



Deutsche
Verkehrswissenschaftliche
Gesellschaft e.V.

Journal für Mobilität und Verkehr

Automatisiertes autonomes Fahren



Inhaltsverzeichnis

Editorial	1
<i>Dr. -Ing. Kerstin Rosenberger, PD Dr. -Ing. Martin Kagerbauer</i>	
Einsatzpotenziale von Transportrobotern in der urbanen Logistik aus Anwendungsperspektive	2
<i>David Grunow, Sandra Tjaden, Lukas Weber, Julia Wolf</i>	
Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten	9
<i>Torsten Fleischer, Maike Puhe, Jens Schippl</i>	
Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Nutzbarkeit von autonom fahrenden Straßenfahrzeugen im ÖPNV	24
<i>Liss Böckler, Raven Musialik</i>	
Ein On-Demand- und Level 4-Kleinbus auf dem Testfeld Autonomes Fahren BW – Erkenntnisse aus der begleitenden Haushaltsbefragung zu EVA-Shuttle	36
<i>Lukas Barthelmes, Gabriel Wilkes, Martin Kagerbauer, Peter Vortisch</i>	

Editorial

Dr. -Kerstin Rosenberger, PD Dr. -Ing. Martin Kagerbauer

Autonomes Fahren ist nur eine Frage der Zeit. Die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge schreitet ständig voran. Der Grad der Automatisierung ebenso. Fahrfunktionen, wie zum Beispiel Abstandshalter oder Spurhalteassistenten sind heute schon serienmäßig in den Fahrzeugen verbaut. Vollautomatisierte Fahrzeuge nach Level 5 der Automatisierungsstufen, also ohne, dass ein Eingreifen der oder des Fahrenden notwendig wird, dauern jedoch noch etwas. Für das Jahr 2025 sind aber bereits erste Anwendungen in Deutschland angekündigt. Vor diesem Hintergrund erwächst die Frage in welchen Anwendungsbereichen autonomes Fahren künftig sinnvoll sein wird und seinen Beitrag zur Verkehrswende leistet.

Die Automatisierung der privaten Fahrzeugflotte nach Level 5 bringt für einzelne Personengruppen sicherlich Vorteile. Gleichzeitig birgt dies für den Privatverkehr aber auch die große Gefahr, dass sowohl Anzahl als auch Strecken der Pkw-Fahrten steigen. Über die verkehrliche Wirkungsabschätzung hinaus sind zudem weiterführende Querschnittsforschungsfragen zu beantworten, wie z.B. zu rechtlichen Fragestellungen und Regulierung, Akzeptanz, Datenschutz, Normung und Standardisierung, Zertifizierung, Geschäftsmodellen sowie Sicherheit.

Eine wesentlich größere positive Wirkung als im Individualverkehr verspricht man sich durch autonome Fahrzeuge im Güterverkehr, hier u.a. durch Effizienzgewinne, oder im Öffentlichen Verkehr, beispielsweise zu Randzeiten oder in Randgebieten. Die Automatisierung kann helfen, die Mobilitätslandschaft so zu erweitern, dass die Abhängigkeit vom eigenen, privaten Pkw reduziert wird. Verschiedene Studien zeigen nämlich, dass der wichtigste Hebel für die Verkehrswende regulatorische Maßnahmen und Einschränkungen im Pkw-Verkehr ist. Hierfür ist es wichtig, neue

Mobilitätsangebote für die Menschen zur Verfügung zu stellen, um frühzeitig Alternativen zum eigenen Pkw zu haben und diese nutzen zu lernen. Gerade neue Mobilitätsdienste, wie beispielsweise Ridepooling, können durch Automatisierung konkurrenzfähiger werden, da sich die Kosten für die Betreiber aber auch für die Nutzenden verringern. Die Automatisierung in Kombination mit öffentlich zugänglichen Verkehrsangeboten, die von mehreren Menschen kollektiv, also gleichzeitig genutzt werden, sind ein wesentlicher Baustein der Verkehrswende.

Diese Ausgabe des Journals für Mobilität und Verkehr liefert neue Denkanstöße und Antworten auf die gesamtgesellschaftliche Akzeptanz der Automatisierung, Nutzungspotenziale im Öffentlichen Verkehr und Einsatzszenarien in der Logistik.

Einsatzpotenziale von Transportrobotern in der urbanen Logistik aus Anwendungsperspektive

David Grunow, Sandra Tjaden, Lukas Weber, Julia Wolf

Abstract

Automatisierte Roboter werden als eine potenzielle technologische Transportlösung in der urbanen Logistik gesehen. In diesem Artikel erfolgt eine explorative Analyse praktischer Einsatzpotenziale von Transportrobotern aus Sicht möglicher AnwenderInnen mithilfe von Leitfadeninterviews. Die Interviews zeigen, dass die Fachkundigen ein breit gefächertes Bild von Einsatzmöglichkeiten sehen, welche jedoch unterschiedlichen Anforderungen unterliegen. Der Artikel leistet einen Beitrag zur Implementierungsphase von Transportrobotern.

Schlagwörter / Keywords:

Transportroboter, Urbane Logistik, Einsatzpotenziale, Anwendungsperspektive, Automatisierung

1. Einleitung

Der Trend zur Urbanisierung, das steigende Senkungsaufkommen, Personalmangel und Bestrebungen zum Umwelt- und Klimaschutz stellen die urbane Logistik auf der letzten Meile aktuell vor große Herausforderungen. Innovationen und neue Ansätze wie Vernetzung, Digitalisierung, alternative Antriebe und geteilte Mobilitätsdienste sollen hier Abhilfe schaffen (vgl. Zukunftsinstitut GmbH 2021). Eine technologische Lösung wird in automatisierten, elektrifizierten Belieferungsformen gesehen (vgl. Clausen et al. 2016: 44; Sonneberg et al. 2019: 1540 f.).

Da automatisierte Transportroboter bisher fast ausschließlich in Testbetrieben mit vordefinierten Anwendungsfällen eingesetzt wurden, liegt der Fokus dieses Artikels auf der explorativen Analyse von praktischen Einsatzpotenzialen aus Sicht verschiedener möglicher AnwenderInnen, die mittels Leitfadeninterviews befragt wurden. Im Mittelpunkt stehen dabei die folgenden Fragen:

- a) Welche Einsatzfelder werden für automatisierte Transportroboter in der urbanen B2B- und B2C-Logistik als realistisch eingeschätzt?
- b) Welche Anforderungen für den Einsatz von Transportrobotern in der urbanen B2B- und B2C-Logistik müssen erfüllt werden?

Nach einer Darstellung des State-of-the-Art zum praktischen Einsatz von Transportrobotern im urbanen Raum und der im Folgenden adressierten Forschungslücke wird in die angewandte Methodik eingeführt. Anschließend erfolgt die synergetische Darstellung der Ergebnisse. Der Artikel schließt mit einem Fazit.

