
Akzeptanzuntersuchung von hochautomatisierten Shuttlebussen im Realbetrieb in Berlin-Tegel - Erkenntnisse zu Einstellung und Nutzung

Robert Linke-Wittich, Christoph Schäper*, Wulf-Holger Arndt, Jakob Busch, Elmer van der Wel, Sarah Stelter

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Das Forschungsprojekt „Shuttles&Co“ untersuchte im Zeitraum von Anfang 2020 bis Mitte 2022 den Realbetrieb von hochautomatisierten Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr im Berliner Bezirk Alt-Tegel. Hierbei wurde ein Theoriemodell für Einstellungs- und Nutzungsakzeptanz erstellt und mit einer Triangulation qualitativer und quantitativer Forschungsmethoden überprüft. Obwohl bestimmte Hindernisse identifiziert wurden, hatte das Shuttle kein grundsätzliches Akzeptanzproblem. Dennoch stellte sich im Erhebungszeitraum keine regelmäßige Nachfrage ein.

Schlagwörter / Keywords:

ÖPNV, Hochautomatisierte Busse, Automatisiertes und vernetztes Fahren (AVF), Akzeptanzforschung, Berlin

1 Einleitung

Im Forschungsprojekt „Shuttles&Co“ untersuchte ein Konsortium unter Führung des Landes Berlin den Einsatz von (hoch)automatisiert und vernetzt fahrenden (AVF) Shuttlebussen im öffentlichen Verkehr von Anfang 2020 bis Mitte 2022. An dem Projekt waren neben den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) als Betreiber der Shuttlebusse und dem Zentrum Technik und Gesellschaft (ZTG) der Technischen Universität Berlin verschiedene Partner aus Wirtschaft und Forschung vertreten. Während eines einjährigen regulären Fahrgastbetriebs im Berliner Stadtteil Alt-Tegel hat das ZTG eine modellgeleitete Akzeptanzerhebung bei Nutzenden und Anwohnenden durchgeführt. Der Forschungsansatz nutzte eine Methodentriangulation mit qualitativen und quantitativen Erhebungsmethoden, um Interventionsansätze zu identifizieren. Das Vorgehen war dabei sowohl theoriegeleitet (Modell- und Kriterienrecherche) als auch themengenerierend (offene und nutzergruppenorientierte qualitative Erhebungsmethoden).

In diesem Beitrag werden primär zentrale Ergebnisse der quantitativen Forschung und einige Resultate der Methodentriangulation mit den qualitativen Erkenntnissen dargestellt. Die durch Literaturrecher-

che und qualitative Methoden generierten Akzeptanzkriterien wurden anhand der quantitativen Methoden überprüft. Im Laufe des Forschungsprozesses wurden Forschungslücken bei der Aufstellung und Überprüfung von Akzeptanzkriterien anhand eines weiteren qualitativen Erhebungsverfahrens adressiert. Durch diesen Methoden-Mix wurde ein umfassendes Kriterienet zur Erforschung von Akzeptanz in einem spezifischen Anwendungsfeld aufgestellt werden, welches als Grundlage für weitere Forschung dienen kann.

2 Bediengebiet im Projekt Shuttles&CO – Alt-Tegel in Berlin

Der Stand der Technik erlaubte es, Ende der 2010er Jahre hochautomatisierte Kleinbusse (SAE -Level 3) mit Begleitpersonal einzusetzen. Seitdem wurden hochautomatisierte Shuttlebusse in Labor- oder Semi-Laborsituationen erprobt (vgl. See-Meile, STIMULATE, Olli-Shuttle EUREF-Campus etc.). Das Projekt Shuttles&Co ließ erstmalig die Einführung und Erprobung im Mischverkehr im Realbetrieb des Berliner ÖPNV zu. Dabei wurden Shuttlebusse des Modells EasyMile EZ10 Gen. 3 mit einer Kapazität von 6 Sitzplätzen eingesetzt. Pandemiebedingt war die Nutzung auf drei Fahrgäste beschränkt. Das Erprobungsgebiet lag im Stadtteil Alt-Tegel im Berliner Stadtbezirk Reinickendorf. Bei dem ungefähr 1 km² großen Bediengebiet

handelt es sich um ein Wohn- und Naherholungsgebiet am nördlichen Stadtrand Berlins mit einer U-Bahn-Endstation und S-Bahn-Anbindung, sowie einer intensiv befahrenen Hauptstraße. Die Baustruktur des Kiezes ist geprägt durch Gründerzeithäuser in Richtung des angrenzenden Sees und verdichteter Blockrandbebauung nahe der S-Bahnstation. Der LOR-Planungsraum¹ Alt-Tegel hatte Ende 2022 einen Bevölkerungsstand von 11.036. Vor allem die Gruppe der über-65-jährigen ist stärker vertreten als in den umliegenden Stadtgebieten sowie gegenüber Berlin insgesamt. Der Motorisierungsgrad des LOR-Planungsraums liegt bei 334 privaten Pkw pro 1.000 Einwohner und ist damit höher als in Berlin insgesamt (285), allerdings etwas niedriger als der Bezirk Reinickendorf (346), zu dem das Gebiet gehört (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2023). Das Gebiet ist insgesamt durch Wohnnutzung sowie Gewerbe geprägt und zeichnet sich durch enge Straßen mit teils unebenem Belag aus. Auf diesen Straßen besteht ein starker Kfz- und Radverkehr mit querenden Fußgängeraufkommen sowie häufig angespannter Parksituation. Das Gebiet weist einen mittleren sozialen Statusindex auf und ist mit viel Grünflächen ausgestattet. Die Stickstoffdioxidbelastung ist mittelmäßig hoch (Umweltatlas Berlin 2022) und die Belastung durch Verkehrslärm gering.

Die eingesetzten Shuttle-Busse erfüllen nach den fünf Stufen des autonomen Fahrens der SAE J3016 (Shi et al. 2020) die Stufe 3 und reagieren auf Verkehrssituationen mit Brems- bzw. Beschleunigungsvorgängen. Daher ist eine Assistenz an Bord des Shuttles notwendig, um in diesen Situationen einzugreifen und ggf. Hindernisse zu umfahren bzw. Manöver freizugeben. Die Erprobung des Linienbetriebs von Ende Juni 2021 bis Projektende Juni 2022 erfolgte auf zwei Linien der Berliner Verkehrsbetriebe, 328A und 328B, täglich zwischen 09:30 bis 17:00 Uhr. Die Umsetzung wurde in drei Stufen realisiert:

- 1. Stufe: je vier Haltestellen auf beiden Linien mit jeweils einem Fahrzeug; Gesamtlänge 2,2 km; drittes Fahrzeug als Reserve
- 2. Stufe: Erweiterung Linie B um zwei Haltestellen und das weitere Fahrzeug; inkl. Anschluss an eine Tagespflege- und Bildungseinrichtung. In den Stufen 1 und 2 lag das Bediengebiet vollständig in einer Tempo 30 Zone.
- 3. Stufe: weitere Haltestelle auf Linie B (Anschluss an eine S-Bahnstation), inkl. Querung der Hauptstraße mit 50km/h Höchstgeschwindigkeit.

¹ Der Begriff LOR-Planungsraum kann verstanden werden als Kiez oder Nachbarschaft: <https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/stadtwissen/sozialraumorientierte-planungsgrundlagen/lebensweltlich-orientierte-raeume/>

Insgesamt konnten während des Probebetriebes etwa 24.000 Fahrgäste befördert und dabei etwa 28.000 km zurückgelegt werden.

3 Theoretischer Hintergrund des Forschungsansatzes

Hochautomatisiertes Fahren im öffentlichen Personennahverkehr stellt eine soziotechnische Innovation dar, die - angelehnt an das Verständnis eines sozialen Aushandlungsprozesses - im Zuge ihrer Entwicklung von Akteuren sozial verhandelt und dementsprechend eingesetzt wird (Rammert 2007). Es gilt, diese (Ver-)Handlungen, im Verhältnis zwischen den Handlungsebenen der Kausalität, der Kontingenz und der Intentionalität zu verstehen (vgl. ebd.: 115) und dies als theoretischen Ausgangspunkt einer soziotechnischen Betrachtung zu nutzen.

