügend Platz im Shuttle, sodass es Covid-konform ist; Alle Fahrgäste sollen im Fahrzeug sitzen.; Spontanes Anhalten des Shuttles, welches der Nutzer auf der Straße sieht; Anzeige auf Fahrzeug bzgl. Auslastung des Shuttles; Notfallknopf / Stoppknopf im Shuttle; Ist das Shuttle so groß wie eine Rikscha?; Seniorengerechte Sitzmöglichkeiten; Ausgewiesene Sitzplätze; Tasten am Fahrzeug zur Mitteilung von Hilfsbedarf; Personalisierte Begrüßung des Fahrgastes; Dialog-Display im Shuttle zur Kommunikation mit den Nutzern; Automatisierte Berücksichtigung des angemeldeten Hilfsbedarfs; Rampe am Fahrzeug, die sich via Fernbedienung ausfahren lässt; Sitzplätze für Mobilitätseingeschränkte; Bildschirm mit Unterhaltungsprogramm im Shuttle; Angenehmes Innenraumklima im Shuttle; Keine Tische im Shuttle; Luftfilter zur Belüftung und gegen Covid19; Kamera im Shuttle zur Überwachung; Sprachassistent ähnlich zu Alexa im Shuttle, bei dem Nutzer Fragen stellen kann; Roboter im Shuttle als Kontrolleur; Roboter im Shuttle für Fragen der Fahrgäste; Roboter im Shuttle zur Hilfe bei Hilfeanfragen; Rampe am Fahrzeug, die sich via Fernbedienung ausfahren lässt; Rampe am Fahrzeug, die sich via Tastatur am Haltepunkt ausfahren lässt; Akustische und optische Ankündigung, dass Türen schließen; Ankündigung, dass Türen schließen, soll weniger laut sein als in der U-Bahn; Stehen an den Türen durch Lichtschranke verhindern; Stehen an den Türen durch Durchsage verhindern; Sitz mit Anschnallmöglichkeit; Komfortable Sitze; Fahrzeug muss genug Fahrgäste aufnehmen, damit es rentabel ist; Fahrzeug darf nicht zu viele Fahrgäste aufnehmen, damit sich die Fahrt nicht

zu stark verlängert; Fahrzeug soll den Fahrgast erkennen; Monitor am Shuttle zur Anzeige der Route und geplanter Stopps; Abstellplatz für Hilfsmittel; Abstellplatz für Gepäck; WLAN-Anschluss im Shuttle; Lademöglichkeit für Smartphone; Zeitungen liegen im Shuttle aus; Das Wir-Gefühl der Fahrgäste z.B. durch "Frage-Antwort-Spiel" stärken; Bei "Frage-Antwort-Spiel" o.ä. soll die Anonymität der Fahrgäste respektiert werden.; Differenzierung der Shuttles nach Kommunikationsbedarfen der Gäste; Verschiedene Themenfahrzeuge; Tauschbörse im Shuttle; Buchtauschkregal im Shuttle; Schwarzes Brett (Kontaktbörse) im Shuttle; Von jedem Sitzplatz erreichbare Kommunikationsmöglichkeiten zur Zentrale; Notrufknöpfe im Shuttle sind von jedem Sitzplatz erreichbar; Shuttle muss erkennen, wie viel Gepäck im Fahrzeug ist; Tür des Shuttles funktioniert nicht; Freihaltung reservierter Sitzplätze; Mitarbeiter im Shuttle zur Überwachung; Kamera im Shuttle zur Überwachung; Möglichkeit, außerplanmäßige Nothalte anzufordern

Funktionen der App

Möglichkeit, die Fahrt via App in Echtzeit zu verfolgen; Karte in App soll auch offline verfügbar sein; Möglichkeit, dem System mitzuteilen, falls man absichtlich in die falsche Richtung geht / die Route zum Haltepunkt verlässt; Nachverfolgung des Shuttles auch nach der Fahrt möglich; Möglichkeit, die Fahrt via App in Echtzeit zu verfolgen; Nachverfolgung des Shuttles auch nach der Fahrt möglich; Möglichkeit, die Fahrt via App in Echtzeit zu verfolgen; Möglichkeit, einen Radius zu definieren, in dem die möglichen Haltepunkte liegen sollen; Möglichkeit, die Fahrt via App in Echtzeit zu verfolgen; Möglichkeit, dem System die eigene Laufgeschwindigkeit mitzuteilen; App via Spracheingabe nutzbar; Möglichkeit, personalisierte Start/Zielorte in App einzuspeichern; Karte mit Haltepunkten, Start, Ziel usw. in App; App schlägt regelmäßig zurückgelegte Wege automatisch vor; Möglichkeit, personalisierte Einstellungen (Profil) in App einzuspeichern; Erinnerungsfunktion der App: "Machen sie sich auf den Weg"; Visuelle und akkustische Benachrichtigung durch das System, wenn der Nutzer droht, das Shuttle zu verpassen; GPS-Tracking, um Sitzplatz zu finden; Möglichkeit, personalisierte Start/Zielorte in App einzuspeichern; Verwendung von AR zur Überprüfung des eigenen Standorts; Verwendung von GPS zur Überprüfung des eigenen Standorts; Sprachassistent in App, bei dem Nutzer nachfragen kann bzgl. Der Fahrt; Sitzplatzwahl via App; App sollte über Komfortfunktionen wie Autocomplete verfügen; Auswahl verschiedener Nutzerprofile / -präferenzen bzgl. Komfort möglich; Auswahl verschiedener Nutzerprofile / -präferenzen bzgl. Geh-Geschwindigkeit möglich; Auswahl verschiedener Nutzerpräferenzen / Nutzerprofilen bzgl. Entfernung bis zum Haltepunkt möglich; Auswahl verschiedener Nutzerpräferenzen / Nutzerprofilen bzgl. Geschätzte Ankunftszeiten ermöglichen; Interaktive Karte in der App; Karte in App soll auch offline verfügbar sein