2. State-of-the-Art: Automatisierte Transportroboter

Der Einsatz von automatisierten Transportrobotern im urbanen Raum bzw. im B2C- und B2B-Bereich geht derzeit selten über Pilotprojekte hinaus (vgl. Sonneberg et al. 2019: 1540). Zu den relevanten herstellenden Unternehmen zählen Starship Technologies, Dispatch und Marble. Starship Technologies führte beispielsweise bereits Tests und Pilotprojekte zur Auslieferung von Fertiggerichten, E-Grocery oder Medikamenten sowie Kurier-, Express-, Paket-Dienstleistung (KEP) durch (vgl. Sonneberg et al. 2019: 1540 f.; Fraunhofer IML und LNC 2020: 27). Aufgrund der Entwicklung hin zu kleineren Warenströmen wird davon ausgegangen, dass Transportroboter zukünftig 80 bis 95 % aller Paketsendungen transportieren können (vgl. Clausen et al. 2016: 44; Sonneberg et al. 2019: 1540 f.). Transportroboter verkehren derzeit mit einer Geschwindigkeit von 6 km/h auf Fußwegen und meiden Straßen (vgl. Boysen et al. 2020: 28). Das Transportgut wird in integrierten Fächern befördert, welche während des Transports verschlossen sind

und am Zielort individuell entriegelt werden können, so dass jede empfangende Person nur Zugang zu der für sie bestimmten Sendung hat. Aktuell können Transportroboter über bis zu vier solcher Fächer verfügen und somit bis zu vier verschiedene KundInnen pro Tour beliefern (vgl. Sonneberg et al. 2019: 1540). Insgesamt ist eine maximale Zuladung von 15 kg möglich (vgl. Boysen et al. 2020: 28; STARSHIP 2021). Während der Fortbewegung können die Transportroboter in der Regel unterschiedlichen Hindernissen automatisch ausweichen. Findet ein Transportroboter selbstständig keinen Ausweg, kann er aus der Ferne manuell gesteuert werden (vgl. Sonneberg et al. 2019: 1540).

Auch in der Literatur wird sich intensiv mit dem Einsatz von automatisierten Transportrobotern im urbanen Raum auseinandergesetzt. Dabei werden verschiedene Perspektiven eingenommen. So werden u.a. technische Herausforderungen und mathematische Ansätze zur Optimierung von Transportabläufen untersucht (vgl. Boysen et al. 2020: 27 ff.). Außerdem werden Modellsimulationen zur Abschätzung der Effekte auf Energieverbrauch, Emissionen oder Service Level durchgeführt (vgl. Poeting et al. 2019a; Poeting et al. 2019b; Figliozzi und Jennings 2020). Ebenso findet der rechtliche Rahmen für automatisierte Transportroboter Beachtung (vgl. Jennings und Figliozzi 2019). Auch die unterschiedlichen Anforderungen an den Einsatz von Transportrobotern in einem kombinierten Personen- und Warentransport werden in der bestehenden Literatur genannt (vgl. Thiel et al. 2021). Obwohl die Perspektive der AnwenderInnen von grundlegender Bedeutung für die Technologie- bzw. Produktentwicklung ist und dieser auf Basis von Anforderungen eine Orientierung geben kann (vgl. Bender und Gericke 2021: 178 ff.), wird sie in der bestehenden Literatur zu Transportrobotern zumeist vernachlässigt. Durch die Beantwortung der einleitend gestellten Forschungsfragen wird im Folgenden ein Beitrag zum Schließen dieser Forschungslücke geleistet.

3. Methodik

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wurden im Frühjahr und Sommer des Jahres 2021 im Rahmen des Projekts TaBuLa-LOG „Kombinierter Personen- und Warentransport in automatisierten Shuttles“ Interviews mit Fachkundigen durchgeführt. Die Durchführung der Interviews erfolgte in Form von Videokonferenzen und dauerte jeweils 30 bis 60 Minuten.

Der eingesetzte halbstandardisierte Interviewleitfaden wurde deduktiv aus den Forschungsfragen abgeleitet und umfasst 11 offene Fragen. Das Interview bestand aus drei Teilen und begann mit einer kurzen

Einführung und einer Vorstellungsrunde (Teil 1). Nach allgemeinen Einstiegsfragen zu den gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen in der Logistik (Teil 2) wurden die Befragten mittels einer Präsentation über die aktuelle technische Funktionsweise von Transportrobotern aufgeklärt, ohne dabei spezifisch auf Einsatzformen einzugehen. So wurde sichergestellt, dass die Personen die anschließenden Fragen zu den potenziellen Einsatzmöglichkeiten sowie den Anforderungen fundiert und dennoch unvoreingenommen beantworten konnten (Teil 3). Das Interview endete mit einer Danksagung. In diesem Artikel werden die Ergebnisse des dritten Interviewteils präsentiert, welcher sich schwerpunktmäßig mit den Transportrobotern beschäftigte. Alle vier Einzelfragen dieses Teils ermöglichten offene Antworten. Die gewählte Methodik stellte so das Sammeln von vertiefenden qualitativen Kenntnissen sicher, ohne den Fokus zu verlieren (vgl. Kruse 2015).

Die Auswahl der Fachkundigen erfolgte entlang typischer Organisationen, die neben den KonsumentInnen die Lieferketten im urbanen Raum prägen. Im Ergebnis liegen Interviews mit neun Personen vor. Zwei Personen sind aus Speditions- bzw. Logistikdienstleistungsunternehmen, zwei Personen sind aus KEP-Unternehmen, drei Personen sind aus Handels- bzw. Dienstleistungsunternehmen und zwei Personen arbeiten im institutionellen Bereich für Kommunen bzw. Wirtschaftsverbände.

Die Interviews wurden aufgezeichnet und im Nachhinein transkribiert. Die Auswertung erfolgte mittels der Software „MAXQDA“. Hierbei wurden die gewonnenen Informationen entsprechend der Forschungsfragen strukturiert und die Ergebnisse graphisch aufbereitet.

4. Potenzielle Einsatzfelder für Transportroboter

Die Abbildung 1 stellt potenzielle Einsatzfelder von Transportrobotern in der urbanen B2B- und B2C-Logistik zusammengefasst dar. Die Verbindungspfeile zeigen, welche Gruppe das jeweilige Einsatzfeld im Rahmen der Interviews genannt hat.