Zur anwendungsbasierten Untersuchung von AVF im Berliner ÖPNV wurde die anschlussfähige Perspektive der Akzeptanz- und Nutzungsforschung gewählt, um anhand der Ergebnisse Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Hierfür war die Frage grundlegend, warum einige Menschen die Technologie schnell annehmen und nutzen, während andere skeptisch sind oder sie ablehnen, und wie diese Technologien zur Akzeptanzsteigerung verändert und verbessert werden können. Im Folgenden werden die theoretischen Bezüge aufgezeigt, welche für die Studie ausgewählt und in einem angepassten Akzeptanzmodell integriert wurden (siehe 4, Abbildung 1). Dazu wurde eine Literaturrecherche der Akzeptanzforschung durchgeführt und prägnant aufbereitet. Die als relevant identifizierten Studien liefern umfängliche Annahmen über Akzeptanzkriterien, die im eigenen Akzeptanzmodell berücksichtigt und für die Erhebungsinstrumente operationalisiert wurden.

Akzeptanz kann allgemein definiert werden als etwas „annehmen, hinnehmen, billigen; anerkennen; mit jemandem oder etwas einverstanden sein“ (Fraedrich und Lenz 2015, 641). Aus Schäfer und Kepplers (2012, 16) Akzeptanzdefinition lässt sich eine umfassende Schematisierung ableiten: „Akzeptanz bedeute, dass jemand (bzw. ein näher zu definierendes Akzeptanzsubjekt) etwas (das Akzeptanzobjekt) innerhalb der jeweiligen Rahmen- oder Ausgangsbedingungen (Akzeptanzkontext) akzeptiert oder annimmt“. Dabei ist sie das „Resultat eines Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Entscheidungsprozesses, aus dem eine bestimmte Einstellung und ggf. [fallweise] Handlung resultieren [...] und entscheidet sich

[lin.de/sen/sbw/stadtdaten/stadtwissen/sozialraumorientierte-planungsgrundlagen/lebensweltlich-orientierte-raeume/](https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/stadtwissen/sozialraumorientierte-planungsgrundlagen/lebensweltlich-orientierte-raeume/)

situations- und kontextspezifisch.“ Das Objekt ist beispielsweise ein innovatives Angebot, auf das sich die Akzeptanz bezieht, in diesem Fall die konkrete Technologie des autonomen Fahrens. Dabei richtet sich der „Objektbezug [...] weniger auf dessen immanente Eigenschaften als vielmehr dessen gesellschaftlich definierte und ihm zugeschriebenen Bedeutungsgehalte etc., wobei die Rahmung, also der Akzeptanzkontext in die Bewertung derselben einfließt“ (ebd. 19). Der Wahrnehmungs- und Bewertungsprozess basiert auf subjektbezogenen Faktoren, die sich aus einstellungs-basierten oder -begründenden Werten, Motiven und Erwartungen zum Gegenstand der Bewertung zusammensetzen (vgl. Fraedrich und Lenz 2015, 642; Hunecke 2008, 4–7).

In empirischen Untersuchungen dienen Akzeptanzmodelle forschungsleitend dazu, Einflussfaktoren, Phasen oder Mechanismen, die aus Theorieansätzen oder vorherigen Beobachtungen abgeleitet wurden, zu strukturieren und in Zusammenhang zu bringen. Sie werden häufig als grafische Darstellung der wesentlichen Elemente und Wirkungsbeziehungen präsentiert. Viele AVF-Akzeptanzstudien basieren grundlegend auf dem Technology Acceptance Model (TAM) von Davis et al. (Davis et al. 1989). Es stammt aus der Informationstechnologie-Forschung und besagt, dass die Absicht einer Person, eine Technologie zu nutzen, von zwei Faktoren abhängt: der wahrgenommenen Nützlichkeit (perceived usefulness- pu) und der wahrgenommenen Benutzerfreundlichkeit (perceived ease of use - peou). Erstere bezieht sich darauf, ob die Benutzer glauben, dass die Technologie ihnen bei der Erledigung ihrer Aufgaben helfen wird, letztere darauf, ob die Technologie einfach zu bedienen ist. Beide Faktoren beeinflussen die Einstellung gegenüber der Technologie und letztendlich die Nutzungsabsicht. Das Modell wurde anhand zahlreicher Studien um zusätzliche Einflussfaktoren weiterentwickelt, um die Gesamterklärungskraft sowie das Verständnis jeder Determinante zu erhöhen.

Im Folgenden werden zur Spezifizierung unseres Modells verschiedene Studien herangezogen, die sich auf die Ausarbeitung solcher Akzeptanzfaktoren bzw. -kriterien fokussieren (Fraedrich und Lenz 2015; Nastjuk et al. 2020; Nordhoff et al. 2018; Nordhoff 2020). Dabei stellte sich heraus, dass die Einstellung gegenüber der Technologie ein wichtiger Faktor ist. Ebenfalls spielt die wahrgenommene Sicherheit eine Rolle, insbesondere bei der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern, aber auch im Fahrzeuginnenraum, primär bei kollektiven Verkehrsangeboten. Zudem ist der Nutzen sowie die Effektivität bezogen auf das eigene Mobilitätsverhalten wichtig. Nicht zuletzt spielt der Fahrkomfort sowie besonders das Ver-

trauen in die Technologie eine wichtige Rolle, vor allem in Form von Transparenz und Verständlichkeit des technischen Systems sowie der Vorhersagbarkeit dessen Verhaltens. Die Literaturlauswertung gesammelter Akzeptanzstudien zeigte, dass dort der Schwerpunkt auf AVF in privater Anwendung liegt, was den Forschungsstand zu AVF im ÖPNV begrenzt und die Relevanz des dem Text zu Grunde liegenden Forschungsprojektes unterstreicht. Aus Kolarova et al. (Kolarova et al. 2020) nutzen wir für die Gestaltung unseres Modells insbesondere die Differenzierung zwischen gesellschaftlicher und individueller Akzeptanz, die Bedeutung gruppenspezifischer Nutzungsansprüche und bspw. im Rahmen angebotsbezogener Faktoren mögliche Wirkungen von AVF, die das aktuelle Verkehrssystem verändern können. Als diese werden beispielsweise neue Tür-zu-Tür Services, eine andere Bewertung der Reisezeit (andere Aktivitäten), die Steigerung der Lebensqualität, oder systemische bzw. gesellschaftliche Auswirkungen für die Stadt und Raumplanung identifiziert (vgl. ebd. 19ff.).

Daran anknüpfend betrifft eine weitere Systematisierung auf der individuellen Ebene Einstellung und Nutzung. Während sich die **Einstellungsakzeptanz** auf die affektive und kognitive Beurteilung eines hypothetischen Untersuchungsgegenstandes bezieht (Davis et al. 1989), zielt die **Nutzungsakzeptanz** auf die konkrete Anwendungssituation (Nutzung) und besonders die subjektive Bewertung durch die Nutzenden ab (Schäfer und Keppler 2012). Im Folgenden wird diese Systematisierung der Akzeptanz in Einstellung und Nutzung gewählt und auch im weiteren Verlauf des Textes aufgegriffen. Generell lässt sich feststellen, dass eine hohe Einstellungsakzeptanz einen Hauptprädiktor für die Nutzungsakzeptanz darstellt. Sie muss jedoch keiner Verhaltensvorhersage entsprechen, da einerseits eine Technologie positiv bewertet und dennoch nicht genutzt oder andererseits genutzt und dennoch negativ bewertet werden kann. In Modellen die über Input-Modelle wie das TAM hinausgehen, werden diese beiden Akzeptanzdimensionen nicht getrennt voneinander betrachtet, sondern als ineinandergreifende Komponenten, bspw. in „Phasenmodellen“ und noch stärker in sog. „Rückkopplungsmodellen“ (Schäfer und Keppler 2012). Letztere „befassen sich schwerpunktmäßig mit den Rückwirkungen des Akzeptanzprozesses auf die ursprünglichen Einflussfaktoren selbst, betonen also die Zirkularität des Prozesses. Die [grafische] Darstellung einzelner Faktoren tritt dabei [...] zunehmend in den Hintergrund“ (ebd. 36). Das im Projekt entwickelte Modell, lässt sich ebenfalls als Rückkopplungsmodell einordnen.