Kommunikation des Nutzers an den Service

Angabe des momentanen eigenen Standortes durch Nutzer möglich; Angabe einer Verspätung durch Nutzer möglich; Angabe von Zeitangaben zu Abfahrt und Ankunft durch Nutzer möglich; Angabe von Transportbedürfnissen (Gepäck, Kinderwagen) durch Nutzer möglich; Angabe von Eckdaten der Fahrt durch Nutzer möglich; Möglichkeit, Hilfebedarf anzumelden; Möglichkeit, Sitzplatzbedarf anzumelden; Angabe von Zeitangaben zu Abfahrt und Ankunft durch Nutzer möglich; Möglichkeit, Sicherheits-Extras, z.B. Kindersitz

anfordern; Möglichkeit, geschützten Haltepunkt in App anfordern zu können; Möglichkeit, Transport von Gepäck mit einem Klick anzugeben; Möglichkeit, Transport eines Haustiers mit einem Klick anzugeben; Möglichkeit, Sicherheits-Extras, z.B. Kindersitz anfordern; Bedarf einer Rampe zum Einstieg via Dropdownmenü auswählbar; Angabe von Start und Ziel durch Nutzer möglich; Angabe von Zeitangaben zu Abfahrt und Ankunft durch Nutzer möglich; Angabe der Anzahl der Fahrgäste durch Nutzer möglich; Angabe verbindlicher Ankunftszeit durch Nutzer möglich; Angabe von Zeitangaben zu Abfahrt und Ankunft durch Nutzer möglich; Angabe von Start und Ziel durch Nutzer möglich; Angabe von Zielort als Adresse durch Nutzer möglich; Angabe von Zielort als bekanntes Gebäude durch Nutzer möglich; Angabe von Zielort als allgemeinen (bekannten) Ort durch Nutzer möglich; Möglichkeit, Transport von Gepäck mit einem Klick anzugeben; Möglichkeit, Transport eines Haustiers mit einem Klick anzugeben; Möglichkeit, Transport eines Kinderwagens mit einem Klick anzugeben; Angabe der Anzahl der Fahrgäste durch Nutzer möglich; Angabe konkreter Gebäude-Eingänge und -Ausgänge bei Zieldefinition durch Nutzer möglich