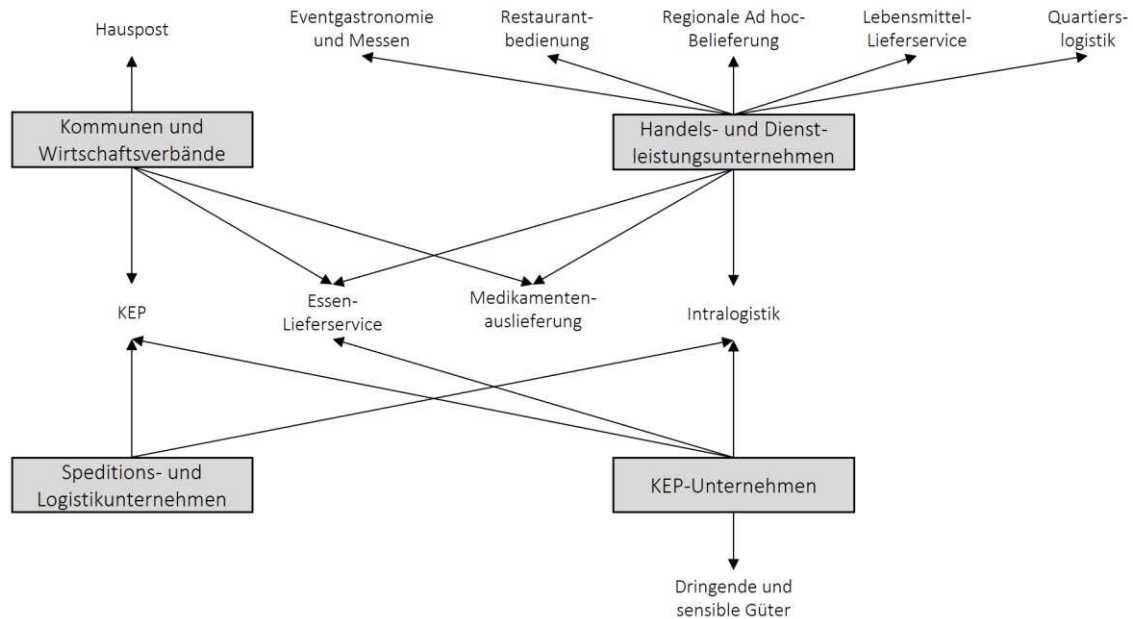


Abbildung 1: Potenzielle Einsatzfelder für Transportroboter, eigene Darstellung

Mindestens drei Fachkundige nennen KEP-Sendungen, Essenslieferungen und die Intralogistik als Einsatzfeld für Transportroboter. KEP-Sendungen werden von Speditions- und Logistikunternehmen, Kommunen und Wirtschaftsverbänden sowie KEP-Unternehmen angeführt. Als mögliche Ausgestaltungsformen der KEP-Sendungen werden kompatible Strecken für die Belieferung von Haushalten oder auch die Kombination der Transportroboter mit Mikrohubbs sowie stationären Boxen zur Anlieferung von Paketen gesehen. Essenslieferungen an der Haustür durch Transportroboter schätzten die Interviewten von Kommunen und Wirtschaftsverbänden, Handels- und Dienstleistungsunternehmen sowie der KEP-Unternehmen als realistisch ein. Dabei sollen die Roboter als Ersatz für den Transport per Pkw und Kleintransporter dienen.

Obwohl die räumliche Betrachtungsgrenze auf dem urbanen, öffentlichen Straßenraum liegt, wird von Handels- und Dienstleistungsunternehmen, KEP-Unternehmen sowie Speditionen und Logistikunternehmen auch der Einsatz von Transportrobotern in der Intralogistik während der Interviews angesprochen. Begründet wird dies über die im Vergleich zum Einsatz im öffentlichen Straßenraum einfachere Umsetzung. Als potenzielle Einsatzfelder werden die Versorgung der Fließbandproduktion mit Kleinteilen aus dem Lager sowie die Versorgung von Großküchen mit fehlenden Zutaten genannt. Des Weiteren wurde auch die Restaurantbedienung von den Interviewten der Handels- und Dienstleistungsunternehmen angesprochen. Dabei fungiert ein Transportroboter als Servicekraft, wenn keine persönliche Betreuung erforderlich ist.

Von zwei Befragten, den Kommunen und Wirtschaftsverbänden sowie Handels- und Dienstleistungsunternehmen, wird zudem die Medikamentenauslieferung als ein mögliches Einsatzgebiet gesehen. Die kontaktlose Übergabe von Medikamenten und der Ersatz der herkömmlichen Belieferung mit dem Pkw werden als potenzielle Vorteile identifiziert.

Eine weitere Möglichkeit sehen die Kommunen und Wirtschaftsverbände in dem Transport von Hauspost mithilfe des Transportroboters. Insbesondere in großen Unternehmen müssen oft weite Entfernungen innerhalb oder zwischen den Gebäuden bzw. zwischen verschiedenen Standorten von Unternehmen oder Verwaltung zur Verteilung der Hauspost zurückgelegt werden.

Die Handels- und Dienstleistungsunternehmen nannten als weiteres Einsatzfeld darüber hinaus die Quartierslogistik. Als Praxisbeispiel wurden Restaurants, Hotels, Büroflächen und Wohnstandorte in einem Umkreis von 100 Metern als Liefer- bzw. Abholorte genannt. Auch für den Lieferservice aus einer Großküche zu Wohnstandorten oder Bürogebäuden ist der Einsatz von Transportrobotern denkbar.

Neben den genannten Einsatzfeldern wurde auch die regionale Ad hoc-Belieferung erwähnt, bei der die Transportroboter eingesetzt werden könnten, um fehlende Güter, beispielsweise in einer Großküche, vom ortsansässigen Einzelhandel abzuholen und somit Engpässe zu vermeiden. Darüber hinaus könnten Transportroboter auch als Lebensmittel-Lieferservices sowie in der Eventgastronomie oder auf Messen eingesetzt werden, um den BesucherInnen ein neues Serviceerlebnis zu bieten.

Die Fachkundigen der KEP-Unternehmen sehen darüber hinaus den Einsatz von Transportrobotern für dringende und sensible Güter aufgrund monetärer Vorteile als weitere Möglichkeit.

5. Anforderungen für den Einsatz von Transportrobotern

Zur Implementierung eines realen Betriebs in den zuvor aufgeführten Einsatzfeldern wurden vielfältige Anforderungen an Transportroboter durch die Befragten formuliert. In der Abbildung 2 sind die genannten 17 Anforderungen entlang thematischer Schwerpunkte mit Hilfe einer Mindmap strukturiert.

In den Interviews wurde die Forderung nach einem gesetzlichen Rahmen deutlich. Diese wurde von Befragten aus Speditions- und Logistikunternehmen sowie aus Handels- und Dienstleistungsunternehmen formuliert. Es wurden ethische Fragen zur Abwägung in Unfallsituationen angesprochen, die es bei der Gesetzgebung zu diskutieren gilt, wobei durch Transportroboter ein geringeres Schadensausmaß im Falle eines Unfalls erwartet wird als bei Unfällen mit autonomen Pkw bzw. Lieferfahrzeugen. Explizit wurden die Aspekte „Safety and Security“ sowie die Haftung im Schadensfall thematisiert.