4 Akzeptanzmodell und Forschungsdesign

Die Entwicklung von Akzeptanzmodellen, an der wir uns orientieren, beruht auf der systematischen Sammlung, Analyse und Synthese von relevanten Literaturquellen und empirischen Studien. Die wichtigsten Faktoren, die die Akzeptanz beeinflussen, werden in einem theoretischen Modell integriert und dieses wird einer empirischen Überprüfung unterzogen. Für unser Forschungsvorhaben, das auf die Akzeptanz im oben beschriebenen Anwendungsgebiet abzielt, wurde forschungsleitend ein Akzeptanzmodell entwickelt. In unserem Modell (siehe Abbildung 1) ist der Untersuchungsgegenstand (Akzeptanzobjekt: AVF-Shuttle) eingebettet im sozio-technischen Kontext des Mobilitätssystems und letztlich in die spezifischen Bedingungen der jeweiligen Gesellschaft (Akzeptanzkontext). Entsprechend des dargestellten Theorie- und Studienrahmens lassen sich die zentralen Einflussfaktoren der Akzeptanz einteilen in Angebotsfaktoren (Objektfaktoren), also solche in denen das Shuttle als Verkehrsangebot bewertet wird, und in Subjektfaktoren, in denen individuelle Einstellungen und Interessen Ausgangspunkt der Bewertung sind (Akzeptanzsubjekt). Die Technologiefaktoren, also die konkreten und ggf. kleinteiligen technischen Eigenschaften, werden sowohl im Modell als auch im Forschungsdesign nicht für sich, sondern nur „vermittelt“ betrachtet. Primär erfolgt dies über die angebotsbezogenen Faktoren. Insbesondere in den qualitativen Methoden

Einstellungs- und Nutzungsakzeptanz. Eine bestimmte Einstellung kann eine Nutzungsabsicht hervorrufen, die wiederum unter den Bedingungen situativer Faktoren ggf. zu einer Nutzung führt. Die Nutzung und deren Bewertung beeinflusst im Rückschluss ggf. die Einstellungsakzeptanz. Die Nutzungsabsicht ist u.a. von jenen Aspekten der Einstellungsakzeptanz abhängig, die mehr oder weniger stabile immanente Voraussetzungen der potenziellen Nutzer beschreiben. Eine Shuttelnutzung ist bspw. unwahrscheinlich, wenn kollektive Formen der Mobilität kategorisch abgelehnt werden und sich das auch im Mobilitätsverhalten niederschlägt – sogar, wenn eine positive Bewertung des Shuttles auf anderen Einstellungsebene vorherrscht, z.B. beim Technikvertrauen. Parallel ist davon auszugehen, dass Mobilitätsbedürfnisse sowie Einstellungs- und Nutzungspräferenzen bei unterschiedlicher Soziodemografie different ausfallen, sodass sich unterschiedliche Nutzergruppen herausbilden lassen.

Die angebotsbezogenen Faktoren, die sich aus dem Zusammenspiel aus Technologiefaktoren und systemischen bzw. strukturellen Bedingungen herausbilden, lassen sich in den Gesamteindruck, die unterschiedlichen Komponenten und deren Nutzungsfreundlichkeit einteilen und beeinflussen größtenteils die Komponente der Nutzungsakzeptanz. Der Gesamteindruck beinhaltet bspw. den wahrgenommenen Nutzen oder das Vertrauen in die Technik. Zudem

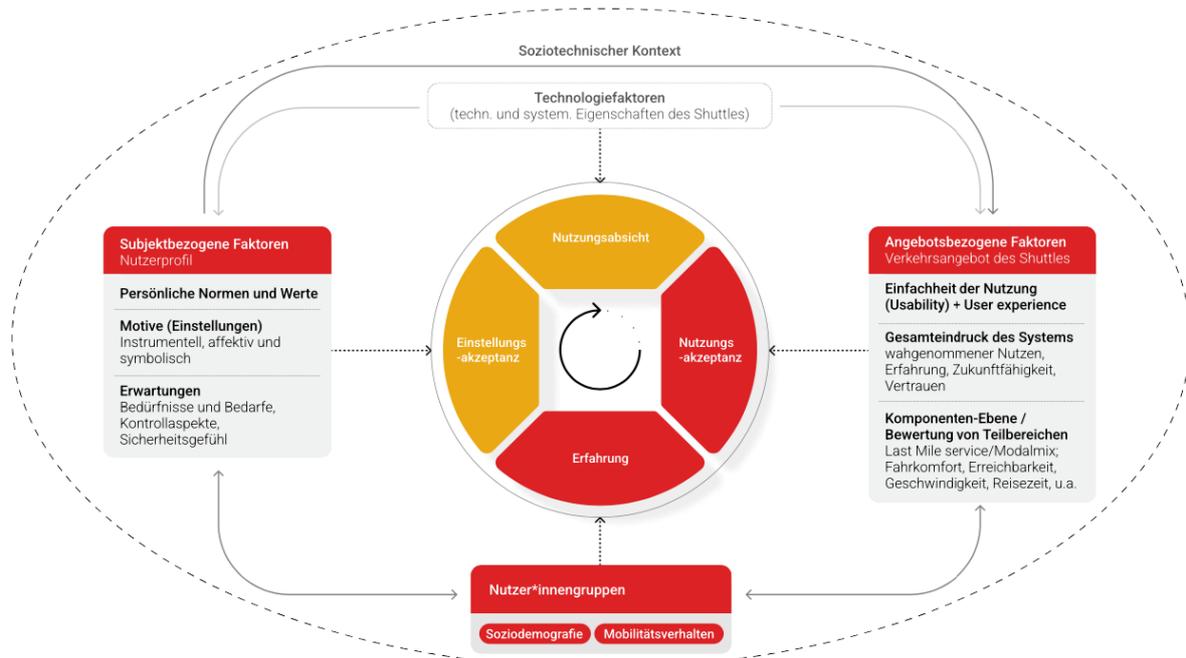


Abbildung 1: Akzeptanzmodell

wurde die Technik auch direkt adressiert.

Ausgehend von der Bewertung der subjekt- oder angebotsbezogenen Faktoren beschreibt der innere Kreis (s. Abbildung 1) den Zusammenhang zwischen

werden einzelne Komponenten des Shuttleangebots betrachtet, wie z.B. der Fahrkomfort, die Shuttlegröße oder das Fahrzeugdesign. Gerade in der Frage zur sozialen Teilhabe, als Teil des (gesellschaftlichen) Nut-

zens, liegt ein bedeutender Wandel der Relevanzstruktur bezüglich AVF, welche den bisherigen Fokus auf Technologievertrauen und Sicherheit verschiebt.

Die subjektbezogenen Faktoren beschreiben subjektive, latente Bewertungsschemata als Einflussfaktoren auf die Einstellungsakzeptanz. Werthaltungen, affektive Motive und bedürfnisorientierte Erwartungen spannen ein breites Feld der potenziell verstärkenden oder abschwächenden Einflüsse auf die Bewertung. Beispielhafte Faktoren sind demnach Erwartung von entsprechend veränderter Lebensqualität, über einen Beitrag zum Klimaschutz, die Bereitschaft zur Reduzierung des MIV oder auch Vertrauen in neue Technologien. Als Teil der Einstellungsakzeptanz bilden schließlich die Haltung zu AVF sowie die Beurteilung der Einführung von AVF im ÖPNV und dessen Zukunftsfähigkeit zentrale schließende Aspekte, in denen viele andere subjekt- und angebotsbezogene Faktoren kumulieren. Das entwickelte Akzeptanzmodell vereint also verschiedene angebots- und subjektbezogene Faktoren, die wiederum Nutzungs- und Einstellungsakzeptanz beeinflussen.