Kommunikation des Service an den Nutzer

Alternative Fahrten (Shuttles oder ÖPNV) müssen an Nutzer kommuniziert werden; Ankunftszeit des Shuttles am Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Änderungen der Wartezeit müssen an Nutzer kommuniziert werden; Änderungen der Haltestelle müssen an Nutzer kommuniziert werden; Alle nötige Informationen müssen an Nutzer kommuniziert werden; Nutzung gut lokalisierbarer Orte bei der Kommunikation mit Nutzer; Bei Änderungen der Fahrzeit wird Nutzer nicht geupdated; Benachrichtigung, falls Nutzer am falschen Ort ist; Wartezeit muss an Nutzer kommuniziert werden; Information an Nutzer, wie voll das Shuttle sein wird; Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Alternative Haltepunkte müssen an Nutzer kommuniziert werden; Preis der Fahrt muss an Nutzer kommuniziert werden; Wartezeit muss an Nutzer kommuniziert werden; Aktuelle Fahrtroute muss an Nutzer kommuniziert werden; Wo ist die Haltestelle?; Wie ist die Wartezeit?; Kommunikation des Haltepunktes mit Hausnummer und Straße an den Nutzer; Information an den Nutzer, ob es sich um einen beleuchteten und sicheren Haltepunkt handelt; Änderungen der Wartezeit müssen an Nutzer kommuniziert werden; Rückmeldung via App, falsch Nutzer im falschen Fahrzeug sitzt; CO₂ Verbrauch an Nutzer kommunizieren; Dauer der einzelnen Schritte der Fahrt muss an Nutzer kommuniziert werden; Straßenseite des Haltepunktes muss an Nutzer kommuniziert werden; Ankunftszeit des Shuttles am Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Aktuelle Fahrtroute muss an Nutzer kommuniziert werden; Anzeige des nächsten verfügbaren Shuttles, falls Nutzer sein Shuttle verpasst; Übersichtliche Informationen über die Buchung online abrufbar für den Nutzer; Übersichtliche Informationen über die Buchung offline abrufbar für den Nutzer; Übersichtliche Informationen über die Fahrt online abrufbar für den Nutzer; Übersichtliche Informationen über die Fahrt offline abrufbar für den Nutzer; Informationen über Verkehrslage muss in Echtzeit an Nutzer kommuniziert werden; Informationen über Unfälle im Straßenverkehr müssen in Echtzeit an Nutzer kommuniziert werden; Informationen über Blockierungen des Shuttles durch Autos müssen in Echtzeit an Nutzer kommuniziert werden; Informationen über Baustellen müssen in Echtzeit an Nutzer kommuniziert werden; Start- und Zielpunkt der Fahrt müssen an Nutzer kommuniziert werden; Wartezeit muss an Nutzer kommuniziert werden; Ankunftszeit des Shuttles am Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Toleranzbereich bzgl. Ankunftszeit des Shuttles am

Haltepunkt wird an Nutzer kommuniziert; Aktuelle Fahrtroute muss an Nutzer kommuniziert werden; Zukünftig zusteigende Fahrgäste müssen an Nutzer kommuniziert werden; Stetige Kommunikation der Ankunftszeit am Zielort an den Nutzer; Änderungen der Fahrzeit müssen an Nutzer kommuniziert werden; Änderungen der Fahrtstrecke müssen an Nutzer kommuniziert werden; Preis der Fahrt muss an Nutzer kommuniziert werden; Preis der Fahrt muss an Nutzer kommuniziert werden; Zeitplan in App; Information an den Nutzer, wann er sich auf den Weg zum Haltepunkt machen muss; Information an Nutzer, wie viel Zeit er zum Haltepunkt braucht; Position des Shuttles muss an Nutzer kommuniziert werden; Mögliche Haltepunkte müssen an Nutzer kommuniziert werden; Fahrzeit zum Zielort muss an Nutzer kommuniziert werden; Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Ankunftszeit des Shuttles am Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Position des Shuttles muss an Nutzer kommuniziert werden; Ankunftszeit des Shuttles am Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Position des Shuttles muss an Nutzer kommuniziert werden; Fahrzeit zum Zielort muss an Nutzer kommuniziert werden; Preis der Fahrt muss an Nutzer kommuniziert werden; Information an Nutzer, ob der Weg zum Haltepunkt barrierefrei ist; Information an Nutzer, wie viel Zeit er zum Haltepunkt braucht; Information an Nutzer, wie weit der Haltepunkt weg ist; Haltepunkt muss an Nutzer kommuniziert werden; Information an Nutzer, wie viel Zeit ihm eingeräumt wird, um zum Haltepunkt zu gelangen; Wartezeit muss an Nutzer kommuniziert werden; Information an Nutzer, wie voll das Shuttle sein wird; Information an Nutzer, welches Symbol auf dem Shuttle zur Identifikation vorhanden ist

Allgemeine Rahmenbedingungen

Wie werden Fahrkarten überprüft?; Eindeutige Regelung für die Gepäckmitnahme; Kommunikationskampagne über Offline-Medien (TV, Flyer, Zeitung) zur Information über den Service; Bei kostenlosem Angebot Einsatz von mehr Shuttles, um Überfüllung zu vermeiden.; Nutzer muss wissen, dass es den Shuttle-Service gibt.; Benötigt der Nutzer für Nutzung des Service einen Account?; Möglichkeit, bei Interaktion mit Service mit Menschen zu sprechen; Menschliche Mitarbeiter kosten Geld; Möglichkeit, menschliche Begleitung für den Service anzufordern; Möglichkeit, bei Interaktion mit Service mit Menschen zu sprechen; Shuttle-Service sollte in den HVV integriert sein.; Shuttle-Service sollte sich auf das Transportieren fokussieren.; Entscheidet sich Nutzer für eine Fahrt mit dem Shuttle-Service?; Warum entscheidet sich Nutzer für eine Fahrt mit dem Shuttle?; Shuttle-Service sollte in den HVV integriert sein.; Gesamter Service soll barrierefrei sein; Was kann der Nutzer tun, wenn er nachts Angst hat?