Als eine weitere rahmende Anforderung wurde die Infrastruktur von Speditions- und Logistikunternehmen sowie Kommunen und Wirtschaftsverbänden angesprochen. Hierbei ging es den Befragten vorwiegend um die Verfügbarkeit einer Infrastruktur, die den Einsatz von Transportrobotern ermöglicht. Insbesondere wurde der Aspekt der Vernetzung mit der vorhandenen Infrastruktur und anderen VerkehrsteilnehmerInnen, welche durch V2X-Kommunikation erreicht werden kann, als Anforderung identifiziert. Als spezielles Beispiel wurde die Vernetzung mit dem Ampelsystem angeführt.

Darüber hinaus wurde die Anforderung nach Standardisierung und Normierung deutlich gemacht. Diese wurde vorwiegend durch Befragte der KEP-Unternehmen formuliert, doch auch Handels- und

Dienstleistungsunternehmen sehen dort eine Notwendigkeit. Einen Aspekt stellt hierbei die standardisierte Übergabe dar. Um eine Haustürbelieferung bei der Paketzustellung an Kunden zu ermöglichen, müssen Prozesse, Fahrzeuge und Immobilien so gestaltet werden, dass der Transportroboter Zugang zum Gebäude erlangt und Stufen, Bordsteine sowie Treppen überwinden kann. Andernfalls stellt dies eine Abwertung des Service dar. Da dies jedoch sehr schwierig umzusetzen ist, wird vorgeschlagen, alternativ ein Netzwerk aus smarten Paket-Schließfachanlagen aufzubauen, um eine Paketauslieferung mit dem Transportroboter zu realisieren. Auch Briefkästen sind heute nicht standardisiert und teilweise schwer zugänglich. Als optimaler Zustand für den Einsatz von Transportrobotern wird ein einheitliches Briefkastensystem beschrieben. Die Briefkästen müssten elektronisch mit einem RFID-Chip zu öffnen und zu verschließen sowie von der Straße aus zugänglich sein. Eine standardisierte Zustellung direkt an die empfangende Person ist nur möglich, wenn diese erreichbar für den Transportroboter ist. Zusätzlich dazu wird gefordert, dass die Laderäume der Transportroboter kompatibel mit den normierten Paketgrößen des E-Commerce sind. In den Interviews wird deutlich, dass die genannten Standards zeitnah umgesetzt werden müssen, um die Logistikprozesse anzupassen und eine Belieferung mithilfe von Transportrobotern zu realisieren.

Um den Einsatz von Transportrobotern für Unternehmen attraktiv zu machen, werden in den Interviews mit Personen aus Speditions- und Logistikunternehmen, Kommunen und Wirtschaftsverbänden sowie KEP-Unternehmen Anforderungen gestellt, die sich auf die Kosten beziehen. Grundlegend ist hierbei die Investitionsbereitschaft und Finanzstärke der Unternehmen eine wichtige Voraussetzung.

Insbesondere in den frühen Phasen der Implementierung in den betrieblichen Ablauf bedarf es hoher Investitionen mit dem Risiko, dass die Technologie sich nicht durchsetzt. In den Interviews wird ange-

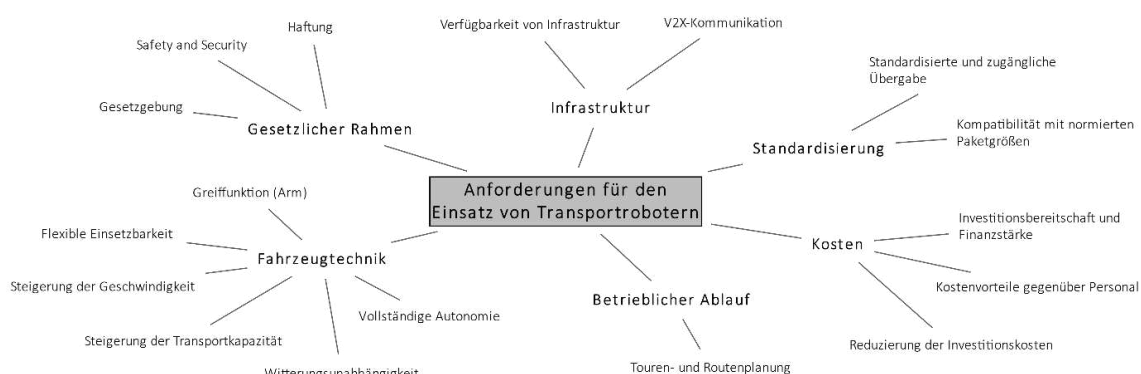


Abbildung 2: Anforderungen für den Einsatz von Transportrobotern, eigene Darstellung

merkt, dass die Einführung von neuen Transporttechnologien zunächst zusätzliche Kosten im täglichen Betrieb verursacht. Die Einführung von automatisierten Prozessen lohnt sich aus Sicht der Befragten daher nur, wenn dadurch Kostenvorteile erzielt werden können. Damit sind insbesondere reduzierte Personalkosten gemeint, so dass die Entwicklungs- und Betriebskosten der Maschinen ausgeglichen werden. Auch im Vergleich zu anderen Fahrzeugsystemen wie beispielsweise Drohnen sollten Transportroboter Kostenvorteile erzielen, damit diese von Unternehmen eingesetzt werden. Hierbei wird insbesondere die Reduzierung der Investitionskosten angesprochen.

Wie bereits angedeutet bedarf ein effizienter Einsatz von Transportrobotern die Anpassung des betrieblichen Ablaufs. Von Befragten der Speditions- und Logistik- sowie KEP-Unternehmen wird hierbei die Bedeutung einer dynamischen Touren- und Routenplanung angeführt. Dies betrifft zum einen den effizienten Ablauf der Transportprozesse und zum anderen die räumliche Isolierung von Transportgütern, um beispielsweise Kontaminationen auszuschließen. Als problematisches Beispiel wird die Kombination von Lebensmittel- und Non-Food-Logistik genannt. Abhilfe würde ein System aus unterschiedlichen Transportbehältern schaffen.

Von den Befragten aller vier untersuchten Organisationsgruppen werden außerdem Anforderungen an die Fahrzeugtechnik der Transportroboter gestellt. Entscheidend ist hier die vollständige Autonomie der Transportroboter, denn nur durch den Wegfall der Fahrenden bzw. der Begleitpersonen wird der Transport mittels Roboter wirtschaftlich vorteilhaft. Die autonome Fahrt der Transportroboter sollte darüber hinaus witterungsunabhängig möglich sein. Eine weitere Anforderung ist die Erhöhung der Transportkapazität von Transportrobotern. Bei hochwertigen Essenslieferungen kommen beispielsweise voluminös große Verpackungen zum Einsatz, um die Qualität und die Optik zu wahren, weshalb mehr Transportkapazität benötigt wird, als Transportroboter derzeit bieten. Die momentan geringe Transportkapazität führt darüber hinaus dazu, dass ein Einsatz in Ballungsgebieten besser geeignet ist, da dort eine höhere Frequenz von Transporten möglich ist. Auch die Geschwindigkeit der Transportroboter scheint derzeit zu gering. Bei größeren Fahrzeugen wird erwartet, dass diese sich mit mindestens 30 km/h fortbewegen. Zu den ermittelten Anforderungen an die Fahrzeugtechnik zählt außerdem die Flexibilität der Einsetzbarkeit. Es besteht die Sorge, dass ein automatisiertes Fahrzeug in den Einsatzmöglichkeiten beschränkt und nur bei einer gewissen Auslastung rentabel ist. Dies macht einen Betrieb statischer und stellt eine Schwäche gegenüber dem menschlichen