Grundgesamtheit und Stichprobenbeschreibung

Zur Anwendung des Akzeptanzmodells wurde eine Triangulation aus verschiedenen qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden umgesetzt. Dabei kamen drei Komponenten zur Anwendung: (1) der Bürgerdialog, bestehend aus Fokusgruppen sowie einem Dialogforum, (2) Akzeptanzbefragungen sowie (3) Usability-Erhebungen. Die zwei FG dienten zur Themengenerierung sowie der Generierung von Akzeptanzkriterien, die im weiteren Projektverlauf näher untersucht wurden. Zu diesem Zweck wurden die Akzeptanzbefragungen und Usability-Erhebungen herangezogen: die Befragungen wurden anhand von Fahrgast- und Anwohner-Telefonbefragungen im Erhebungszeitraum September und Oktober 2021 durchgeführt. Die Face-to-Face-Fahrgastbefragung (F2F) fand unmittelbar nach der Fahrt mit einer Stichprobe von $n=246$ statt und erreichte damit gut 40% der an den neun Erhebungstagen (Werktage und Wochenenden) durch den Fahrzeugbetreiber BVG erfassten 605 Fahrgäste. Die Befragten kamen weit überwiegend aus Berlin (80%), jedoch nur zu einem geringen Teil aus dem Bediengebiet (22%). Die telefonische Haushaltsbefragung (Computer Assisted Telephone Interview; CATI) der Anwohner im Einzugsgebiet der beiden Test-Buslinien folgte einer Stichprobenziehung mit dem Ziel $n \geq 300$. Für die CATI-Befragung wurde

zunächst ein Einzugsgebiet von ca. 1km-Radius definiert, mit der Annahme, dass die Bewohner*innen eine reale Möglichkeit zur alltäglichen Nutzung des Shuttles gehabt hätten. Die Erhebung ließ sich nur über die PLZ realisieren, in der das Gebiet liegt. Im Zuge der Durchführung musste das Erhebungsgebiet um angrenzende PLZ erweitert werden, um die angestrebte Stichprobengröße zu erreichen. Aufgrund der Abweichung der Daten von den Repräsentativitätskriterien wurde bei der Auswertung für einen Vergleich anhand soziodemographischer Daten der LOR die räumliche Abgrenzung dieses Einzugsgebietes auf die drei direkt angrenzenden Postleitzahlgebiete reduziert (13403, 13507 und 13509). Die entsprechenden LOR sind zwar nicht genau deckungsgleich mit den PLZ-Gebieten (ungefähre Differenz der Einwohnerzahl 10%), dennoch ist anzunehmen, dass die Bevölkerungsstruktur der entsprechenden Blöcke keine großen Unterschiede gegenüber dem Gesamtgebiet aufweist. Nach Reduktion auf diese Ebene verblieben 237 CATI-Datensätze; von denen 54 Personen (22,8%) das Angebot bereits genutzt hatten. Die Gruppe der über 65-jährigen war überrepräsentiert² in der CATI-Stichprobe, deswegen wurden die Daten für weitere Analysen gewichtet, damit sie für das Einzugsgebiet repräsentativ sind. Insoweit können die Auswertungen der CATI-Stichprobe als repräsentativ für Personen über 27 Jahre in den drei genannten Postleitzahlen angesehen werden.

Durch das Erhebungsdesign ergeben sich die beiden Grundgesamtheiten der per F2F-Befragung erreichten Fahrgäste und der per Telefon befragten Anwohner*innen. Im Zuge der Auswertung zeigte sich, dass es bei einer Vielzahl der Fragen signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen Nutzer (Fahrgäste) F2F, Nutzer (Fahrgäste) CATI und Nichtnutzer (CATI) gab. In diesen Fällen werden die Diagramme entsprechend dargestellt. Das durchschnittliche Alter der Nichtnutzer und Nutzer CATI lag bei 69 Jahren (Standardabweichungen ca. 13). Für die F2F-Gruppe lag das durchschnittliche Alter mit 59 Jahren signifikant niedriger (Standardabweichung 20). Die Geschlechterverteilung war bei den Anwohnenden vergleichbar mit dem Bezirk Reinickendorf (51,6% Frauenanteil). Bei F2F lag der Anteil Frauen etwas höher (60,6%).

Bei den Usability-Erhebungen wurden an drei Tagen mit insgesamt 34 Teilnehmende anhand verschiedener Methoden Tests zu der Einfachheit der Nutzung (Ease of Use) sowie dem Nutzererlebnis (Joy of Use)

² In vieler Hinsicht entspricht das erhobene Sample dem Gegenteil der Beschreibungen von Fleischer et al. (Fleischer et al. 2022) zu typischen Problemen von Studien bei AVF-Projekten.

durchgeführt. Abschließend wurde noch das themenvertiefende Dialogforum durchgeführt, bei dem vorrangig Anwohner*innen des Kiezes Alt-Tegel in den Austausch mit Experten des Projektkonsortiums traten. Dabei ging es um Fragen zum Shuttlebetrieb an sich, aber auch darüber hinaus zu Auswirkungen von bzw. Erwartungen an neue Mobilitätsformen wie AVF.

5 Ergebnisse

Im Folgenden werden einige zentrale Ergebnisse der modellgeleiteten Akzeptanzerhebungen vorgestellt.

5.1 Fokusgruppen



Abbildung 2: Zentrale Diskussionspunkte FG

In den Fokusgruppen konnten drei zentrale Diskussionspunkte der Teilnehmenden identifiziert werden (Abbildung 2): (1) Automatisierung und damit verbun-

den Abgabe der Kontrolle an die Technik, (2) Einsatzformen des Shuttles, also in welcher Form ein automatisiertes Shuttle genutzt werden könnte (On-Demand, auf der „letzten Meile“, Ersatz für bestehendes ÖPNV-Angebot usw.) sowie (3) Angebotsbezogene Faktoren wie zum Beispiel die Größe des Gefäßes oder eventuell aufkommende Kosten in Form von Ticketpreisen. Diese zentralen Diskussionspunkte sowie die Ergebnisse der Literaturrecherche bildeten die erste Grundlage für das Set an Akzeptanzkriterien, aus dem im Folgenden relevante Ergebnisse vertieft werden.

5.2 Akzeptanzbefragung

Anhand des entwickelten Modells wurde ein auf das Bediengebiet zugeschnittenes Kriterienset erstellt und in einen Fragebogen überführt. Die meisten Fragen wurden mit einer 5er-Likert-Skala erhoben, die für die Darstellung überwiegend auf drei Ausprägungen reduziert wurde (positiv, teils/teils, negativ). Folgend werden ausgewählte Ergebnisse dargestellt, die für die beiden zentralen Akzeptanzdimensionen Einstellung und Nutzung erklärend wirken. Zu den Resultaten lässt sich übergreifend zusammenfassen, dass die gemessenen Items aussagekräftige Ergebnisse lieferten, die eher positive Ausprägungen aufweisen, auch wenn mit dem Verkehrsangebot überwiegend keine regelmäßige Nutzung oder konkrete Alltagszwecke verbunden wurden. Teilweise gibt es zwischen Nutzern und Nichtnutzern signifikante Unterschiede. Gegen typisch diskutierte Bedenken bei AVF im ÖPNV, die technologie- und angebotskritisch begründet werden, offenbarte die Befragung eine positiv ausgerichtete Akzeptanz- und Zukunftshaltung.

Einstellung

Innerhalb der subjektbezogenen Faktoren, die nach unserem Modell primär zur Bildung der Einstellungs-

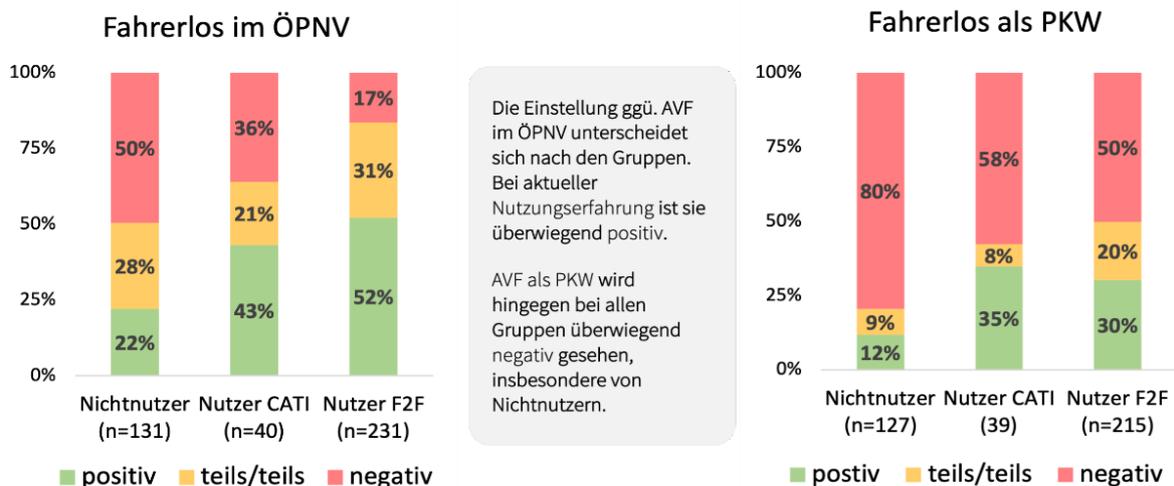


Abbildung 3: Einsatz fahrerloser ÖPNV und PKW: „Was halten Sie vom Einsatz fahrerloser Fahrzeuge?“