Bezahlung des Service

Kostenloser Service für schlecht angebundene Orte; Wie wird bezahlt?; Klarheit zum Bezahlvorgang für den Nutzer; Bargeldloses Bezahlen soll möglich sein; Bezahlmethoden sollen am Anfang der Buchung gezeigt werden, damit Nutzer weiß, ob er den Service bezahlen kann; Service soll günstig sein (ähnlich wie HVV); Service soll für Schüler und Studierende günstiger sein; Service soll nicht teurer sein als eine HVV Fahrt; Service soll als Zubringer kostenlos sein oder geringen Aufschlag kosten; Wo wird bezahlt?; Wie wird bezahlt?; Bezahlung soll via EC-Karte im Shuttle möglich sein

Technische Rahmenbedingungen des Service

Mehrere Wege zur Kontaktaufnahme mit dem Shuttle; Technische Störungen der App / des Service; Darf man bei Bestätigungsproblemen trotzdem mitfahren?; Wer reagiert auf technische Ausfälle des Shuttles?; Internetverbindung notwendig, um das Shuttle zu buchen; Alternative Funktionsweise falls Internet ausfällt; Energiearme App; Durchgehender Service der Shuttles; Einfache Nutzung des Service; Gute Erreichbarkeit des Service via App; Schnelle Rückmeldung des Service; Oberflächen-Programmierung der App ist teuer; Hochqualitative Oberfläche der App; Robuste Bauweise der Hardware des Service; Robuste Bauweise der Software des Service; Alternative Lösungen bei Ausfällen der Hardware; Alternative Lösungen bei Ausfällen der Software; Abwärtskompatible App; App soll simpel sein; Hochqualitative Oberfläche der App; Möglichkeiten zur Kommunikation mit dem Service; Was passiert bei sicherheitstechnischen Problemen?; Technische Probleme mit dem Shuttle

Nutzung des Service über andere Medien als eine App

Möglichkeit zur Buchung via SMS; Möglichkeit zur Buchung via Anruf; Möglichkeit, via Anruf zum Haltepunkt navigiert zu werden; Möglichkeit zur Buchung via Browser am PC; Bei Navigation zum Haltepunkt via Anruf sollen nachvollziehbare Angaben gemacht werden (z.B. Adressen); Möglichkeit zur Buchung via Anruf; Möglichkeit zur Buchung via Anruf; Bei Buchung via Anruf soll eine Rückmeldung bzgl. Der Optionen zum Haltepunkt erfolgen; Bei Buchung via Anruf soll eine Rückmeldung bzgl. Der Optionen zur Fahrtzeit erfolgen; Bei Buchung via Anruf soll die Angabe von Präferenzen bzgl. Des Haltepunktes möglich sein; Bei Buchung via Anruf soll die Angabe von Präferenzen bzgl. Der Fahrtzeit möglich sein; Bei Buchung via Browser am PC soll die Navigation zum Haltepunkt via GPS erfolgen.; Möglichkeit zur Buchung via Anruf; Bei Bestellung via Anruf soll zwei Minuten vor Ankunft des Shuttles eine Ankündigung via Rückruf erfolgen; Bei Bestellung via Anruf soll zwei Minuten vor Ankunft des Shuttles eine Ankündigung via SMS erfolgen; Bei Ankündigung des Shuttles via Rückruf/SMS nach der Buchung der Fahrt via Anruf soll die Fahrzeugnummer angegeben werden; Der Service soll via Handy zuverlässig erreichbar sein; Mitteilung via SMS, wenn das Shuttle sich verspätet; Farbe des Fahrzeugs soll via SMS mitgeteilt werden.; Größe des Fahrzeugs soll via SMS mitgeteilt werden.; Kennzeichnung des Fahrzeugs soll via SMS mitgeteilt werden.; Art des Fahrzeugs soll via SMS mitgeteilt werden.; Möglichkeit zur Buchung via Anruf; Buchungsbestätigung via SMS bei Buchung über Telefon

Anhang E
Eigenständigkeitserklärung

Ich versichere hiermit, dass die Masterarbeit mit dem Titel

Bedarfsgesteuerter ÖPNV mit fahrerlosen Shuttles:

Nutzeranforderungen an die Gestaltung von Shuttle-Angeboten mit flexiblen Haltepunkten
am Beispiel des Projektes „Reallabor Digitale Mobilität Hamburg (RealLabHH)“

von mir selbst und ohne jede unerlaubte Hilfe angefertigt wurde, dass sie noch an keiner anderen Hochschule zur Prüfung vorgelegen hat und dass sie weder ganz noch in Auszügen veröffentlicht worden ist. Die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten, Abbildungen usw. –, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall kenntlich gemacht.

Ort, Datum: Köln, den 31.01.2022

Name: Andreas Zuck

Unterschrift: *A. Zuck*