Personal dar, das flexibler eingesetzt werden kann. Auch die Anpassungen aufgrund eines schwankenden Sendungsaufkommens werden schwieriger, weshalb Entscheidungen mit langfristigen Konsequenzen aktuell gescheut werden. Als spezifische Anforderung wird darüber hinaus eine Greiffunktion in Form eines Arms genannt, um Güter abzustellen oder Einwurfvorrichtungen bedienen zu können. Dieser könnte die Anforderung an die Infrastruktur ergänzen, um eine reibungslose Übergabe zu realisieren.

6. Fazit

Die bisher in der Forschung und Entwicklung unterrepräsentierte Perspektive der AnwenderInnen zu potenziellen Einsatzfeldern von Transportrobotern im urbanen Raum konnte durch die Befragung von Fachkundigen aus verschiedenen Wirtschaftssektoren ergänzt werden.

Die Beantwortung der ersten Forschungsfrage, welche Einsatzfelder für automatisierte Transportroboter in der urbanen B2B- und B2C-Logistik als realistisch eingeschätzt werden, ergab durch die interviewten Fachkundigen ein breit gefächertes Bild. Die Einsatzfelder erstrecken sich von Hauspost über Gastronomie bis hin zur Quartierslogistik, die auch kooperative Ansätze umfasst. Insbesondere aus der Gruppe der Handels- und Dienstleistungsunternehmen stammt eine Vielzahl an Ideen.

Durch die von mehreren Fachkundigen genannten Einsatzfelder der KEP-Logistik und der Essens-Lieferdienste werden Trends im Bereich der Endkonsumenten und damit eine aktuelle Thematik adressiert (vgl. Blumtritt 2021; HDE 2021). Die Auslieferung von Medikamenten zielt ebenfalls auf eine aktuelle Thematik im Rahmen der Covid-19-Pandemie ab, da durch den Einsatz von Transportrobotern eine kontaktlose Übergabe ermöglicht werden könnte (vgl. DHL 2021).

Obwohl die Arbeit einen Fokus auf Einsatzfelder im urbanen, öffentlichen Raum legt, wird die Intralogistik von mehreren Fachkundigen als Einsatzmöglichkeit angeführt. Hierbei handelt es sich um ein Einsatzfeld in dem bereits heute fahrerlose Transportsysteme implementiert und weit verbreitet sind (vgl. Flämig 2015; DB Schenker 2017).

Im Rahmen der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage, welche Anforderungen für den Einsatz von Transportrobotern in der urbanen B2B- und B2C-Logistik erfüllt werden müssen, wurde von den Fachkundigen die in der Literatur diskutierten Aspekte bestätigt. Dies umfasst beispielsweise die Schaffung von gesetzlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen sowie von Standards. Auch technische und

organisatorische Optimierungen decken sich mit der Diskussion in der Forschung (vgl. Hoffmann und Prause 2018: 1; Sonneberg et al. 2019: 1545; Fraunhofer IML und LNC 2020: 27; Boysen et al. 2020: 15; Thiel et al. 2021). Ergänzend werden aus der praxisnahen Perspektive der Fachkundigen insbesondere die Aspekte der Kosten und der Finanzierung sowie der flexiblen Einsatzfähigkeit der Transportroboter hervorgehoben, welche für die Beibehaltung der Anpassungsfähigkeit an die dynamische Marktentwicklung und den wirtschaftlichen Erfolg des anzuwendenden Betriebs bedeutend sind.

Die gewonnenen Erkenntnisse zu Einsatzpotenzialen von Transportrobotern erweitern die vorliegenden meist technischen Forschungsergebnisse. Damit liegt eine wesentliche Grundlage zur Überführung der Technologie von Transportrobotern von der Entwicklungsphase in die Implementierungsphase vor. Dies hebt die Relevanz der Perspektive der AnwenderInnen für eine erfolgreiche Implementierung und Weiterentwicklung der Technologie hervor und sollte in der weiteren Forschung berücksichtigt werden. Hierzu konnten im Projekt TaBuLa-LOG bereits erste Erkenntnisse durch den praktischen Einsatz eines Transportroboters unter Einbindung eines automatisierten Shuttles zum Transport von Behördenpost in Lauenburg/Elbe gesammelt werden.

Anmerkung

Dieser Artikel ist ein Ergebnis des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Forschungsvorhabens „Kombinierter Personen- und Warentransport in automatisierten Shuttles (TaBuLa-LOG)“.

Literatur

Bender, Beate und Gericke, Kilian (2021): Pahl/Beitz Konstruktionslehre, Deutschland: Springer.

Blumtritt, Christoph (2021): Prognose der Umsätze für Online Food Delivery in Deutschland für die Jahre 2017 bis 2024, <https://de.statista.com/prognosen/642308/online-food-delivery-umsatz-in-deutschland>, abgerufen am 19.11.2021.

Boysen, Nils, Fedtke, Stefan, Schwerdfeger, Stefan (2020): Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective, Jena: Springer.

Clausen, Uwe, Stütz, Sebastian, Bernsmann, Arnd, Heinrichmeyer, Hilmar (2016): ZF-ZUKUNFTSSTUDIE 2016, Friedrichshafen: ZF Friedrichshafen AG.

DB Schenker (2017): Automatisierung: Roboter in der Intralogistik, <https://logistik-aktuell.com/2017/03/16/automatisierung-in-der-intralogistik/>, abgerufen am 19.11.2021.

DHL (2021): KONTAKTLOSER EMPFANG UND VERSAND, <https://www.dhl.de/de/privatkunden/kampagnenseiten/kontaktlos-pakete-empfangen-und-versenden.html>, abgerufen am 19.11.2021.

Figliozzi, Miguel und Jennings, Dylan (2020): Autonomous delivery robots and their potential impacts on urban freight energy consumption and emissions, in: Transportation Research Procedia, Jg. 20, Nr. 46, S. 21–28.

Flämig, Heike (2015): Autonome Fahrzeuge und autonomes Fahren im Bereich des Gütertransportes. In: Maurer, Markus, Gerdes, J. Christian, Lenz, Barbara und Winner, Hermann (Hrsg.): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. s.l.: Springer, S. 377–398.

Fraunhofer IML und LNC (2020): Die Veränderungen des gewerblichen Lieferverkehrs und dessen Auswirkungen auf die städtische Logistik, Berlin/Dortmund: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

HDE (2021): Umsatz durch E-Commerce (B2C) in Deutschland in den Jahren 1999 bis 2020, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/3979/umfrage/e-commerce-umsatz-in-deutschland-seit-1999/>, abgerufen am 19.11.2021.