akzeptanz beitragen, wurden Items zum Shuttlebetrieb an sich aber auch darüber hinaus über den Einsatz vor Ort und von AVF im (Berliner) ÖPNV subsumiert, inklusive allgemeiner Werthaltungen. Die Auswertung wurde durch Annahmeprüfungen strukturiert, die auf Gruppenvergleichen von Nutzern und Nichtnutzern, gruppenspezifischen Verteilungen der Akzeptanzfaktoren und gerichteten Zusammenhängen basieren. Dabei ergab sich bspw. das gruppenübergreifende Bild, dass der Einsatz fahrerloser Fahrzeuge im ÖPNV gegenüber dem von fahrerlosen (Privat-)PKW präferiert wird (Abbildung 3). Besonders die vor Ort befragten Fahrgäste (F2F) sprachen sich für eine Anwendung im ÖPNV aus. Allerdings gab es bei der Bewertung gewisse Unterschiede: Bei den Nichtnutzern sahen lediglich 22% den Einsatz positiv. Bei den Nutzern in der CATI-Befragung lag dieser Wert da-

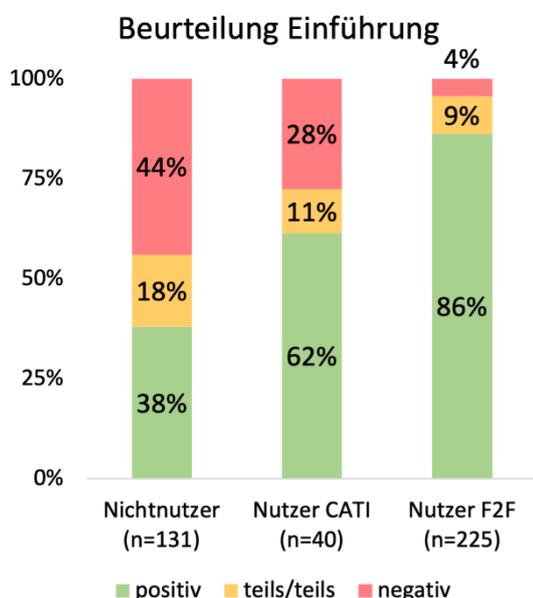


Abbildung 4: Beurteilung Einführung: „Ich würde mich über die breite Einführung von fahrerlosen Shuttles als Ergänzung im Berliner ÖPNV freuen.“

gegen bei 43%. Der höchste Wert ist mit 52% unter den vor Ort befragten Fahrgästen (F2F-Befragung) zu verzeichnen. Die Nutzung korreliert positiv mit der Bewertung. Allerdings ist hier eine Einschränkung zu konstatieren, und zwar beim Einsatz von AVF bei großen Linienbussen. Hier ergab sich bei den Jüngeren ein geteiltes Bild, ältere Befragte (>65 Jahre) sprachen sich aber mehrheitlich gegen einen Einsatz aus (17% positiv, 64% negativ).

Fahrerlose PKW dagegen wurden von allen Befragten überwiegend abgelehnt, insbesondere von Nichtnutzern (80%). Insgesamt sehen die befragten Personen den zukünftigen Einsatz von AVF also eher im ÖPNV als bei privaten PKW. Das verdeutlicht sich auch im Kriterium über die *Beurteilung der Einführung*: die Meinung über die Einführung fahrerloser Shuttles als

Ergänzung im Berliner ÖPNV wies ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den befragten Gruppen auf. Während lediglich 38% der Nichtnutzer diese positiv bewerteten, stieg der Wert bei den Nutzern (CATI 62%, F2F 86%) deutlich an (Abbildung 4).

Weitere wichtige Kriterien im Rahmen der Einstellungsakzeptanz waren z.B. eine Verbesserung der Lebensqualität, der Beitrag zum Klimaschutz oder eine Integrierbarkeit in die eigene Reise. Dem Shuttle wird am Einsatzort mit 65% überwiegend ein positiver Beitrag zur Lebensqualität beigemessen. Dabei gibt es aber erhebliche Gruppenunterschiede, insbesondere bei den starken Ausprägungen: 41% der Nutzer F2F stimmen der Aussage sogar „voll und ganz“ zu, Nichtnutzer hingegen stimmen mit immerhin 20% „gar nicht“ zu. Die Daten zum Klimaschutz zeigen, dass das Thema eine relevante Rolle für eine positive Einstellung dem Shuttle gegenüber spielen kann. Bei der Frage der Intention (Abbildung 5) gibt es keine signifikanten Gruppenunterschiede. Eine klare Mehrheit möchte mit ihrem eigenen (Verkehrs-)Verhalten einen Beitrag zum Klimaschutz leisten (79%). „Autonomen“ Shuttles wird gruppenübergreifend zugeschrieben, eine Möglichkeit für solch einen Beitrag zu sein (Abbildung 7), wobei es klare Unterschiede zwischen Nutzern (F2F 93%) und Nichtnutzern (54%) gibt. Bei gleicher Motivation gibt es also offenbar Unterschiede in der Einschätzung der Eignung der Shuttles.

Überwiegend werden AVF-Shuttles als geeigneter Last-Mile-Service („Integrierbarkeit in die eigene Reise“) eingeschätzt, insbesondere von den Nutzern (F2F 84%). Bei Nichtnutzern dagegen fällt diese ab, beträgt aber immerhin noch 49%. Hier lassen sich ebenfalls weitere gruppenspezifische Unterschiede erken-

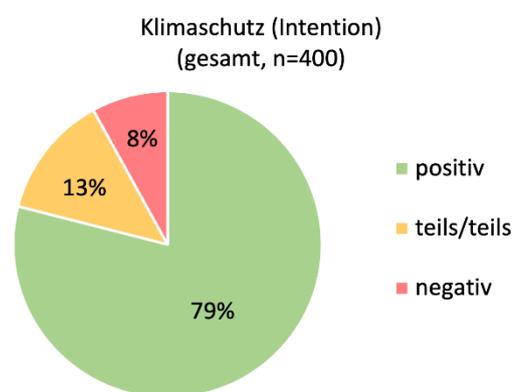


Abbildung 5: Klimaschutz Intention: „Ich möchte mit meinem eigenen Verkehrsverhalten einen Beitrag zum Klimaschutz leisten“

nen. Ältere Befragte bewerteten die Integrierbarkeit des Shuttles auf der letzten Meile ihrer Reise weit

überwiegend positiv (69%). Unter 65-Jährige stimmten mit dieser positiven Tendenz überein, waren aber verhaltener (46%).

Zusätzlich zur bisherigen deskriptiven Darstellung auffälliger Werte (nach Gruppen) wurde zur Vertiefung der Untersuchung eine statistische Kausalanalyse durchgeführt, um relevante beeinflussende Variablen für die Einstellung zu identifizieren. Dafür wurde „Einstellungsakzeptanz“ als abhängige Variable mit drei

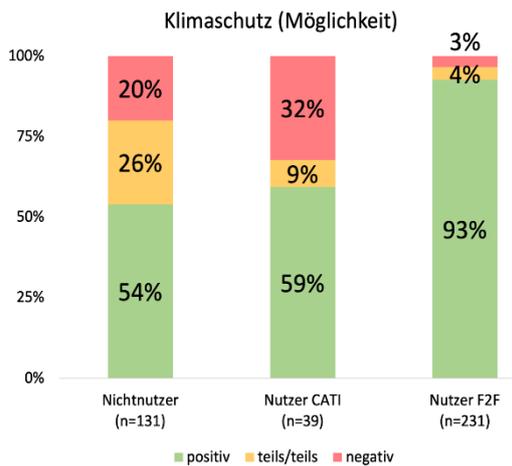


Abbildung 7: Klimaschutz Möglichkeit: „Die Nutzung von Shuttles stellt eine Möglichkeit dar, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten“

bereits beschriebenen Indikatoren operationalisiert: 1. Fahrerlos im ÖPNV, 2. Fahrerlos Zukunftsfähigkeit und 3. Beurteilung der Einführung (mit einem angemessenen hohen Zusammenhangsmaß – Cronbachs Alpha 0,82). Die Auswertung zeigt, dass die vier unabhängigen Variable „Klimaschützer“, Verbesserung der „Lebensqualität“, „Integrierbarkeit in die eigene

Diese Schlussfolgerung ist auch bei einem genaueren Blick auf die Variable „Technikvertrauen“ naheliegender. Hier zeigen sich unter allen befragten Gruppen recht hohe Werte, wobei sich bei den Anwohner*innen interessanterweise keine größeren Unterschiede zwischen solchen mit und ohne Nutzungserfahrung zeigen (Nichtnutzer 55% positiv, Nutzer CATI 57% positiv). Bei den vor Ort befragten Fahrgästen (F2F) lag dieser Wert aber bei 74%. Einerseits erwarten Nutzer*innen, die einer bestimmten Technik vertrauen laut Weydner-Volkman (2021) vor der Nutzung einen positiven Ausgang und zwar obwohl sie um mögliche Risiken wissen. Andererseits lässt sich auf Grund unsere Daten vermuten, dass das Vertrauen in diese spezifische Technologie nach ihrem Erleben deutlich höher ist als in den Durchschnitt solcher Technologien.

Nutzung

Der in Abschnitt 3 beschriebenen Logik eines Rückkopplungsmodells folgend, wurden ebenfalls einzelne Komponenten der Nutzungsakzeptanz (und der angebotsbezogenen Faktoren) genauer betrachtet.

Bzgl. der Bewertung der Fahrt sind Sicherheitsbedenken seit Langem eine erklärende Variable zur negativen Beurteilung von Nutzungs- und Einstellungsakzeptanz, deren Bedeutung jedoch laut aktueller Forschung offenbar etwas abnimmt. Die Umfragedaten (Abbildung 6) stützen die Tendenz zur abnehmenden Bedeutung als negativer Faktor einerseits, da sich nach der Erfahrung mit dem Shuttle ein starkes Gefühl an Sicherheit einstellt (96% F2F), andererseits fällt das erwartete Sicherheitsgefühl im unbegleiteten Fahren

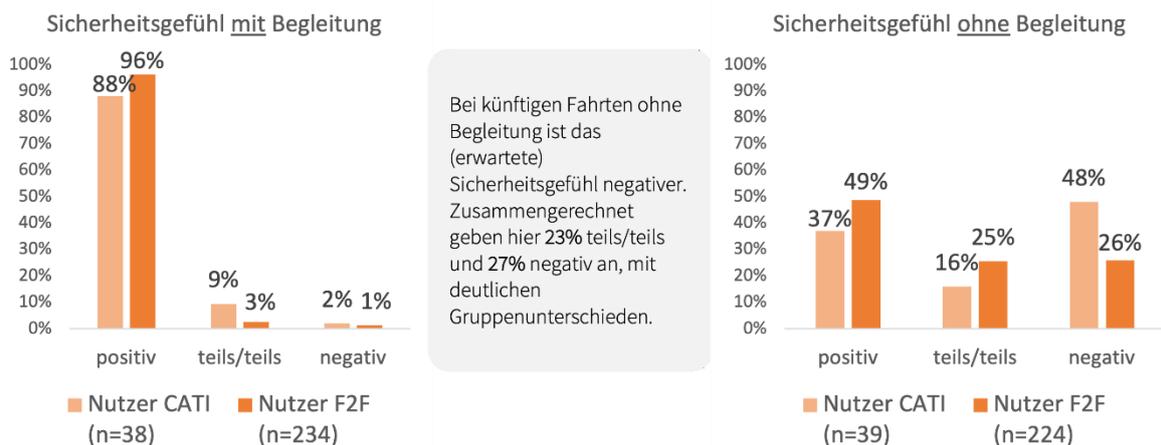


Abbildung 6: Sicherheitsgefühl: „Wie bewerten Sie die Fahrsicherheit und Fahrverhalten beim autonomen Fahren?: Bei der (heutigen) Fahrt mit Begleitung ?, Bei zukünftigen Fahrten ohne Begleitung?“

Reise“ und die Schaffung von „sozialer Teilhabe“ signifikant positiv mit der Einstellungsakzeptanz korrelieren, sie also offenbar positiv beeinflussen.

negativer aus (48% CATI). Interessant ist hier der Vergleich zu ersten Daten bei tatsächlich unbegleitetem Fahren. Schmidt et al. (2022: 277) präsentieren hierfür bei einem ersten Test auf einem Privatgelände ähnlich positive Werte wie in Alt-Tegel mit Begleitung,

offenbar aber mit noch begrenzter Teilnehmerzahl. Ob sich diese Diagnose in anderen Kontexten bestätigt und sich daraus auch Effekte für die Einstellung und Nutzung ergeben, bleibt bei Verfügbarkeit der Level 4-AVF-Technologie zu untersuchen.

Weitere Indikatoren der Nutzung ergaben, dass die Fahrt (91% F2F) und der Komfort (93% F2F) im AVF-Shuttle von den Fahrgästen sehr positiv bewertet wurden. Allerdings fällt dieser Wert offenbar bei länger zurückliegender Nutzung ab: diejenigen Anwohner*innen, die das Shuttle zum Zeitpunkt der Befragung bereits genutzt hatten (Nutzer CATI-Befragung), bewerteten die Fahrt nur noch mit 66% und den Komfort mit 76% positiv. Eine mögliche Erklärung wäre die Euphorie, die direkt nach der Fahrt mit einer solchen „Attraktion“ einhergeht. Frauen haben die Fahrt etwas positiver (Mittelwert 1,58) bewertet als Männer (Mittelwert 1,74). Der Unterschied war signifikant, allerdings nur mit einem Signifikanzniveau von 90%. Weitere nutzergruppenspezifische Unterschiede zeigen sich beim Vergleich zwischen mobilitäts- und nicht-mobilitätseingeschränkten Nutzer. Erstere bewerteten das Angebot nicht signifikant anders. Bei ihnen war die Bewertung aber zumindest etwas positiver (Mittelwert 1,54) als bei Nicht-mobilitätseingeschränkten (1,73). Die Geschwindigkeit wird von den Fahrgästen insgesamt mehrheitlich positiv bewertet. Die Hälfte der F2F Befragten bewerten die (gerade erlebte) Geschwindigkeit mit „gut“ und nur 2% mit „sehr schlecht“. In der Retrospektive (CATI) sieht ein gutes Drittel die Geschwindigkeit als zu langsam an. Wie schon bei der Frage nach dem Komfort schätzte kein Fahrgast das Design als „sehr schlecht“ ein. Die Nutzer aus der F2F Befragung beurteilten das Design zu 93% positiv (49% sogar „sehr gut“), ähnlich auch die Nutzer aus der CATI-Befragung 80% positiv (52% „sehr gut“). Diese Ergebnisse bestätigen den Eindruck einer hohen Nutzungsakzeptanz nach der (direkten) Nutzung.