Hoffmann, Thomas und Prause, Gunnar (2018): On the Regulatory Framework for Last-Mile Delivery Robots, in: MDPI machines, Jg. 6, Nr. 33, S. 1–16.

Jennings, Dylan und Figliozzi, Miguel (2019): Study of Sidewalk Autonomous Delivery Robots and Their Potential Impacts on Freight Efficiency and Travel, in: Transportation Research Record, Jg. 6, Nr. 2673, S. 317–326.

Kruse, Jan (2015): Qualitative Interviewforschung – Ein integrativer Ansatz (2. Auflage). Weinheim und Basel: Beltz Juventa.

Sonneberg, Marc-Oliver, Leyerer, Max, Kleinschmidt, Agathe, Knigge, Florian, Breitner, Michael (2019): Autonomous Unmanned Ground Vehicles for Urban Logistics: Optimization of Last Mile Delivery Operations, in: Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences, Hannover: Leibniz Universität Hannover, S. 1538–1547.

STARSHIP (2021): Autonome Roboter für die Industrie 4.0, <https://www.starship.xyz/b2b-de/>, abgerufen am 19.11.2021.

Zukunftsinstitut GmbH (2021): Megatrends, <https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/>, abgerufen am 19.11.2021.

Poeting, Moritz, Schaudt, Stefan, Clausen, Uwe (2019a): A COMPREHENSIVE CASE STUDY IN LAST-MILE DELIVERY CONCEPTS FOR PARCEL ROBOTS, in: Mustafee, Navonil, Bae, Ki-Hwan, Lazarova-Molnar, Sanja, Rabe, Markus, Szabo, Claudia (Hrsg.), Proceedings of the 2019 Winter Simulation Conference, Dortmund: TU Dortmund, S. 1779–1788.

Poeting, Moritz, Schaudt, Stefan, Clausen, Uwe (2019b): Simulation of an Optimized Last-Mile Parcel Delivery Network Involving Delivery Robots, in: Clausen, Uwe, Langkau, Sven, Kreuz, Felix (Hrsg.), Advances in Production, Logistics and Traffic, Dortmund: Springer, S. 1–19.

Thiel, Marko, Tjaden, Sandra, Schrick, Manuel, Rosenberger, Kerstin, Grote, Matthias (2021). Requirements for robots in combined passenger/freight transport. Epubli. Hamburg International Conference of Logistics (HICL) 32, S. 195-215.

AutorInnenangaben

David Grunow
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Technischen Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg, Deutschland
E-Mail: david.grunow@tuhh.de

Sandra Tjaden
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Technischen Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg, Deutschland
E-Mail: sandra.tjaden@tuhh.de

Lukas Weber
Projektleiter/Berater Sustainable Logistics
LaLoG LandLogistik GmbH, Im Technologiepark 1,
15236 Frankfurt (Oder), Deutschland
E-Mail: lukas.weber@landlogistik.eu

Julia Wolf
Projektmanagerin Automatisiertes und Vernetztes Fahren
Interlink GmbH, Fleethörn 7, 24103 Kiel, Deutschland
E-Mail: Wolf@interlink-verkehr.de

Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten

Torsten Fleischer, Maike Puhe, Jens Schippl*

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Viele ExpertInnen gehen davon, dass automatisiertes Fahren (AF) in den nächsten Jahrzehnten zu tiefgreifenden Änderungen des Mobilitätssystems führen kann. Soziale Akzeptanz wird oft als wichtiger Einflussfaktor dafür gesehen, wie schnell und in welcher Form sich automatisierte Fahrtechnologien und -dienste verbreiten. Angesichts der ihr zugeschriebenen großen Bedeutung für die weitere Entwicklung des AF, ist es erstaunlich, dass der Begriff oft kaum definiert wird. In diesem Beitrag möchten wir zunächst aufzeigen, dass mit dem Begriff soziale Akzeptanz sehr unterschiedliche Aspekte und konzeptionelle Zugänge verbunden sind, die in unterschiedlicher Weise auf die zukünftige Entwicklung des AF einwirken können. Anschließend beleuchten wir anhand eigener empirischer Forschungen verschiedene Aspekte sozialer Akzeptanz. Dabei zeigt sich, dass neben Aspekten die das Fahrzeug betreffen auch die sie begleitenden Serviceaspekte sowie Vorstellungen darüber, inwiefern AF zu wünschenswerten Mobilitätszukünften beitragen kann, für die Bewertung des AF entscheidend sind.

Schlagwörter / Keywords:

Automatisiertes Fahren, soziale Akzeptanz, nachhaltige Mobilität

1. Einleitung

Wie in vielen anderen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens trägt die Digitalisierung auch im Mobilitätssystem zu einem tiefgreifenden Wandel bei, wie sich anhand von vielen Beispielen beobachten lässt. Dazu zählen die inzwischen zahlreichen App-basierten Angebote für Mobilitätsdienstleistungen wie Car-Sharing, Bike-Sharing oder Leih-Scooter. In mehreren Städten wird mit flexiblen Shuttle-Angeboten experimentiert, beispielsweise fahren in Hamburg und Hannover derzeit Shuttles der Volkswagen-Tochter MOIA. Noch weitreichendere Änderungen werden vom autonomen Fahren bzw. von automatisierten Fahrzeugen (AF) erwartet, welche die Nutzung des eigenen Pkw zunehmend zurückdrängen sollen. Auch wenn nach wie vor unklar ist, bis wann Level-4 oder gar Level-5 Fahrzeuge über Pilotprojekte hinaus verkehrsrelevante Verbreitung finden, so ist es doch weitgehend anerkannt, dass mit dieser Technologie ganz neue Angebotsformen möglich werden (Maurer et al. 2015). Nicht wenige ExpertInnen sehen im automatisierten Fahren einen zentralen Baustein einer echten Verkehrswende (Canzler et al. 2019), die im

Hinblick auf ihre paradigmatische Neuorientierung und Nachhaltigkeitswirkung der Energiewende vergleichbar ist. Andere sind eher skeptisch und erwarten, dass mit der Automatisierung auch die „klassische“ Autonutzung attraktiver wird, weil z.B. die Zeit im Stau anders genutzt werden kann und das Suchen eines Parkplatzes erheblich vereinfacht wird (Fleischer et al. 2018). Die große und vielschichtige Dynamik des Wandels ist in diesem Feld ganz deutlich sichtbar (Fleischer und Schippl 2018). In welche Richtung sich das Mobilitätssystem zukünftig bewegen wird, bleibt derzeit aber noch offen.