Die Daten zeigen insgesamt, dass die Einstellungsakzeptanz mit Erfahrung positiver ist als die ohne. Das Kriterium *Fahrerlos Zukunftsfähigkeit*, welches die Beurteilung der Zukunftsfähigkeit fahrerloser Fahrzeuge im Berliner ÖPNV untersuchte, bestätigt, diesen Zusammenhang. Während lediglich 38% der Nichtnutzer eine positive Einstellung aufwiesen, stieg dieser Wert bei den Nutzern CATI auf 47%. Unter den befragten Fahrgästen (Nutzer F2F) hatten sogar 74% eine positive Einstellung gegenüber der Zukunftsfähigkeit dieser Technologie im Berliner ÖPNV. In der schließenden Statistik wurde zusätzlich die erwähnte Konstruktvariable „Einstellungsakzeptanz“ auf einen Zusammenhang mit der Shuttlenutzung untersucht. Zwischen Nutzer (F2F und CATI) und Nichtnutzer (CATI) wurden mittels eines t-Tests die Mittelwerte beider Gruppen verglichen. Bei einem Mittelwert von 3,19 (leicht negativer als teils/teils) bei Nichtnutzern: und

einem Mittelwert von 2,14 (eher positiv) bei Nutzern, wurde mit einer Sicherheit von 99,9% eine Differenz festgestellt. Personen, die bereits mit dem Shuttle gefahren sind, haben also eine bessere Meinung von ihm als andere. Trotz dieser größtenteils positiven Bewertung stellte sich (zumindest im Erhebungszeitraum) eine regelmäßige Nutzung des Shuttlebetriebes nicht ein. Lediglich ein geringer Teil der befragten Fahrgäste nutzte dieses in Ausübung alltäglicher Tätigkeiten wie dem Arbeitsweg oder Besorgungen. Der größte Teil nutzte das Shuttle als Freizeit- oder Tourismus-Attraktion bzw. aus Neugierde auf die Technologie. Dementsprechend gering war also der Anteil der regelmäßigen Fahrgäste. Häufig blieb es bei einer einmaligen Fahrt.

5.3 Dialogforum

An dieser Stelle stellt sich die Frage, inwiefern das bisher erhobene Kriterienset für eine Erklärung der Akzeptanz des Shuttlebetriebes ausreichend ist, wie einzelne Kriterien qualifiziert werden können oder ob es nicht noch andere, weiterführende Kriterien gibt. Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, wurde im Anschluss an die quantitativen Befragungen ein qualitatives Dialogforum (DF) durchgeführt. In diesem Format sollten direkt vom Shuttlebetrieb betroffene Personen, also vorrangig Anwohner*innen des Kiezes Alt-Tegel die Möglichkeit bekommen, im Austausch mit Expert*innen des Projektkonsortiums ihre Meinungen, Anforderungen aber auch Vorbehalte ggü. dem Shuttlebetrieb zu äußern. Dabei wurde darauf geachtet, dass sich Teilnehmende des DF nicht nur explizit zum Shuttlebetrieb, sondern z.B. auch zu wahrgenommenen Auswirkungen innerhalb des Kiezes äußern sollten. Durch dieses Vorgehen sollte ein breiteres Blickfeld auf den Shuttlebetrieb und damit zusammenhängender Faktoren geschaffen werden.

Dabei zeigte sich, dass sich einige Anwohner*innen über den Sinn des Betriebes nicht im Klaren waren. Eine Person merkte bspw. an, dass sie hauptsächlich Leerfahrten im Shuttle beobachtet habe und das Shuttle dadurch als „unnützes“ Objekt im Verkehr angesehen werde. Zudem zeigten sich viele Anwohner*innen wenig interessiert an dem Shuttlebetrieb, d.h. das Shuttle wurde zwar wahrgenommen, aber es wurde kaum in Betracht gezogen, dieses in das alltägliche Mobilitätsverhalten zu integrieren. Ein gewisses Problemfeld waren Flächennutzungskonflikte, die von einigen Teilnehmer*innen des DF angemerkt wurden. Hier wurde vor allem der Wegfall von Parkmöglichkeiten zu Gunsten der Shuttlehaltestellen oder eine Blockierung des Durchgangsverkehrs durch die langsame und teilweise unvorhersehbare Fahrweise kritisiert. Vor allem Gewerbetreibende im Kiez waren dieser

Meinung, da deren tägliches Geschäft von einem reibungslosen (Liefer-)verkehr abhänge und das Shuttle dabei eher als störend wahrgenommen wurde.

Dagegen ließen vor allem ältere Menschen im Dialogforum eine „progressive Einstellung“ (identifiziertes Deutungsmuster) gegenüber dem Shuttlebetrieb mitsamt seinen Auswirkungen erkennen. Die langsame Fahrweise etwa rief auch positive Resonanz hervor, bspw. in Form einer beobachteten entschleunigenden Wirkung des Shuttles auf den Verkehr. So befürworteten es einige Teilnehmer*innen, dass Autofahrer*innen daran gehindert werden, durch den Kiez zu „brettern“. Es trete auch nach und nach ein gewisser Gewöhnungseffekt an neue AVF-Technologien ein und eine Entwicklung Richtung geteilter Mobilität (mit weniger PKW) scheint möglich.

Zudem wurden einige Vorschläge unterbreitet, wie der Shuttlebetrieb attraktiver für mehr Nutzergruppen gestaltet werden könne. Hier wurden vor allem die von Barthelmes et al. angesprochene Aufteilung in räumliche, zeitliche und funktionale Dimensionen erwähnt (Barthelmes et al. 2022). Dabei wurden eine Ausweitung der Betriebszeiten (zeitlich), Anbindung von Konsum- und Freizeiteinrichtungen (räumlich) sowie ein On-Demand Betrieb (funktional) vorgeschlagen. Bei genauerer Betrachtung ergeben die Ergebnisse des Dialogforums sowohl Bestätigungen bereits identifizierter als auch neue Kriterien für die Akzeptanz des Shuttlebetriebes in Alt-Tegel. Bestätigt wurde vor allem die „Verbesserung der Lebensqualität“, die bereits als wichtiger Indikator der Einstellungsakzeptanz identifiziert wurde. Diese wird durch Aussagen von Teilnehmer*innen des Dialogforums noch detaillierter beschrieben, allerdings muss auch hier nach verschiedenen Gruppen unterschieden werden. Während einige Anwohner*innen und vor allem Gewerbetreibende den Shuttlebetrieb wenigstens in einzelnen Facetten als störend betrachteten, lobten vor allem ältere Personen die zusätzliche Möglichkeit zur sozialen Teilhabe sowie die entschleunigende Wirkung auf den Kiez. Neu war im Dialogforum, dass Teilnehmer*innen den Sinn des Shuttles in Frage stellten und darüber hinaus Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmern kritisierten. Diese Punkte wurden über alle Betroffenen hinweg angesprochen.

6 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit war es, die Akzeptanz eines hochautomatisierten Shuttles im Berliner Bezirk Alt-Tegel anhand verschiedener Faktoren und Kriterien zu untersuchen. Dafür wurde ein mehrstufiges Verfahren angewendet. Zunächst wurde eine Literaturrecherche über bereits bestehende Forschungen zu dem Thema

durchgeführt. Darauf aufbauend kam es zur Spezifikation eines eigenen, auf den Untersuchungsgegenstand zugeschnittenen Akzeptanzmodells. Anhand dieses Modells wurden eigene Akzeptanzkriterien mittels einer Triangulation aus quantitativen und qualitativen Methoden erhoben und weiter untersucht. Im Laufe dieses Vorgehens stellte sich heraus, dass die Akzeptanz des Shuttles von mehreren Faktoren abhängt. Zusammenfassend lässt sich an dieser Stelle sagen, dass das AVF-Shuttle in Alt-Tegel kein Akzeptanzproblem hat. Generell wurde durch einen Großteil der Befragten dem Einsatz der AVF-Technologie im ÖPNV und insbesondere der Einführung solcher hochautomatisierten Kleinbusse eine positive Bewertung gegeben und ihr ebenfalls eine positive Zukunftsfähigkeit zugesprochen. Dabei konnten vier ursächliche Zusammenhänge für einstellungsbasierte Akzeptanz hergeleitet werden: Beitrag zum Klimaschutz, Integrierbarkeit in die eigene Reise, Verbesserung der Lebensqualität sowie soziale Teilhabe. Zudem stellte sich heraus, dass die Befragten den Einsatz von AVF eher im ÖPNV als im privaten Pkw-Bereich sehen. Allerdings ließen sich im Laufe des Forschungsprozesses immer wieder Unterschiede zwischen den befragten (Nutzer-)Gruppen erkennen. Dabei stellte sich heraus, dass Personen, die das Shuttle bereits genutzt hatten, insgesamt eine positivere Einstellung aufwiesen. Bspw. standen Nutzer dem Einsatz von „AVF im ÖPNV“ deutlich offener gegenüber als Nichtnutzer. Hier lässt sich feststellen, dass Nutzung positiv mit der Bewertung korreliert. Gleiches gilt für das Vertrauen in die Technik. Ob Nutzung diese positive Bewertung (kausal) hervorruft, lässt sich an dieser Stelle aber nicht abschließend sagen. Eventuell könnte die Kausalkette auch genau andersherum liegen, und zwar, dass Personen, die AVF von jeher positiv bewerten oder ein hohes Technikvertrauen aufweisen, eher zur Nutzung einer solchen Technologie neigen. Da die Untersuchung nicht nach einem Prä-Post-Design durchgeführt wurde, konnte dieser Zusammenhang in der vorliegenden Studie nicht abschließend belegt werden. Generell lässt sich aber feststellen, dass Faktoren, die die Nutzungsakzeptanz betreffen, größtenteils positiv bewertet wurden (z.B. Fahrtbewertung, Komfort, Design). Auch das wahrgenommene Sicherheitsgefühl war sehr hoch. Lediglich die erwartete Sicherheit bei künftigen Level-4 Fahrten ohne Begleitpersonal wurde skeptisch gesehen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die befragten Personen eine überwiegend hohe Einstellungs- und Nutzungsakzeptanz dem Shuttle gegenüber aufwiesen. Mögliche Gründe dafür, dass sich dennoch keine regelmäßige Nutzung einstellte, wurden im abschließenden Dialogforum genannt. Hier wurde die Sinnhaftigkeit des Shuttlebetriebs u.a. we-

gen einiger beobachteter Leerfahrten in Frage gestellt, zudem wurden Konflikte um Flächennutzung (z.B. um Parkraum oder in der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern) moniert. Weiterhin ließen sich anhand von Deutungsmustern konträre Einstellungen zum Shuttlebetrieb in Alt-Tegel erkennen. Vor allem ältere Menschen befürworteten den Betrieb, da dieser eine Entschleunigung des Straßenverkehrs bewirke. Dadurch komme es zu einem Gewöhnungseffekt für kollektive AVF-Verkehrsmittel mit geteilter Mobilität (mit weniger PKW).

Die Methodentriangulation hat sich als passendes Vorgehen erwiesen, welches die verschiedenen Aspekte umfassend adressiert. Auch wenn kein Prä-Post-Design der Erhebungen umgesetzt werden konnte, bestätigen die Ergebnisse die Erkenntnisse anderer Studien, dass persönliche Erfahrung mit AVF Akzeptanz schafft (Böckler und Musialik 2022, 28) / dort auch vgl. Kempapidis et al. 2020). Bisweilen hat sich die Erfassung negativer Perspektiven im qualitativen Vorgehen als schwierig herausgestellt und es musste nachgesteuert werden. Hierauf ist bei zukünftiger Akquise Teilnehmer*innen besonderer Wert zu legen. Beim quantitativen Vorgehen sind die Methoden so zu wählen, dass eine angemessene Altersverteilung gewährleistet werden kann. Ein weiterer Forschungsbedarf ergibt sich besonders bei der Korrelation zwischen Nutzung und Bewertung. Dies gilt vor allem vor dem Hintergrund, dass eine regelmäßige Nutzung trotz hoher Akzeptanzwerte überwiegend ausblieb. Hier muss in zukünftigen Projekten auf die Schaffung eines Angebotes geachtet werden, welches die Nutzung solcher AVF-Technologien attraktiver gestaltet. Ein Ansatz dafür wäre eine Erweiterung um räumliche, zeitliche oder funktionale Dimensionen, wie sie im Dialogforum angesprochen wurden. Gleichzeitig muss dabei die Thematik der Automatisierungsstufe 4 und des Wegfalls von Begleitpersonal im Fahrzeuginnenraum adressiert werden, um den Bedürfnissen möglichst vieler Nutzergruppen zu entsprechen.

Literatur

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2023). Private Pkw-Daten auf LOR-Planungsraumbene, 2023. (abgerufen am 05.04.2023).

Barthelmes, Lukas/Wilkes, Gabriel/Kagerbauer, Martin/Vortisch, Peter (2022). Ein On-Demand- und Level 4-Kleinbus auf dem Testfeld Autonomes Fahren BW – Erkenntnisse aus der begleitenden Haushaltsbefragung zu EVA-Shuttle. *Journal für Mobilität und Verkehr* (12), 36–46. <https://doi.org/10.34647/jmv.nr12.id83>.

Böckler, Liss/Musialik, Raven (2022). Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Nutzbarkeit von autonom fahrenden Straßenfahrzeugen im ÖPNV. *Journal für Mobilität und Verkehr* (12), 24–35. <https://doi.org/10.34647/jmv.nr12.id82>.

Davis, Fred D./Bagozzi, Richard P./Warshaw, Paul R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science* 35 (8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>.

Fleischer, Torsten/Schippl, Jens/Puhe, Maïke (2022). Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten. *Journal für Mobilität und Verkehr* (12), 9–23. <https://doi.org/10.34647/jmv.nr12.id80>.

Fraedrich, Eva/Lenz, barbara (2015). Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. In: Markus Maurer/J. Christian Gerdes/barbara Lenz et al. (Hg.). *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Berlin, Springer Vieweg, 639–660.

Hunecke, Marcel (2008). *Mobilanz - Endbericht. Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches und der Stoffströme unterschiedlicher Mobilitätsstile durch zielgruppenspezifische Mobilitätsdienstleistungen*. Im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) BMBF-Fkz 07NGS07. Bochum / Lüneburg / Wuppertal.

Kolarova, Viktoriya/Stark, Kerstin/Lenz, barbara (2020). *DiVA_Schlussbericht. DiVA – Gesellschaftlicher Dialog zum vernetzten und automatisierten Fahren*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrsforschung.

Nastjuk, Ilja/Herrenkind, Bernd/Marrone, Mauricio/Brendel, Alfred Benedikt/Kolbe, Lutz M. (2020). What drives the acceptance of autonomous driving?

An investigation of acceptance factors from an end-user's perspective. *Technological Forecasting and Social Change* 161, 120319. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120319>.

Nordhoff, Sina (2020). Passenger opinions of the perceived safety and interaction with automated: A test ride study with hidden safety steward. *Transportation Research Part A General*.

Nordhoff, Sina/Winter, Joost de/Kyriakidis, Miltos/van Arem, Bart/Happee, Riender (2018). Acceptance of Driverless Vehicles: Results from a Large Cross-National Questionnaire Study. *Journal of Advanced Transportation* 2018, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2018/5382192>.

Rammert, Werner (2007). *Technik - Handeln - Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie*. 2. Aufl. Wiesbaden, Springer VS.

Schäfer, Martina/Kepler, Dorothee (2012). Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung : Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer technischer Energieeffizienz-Maßnahmen. *discussion paper* (34).

Schmidt, T./Möginger, T./Menzel, M./Fischer, M./Klingner, A./Pavakis, S. (2022). Erster Betrieb von autonomen Fahrzeugen ohne Sicherheitsfahrer im RMV-Projekt EASY. *Verkehr und Technik* (09), 274–277.

Shi, Elisabeth/Gasser, Tom Michael/Seeck, Andre/Auerswald, Rico (2020). The Principles of Operation Framework: A Comprehensive Classification Concept for Automated Driving Functions. *SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles* 3 (1). <https://doi.org/10.4271/12-03-01-0003>.

Weydner-Volkman, Sebastian (2021). Technikvertrauen. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 30 (2), 53–59. <https://doi.org/10.14512/tatup.30.2.53>.

AutorInnenangaben

Dipl. soz. tech. Robert Linke-Wittich
Teamleiter, Bereich „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: wittich@ztg.tu-berlin.de

M.A. Christoph Schäper
Wiss. Mitarbeiter, Bereich „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: schaeper@ztg.tu-berlin.de

Dr.-Ing. Wulf-Holger Arndt
Bereichsleiter „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: arndt@ztg.tu-berlin.de

Jakob Busch
Stud. Mitarbeiter, Bereich „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: busch@ztg.tu-berlin.de

Elmer van der Wel
Wiss. Mitarbeiter, Bereich „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: vanderwel@ztg.tu-berlin.de

Sarah Stelter
Stud. Mitarbeiterin, Bereich „Mobilität und Raum“
Zentrum Technik und Gesellschaft; TU Berlin;
Kaiserin-Augusta-Allee; 104; 10553 Berlin

E-Mail: s.stelter@campus.tu-berlin.de