Immer wieder wird darauf hingewiesen, dass es nicht nur der technische Wandel ist, der über die zukünftige Entwicklung von automatisiertem Fahren und letztlich des gesamten Mobilitätssystems entscheidet. Mindestens so wichtig sind die gesellschaftliche Einbettung der neuen Technologien und Angebote. Konzepte aus der Transitionsforschung haben den Begriff soziotechnisches System geprägt (Geels 2012; Rip und Kemp 1998; Truffer et al. 2017) um deutlich zu machen, dass bei Innovationen, insbesondere, wenn sie große Infrastruktursysteme wie das

Energie- oder das Mobilitätssystem verändern, gesellschaftliche und technische Faktoren wechselwirken. Diese Ko-Evolution zwischen technischen und nicht-technischen Faktoren gilt es zu berücksichtigen, um soziotechnischen Wandel zu verstehen und, sofern möglich, zu steuern.

Neben ökonomischen Faktoren und Fragen der politischen Eingriffsmöglichkeiten wird auf Seite der nicht-technischen Faktoren auch im Hinblick auf autonome Fahrzeuge häufig die Bedeutung des Themas Akzeptanz oder soziale Akzeptanz aufgezeigt. Offen bleibt dabei in der Regel, was genau unter Akzeptanz bzw. unter sozialer oder gesellschaftlicher Akzeptanz zu verstehen ist. Der Begriff kann generell unterschiedliche Aspekte und konzeptionelle Zugänge umfassen, wie z.B. Lucke (1995) gezeigt hat. Neben anderen AutorInnen haben insbesondere Lenz und Fraedrich (2015) verschiedener Aspekte des Themas soziale Akzeptanz für die weitere Entwicklung des autonomen Fahrens hingewiesen. Sie merken unter anderem an, dass schon das Akzeptanzobjekt selbst, eben das autonome Fahren mit seinen unterschiedlichen Ausprägungsmöglichkeiten, in der öffentlichen Debatte noch starke definitorische Unschärfen aufweist. Diese Feststellung ist sicherlich auch heute noch gültig. Beispielsweise kann sich Akzeptanz auf die Bereitschaft eines Autofahrers oder einer Autofahrerin beziehen, ein Fahrzeug zu nutzen, dass während einer Fahrt temporär die Kontrolle an eine Automatisierung abgibt. Akzeptanz könnte aber auch die Einstellungen von BürgerInnen zu neuen Mobilitätsangeboten (flexible Shuttle, Robo-Taxis) und deren erwartete Folgen für das Mobilitätssystem in ihrem Wohnumfeld adressieren. Auch andere wichtige Aspekte der Akzeptanzdiskussion werden in der wissenschaftlichen Literatur wie in der öffentlichen Debatte weiterhin randständig behandelt. Grunwald (2019) zeigt am Beispiel des Energiesystems, dass die Grenzen des betrachteten Systems falsch gesetzt sind, wenn man die Energiewende verstehen will, aber damit verbundene „Zumutungen“ außen vorlässt. Stilgoe und Cohen (2021) weisen darauf hin, dass die in Akzeptanzdiskussionen dominierende Rahmung der allgemeinen Öffentlichkeit als NutzerInnen (und nicht als Bürgerinnen und Bürger) zu Fehlinterpretationen bei Akzeptanz und Adoption des autonomen Fahrens führt.

Vor diesem Hintergrund möchten wir in dem vorliegenden Beitrag einen genaueren Blick auf das Konzept der (sozialen) Akzeptanz und dessen Bedeutung im Kontext des autonomen Fahrens werfen. In Kapitel 2 möchten wir zunächst auf aktuelle Entwicklungen im Bereich AF eingehen und deutlich machen, dass sehr unterschiedliche zukünftige Entwicklungspfade für AF-basierte Mobilität denkbar sind und sich schon daraus sehr unterschiedliche Objekte ergeben,

auf die sich Akzeptanz beziehen kann. Kapitel 3 geht dann näher auf Konzepte der sozialen Akzeptanz ein und beleuchtet diese im Kontext von AF. In Kapitel 4 präsentieren wir ausgewählte Ergebnisse eigener empirischer Studien, die unterschiedliche Akzeptanzobjekte des autonomen Fahrens aufgreifen. Der Beitrag endet mit einigen abschließenden Überlegungen in Kapitel 5.

2. Aspekte autonomen Fahrens

Im Einklang mit dem allgemeinen Digitalisierungstrend wurde das automatisierte (oder auch "autonome") Fahren in den letzten Jahren zu einem viel diskutierten Thema im Mobilitätssektor. Das große transformative Potenzial dieser Innovationen wird weithin anerkannt. Doch es ist nach wie vor offen, wann und in welcher konkreten Ausprägung Fahrzeuge mit höheren Automatisierungsgraden auf den Markt kommen. Sowohl in der Wissenschaft als auch von Seiten der Unternehmen der Automobil- und IT-Industrie werden hier vielfältige und unterschiedliche Positionen vertreten. So wird u.a. argumentiert, dass ein hoher Automatisierungsgrad zuerst auf Autobahnen erreicht werden wird, lange bevor Autos in der Lage sein werden, sich selbst durch extrem komplexe städtische Verkehrssituationen zu navigieren. Teile der Automobilindustrie versprechen generell eine eher kontinuierliche Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen; eine ‚evolutionäre‘ Vorgehensweise, die von den gerade zugelassenen Level-3-Anwendungen als Staupilot bei niedrigen Geschwindigkeiten auf Autobahnen Schritt für Schritt zu den Automatisierungsstufen 4 und 5 führen soll. Die ‚revolutionäre‘ Sichtweise, die in der Regel mit Robo-Taxis oder Mini-Shuttles in städtischen Ballungsräumen in Verbindung gebracht wird, sieht hingegen eine rasche Einführung fahrerloser Fahrzeuge als den vielversprechendsten und wahrscheinlichsten Weg an. BefürworterInnen dieses Ansatzes finden sich vornehmlich im Umfeld von Tech-Unternehmen wie Waymo (Tochter der Google-Dachgesellschaft Alphabet), Zoox (Teil von Amazon) oder Apple, aber auch AI-startups mit Beteiligungen aus der Fahrzeugindustrie (z.B. Cruise, argo.ai). Eine Reihe dieser Unternehmen führt hierzu seit einigen Jahren entsprechende Feldversuche im öffentlichen Raum in den USA durch, was dort auf Grund der anderen regulatorischen Ausgangslage leichter möglich ist als im Rahmen der in vielen fahrerherstellenden Ländern vorherrschenden Typenzulassung.

Die Diskussionen über die potenziellen Auswirkungen automatisierter Fahrzeuge auf Gesellschaft und Umwelt sind nicht weniger kontrovers. Viele optimistische Erwartungen sind insbesondere mit den Stufen 4 und 5 verbunden, wenn Autos im selbstfahrenden oder sogar fahrerlosen Modus betrieben werden können (siehe z. B. Skinner und Bidwell 2016). Zu den

erwarteten Vorteilen gehören eine Verringerung der Zahl der Unfälle, ein besserer Verkehrsfluss und eine effizientere Nutzung der Infrastrukturen, energieeffizienteres Fahren, neue Möglichkeiten der Reisezeitnutzung, barrierefreie Mobilität und auch Wettbewerbsvorteile für die Automobilbranche. Bedenken gibt es u.a. im Hinblick auf die Interaktion mit "Robotern", in Bezug auf Sicherheitsfragen, Datenschutz und Cybersicherheit (Fleischer und Schippl 2018). Wenn es darum geht, inwiefern Automatisierung die Entwicklung zu einem nachhaltigeren Verkehrssystem erleichtert, werden sowohl Chancen als auch Risiken gesehen (Legêne et al. 2020; Schippl und Truffer 2020; Thomopoulos und Givoni 2015). Beispielsweise argumentieren Fraedrich et al. 2017, dass AF den öffentlichen Verkehr entweder auf einen positiven oder in einen negativen Entwicklungspfad bringen können. So wird einerseits befürchtet, dass AF zu einem allgemeinen Anstieg des Autoverkehrs führen, da AFs die Autonutzung attraktiver machen könnten (Fleischer et al. 2018). Infolgedessen könnten die Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln auch bei längeren Strecken zurückgehen, da das Fahren in automatisierten Autos an Attraktivität gewinnt, wenn die NutzerInnen nicht selbst fahren müssen, sondern die Zeit für andere Dinge wie Arbeiten, Schlafen oder Spielen nutzen können. AF könnten daher den öffentlichen Verkehr zurückdrängen, insbesondere in kleineren Städten und ländlichen Gebieten. Eine Folge könnte sein, dass das ÖV-Angebot ausgedünnt werden muss, was dessen Wettbewerbsfähigkeit weiter schwächen würde. Andererseits sehen viele ExpertInnen AF auch als Chance, den ÖPNV zu stärken und den individuellen Autoverkehr zu reduzieren. Fahrerlose Robo-Taxis und kleinere Busse werden als flexible, effiziente und erschwingliche Ergänzungen des öffentlichen Verkehrs gesehen (Canzler et al. 2019; UITP 2017). Der gesamte ÖPNV könnte nach diesen Ansichten deutlich attraktiver sowie wettbewerbsfähiger werden und damit die Nutzung des privaten Pkw zurück drängen.

Es zeigt sich also, dass bereits im Personenverkehr sehr unterschiedliche Anwendungskonzepte bzw. Akzeptanzobjekte in der Diskussion sind, auf die sich Akzeptanzfragen beziehen können.

3. Soziale Akzeptanz im Kontext autonomen Fahrens

Sollten automatisierte Fahrzeuge in den nächsten Jahren verstärkt in den Einsatz gelangen, werden sie BürgerInnen in verschiedenen Kontexten, aber auch in unterschiedlichen Rollen begegnen, wie beispielsweise als PassagierIn, als VerkehrsteilnehmerIn (FahrerIn), als KäuferIn oder auch als BürgerIn mit Ansprüchen an die Nutzung des öffentlichen Raums oder differierenden Sicherheitserwartungen. Überall können Akzeptanzfragen relevant werden, zumal

Mobilität ein sozio-technisches System ist, an dem fast jede(r) BürgerIn in irgendeiner Form konkret teilnimmt und von Änderungen betroffen ist.

Aus Sicht der Innovations- und Innovationspolitikforschung überrascht dennoch der immer wiederkehrende Rekurs auf die "gesellschaftliche Akzeptanz" von AF in Policy Papers, öffentlichen Statements von Führungskräften der Wirtschaft oder PolitikerInnen sowie in Beratungsstudien. Der ACE Auto Club Europa erklärte zum Beispiel im Jahr 2015: "Entscheidend für den zukünftigen Erfolg des autonomen Fahrens ist es, die gesellschaftliche Akzeptanz dafür zu fördern und unbegründete Bedenken zu zerstreuen." (ACE 2015). Das Bundesverkehrsministerium argumentierte 2017 in seinem Bericht zum Stand der Umsetzung der Strategie zum automatisierten und vernetzten Fahren: "Der gesellschaftliche Dialog und die Schaffung von Akzeptanz sind zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Einführung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr" (BMVI 2017). Diese Auffassung wird auch im Aktionsplan zur Forschung zum automatisierten und vernetzten Fahren 2019 unterstützt: "Eine systemische Betrachtung der Mobilität zeigt geeignete Ansatzpunkte und Hinweise auf notwendige Rahmenbedingungen [für das automatisierte und vernetzte Fahren]. Fest steht, dass technischer Fortschritt im Dienste von Sicherheit, Nachhaltigkeit und Nutzerfreundlichkeit nicht im Widerspruch zu Bezahlbarkeit, Verfügbarkeit und gesellschaftlicher Akzeptanz stehen darf" (Die Bundesregierung 2019).

Offen bleibt dabei meist, was genau unter Akzeptanz bzw. insbesondere unter sozialer oder gesellschaftlicher Akzeptanz zu verstehen ist. Verschiedene AutorInnen haben bereits darauf aufmerksam gemacht, wie vielschichtig der Begriff bei genauerer Betrachtung gelagert ist (Lucke 1995). Dies gilt auch für seine Verwendung im soziotechnischen System Mobilität (Becker und Renn 2019) und im Kontext des autonomen Fahrens (Lenz und Fraedrich 2015; Fleischer et al. 2021).

Die große forschungspolitische und mediale Aufmerksamkeit für AF während der letzten Jahre hat eine ganze Reihe von Akzeptanzstudien zum automatisierten bzw. autonomen Fahren initiiert, die ihrerseits Gegenstand inzwischen ebenfalls zahlreicher Review-Publikationen wurden (Für einen guten Überblick empfehlen wir z.B. (Gkartzonikas und Gkritza 2019; Nastjuk et al. 2020; Becker und Axhausen 2017). Diese Studien konzentrieren sich auf unterschiedliche Akzeptanzthemen: Verbraucherakzeptanz (consumer acceptance), Kundenakzeptanz (customer acceptance), Endnutzerakzeptanz (end-user acceptance), öffentliche Akzeptanz (public accep-

tance) und soziale Akzeptanz (social acceptance) gehören zu den Begriffen, die in der Akzeptanzliteratur regelmäßig verwendet werden. Unsere eigene qualitative Analyse von öffentlichen und wissenschaftlichen Diskursen über AF hat gezeigt, dass soziale Akzeptanz in diesem Zusammenhang mit mindestens drei verschiedenen Bedeutungen verwendet wird:

(a) als Voraussetzung für den Einsatz bzw. die Diffusion von AF-Technologien und -Dienstleistungen, um damit verbundene politische Ziele wie die Erfüllung der "vier gesellschaftlichen Versprechen" des AF oder die Stärkung des nationalen Innovationssystems zu erreichen ("public policy perspective"),

(b) als Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung und Diffusion von Technologien und Diensten des automatisierten Fahrens, um wirtschaftliche Ziele von Unternehmen wie neue Produkte und Dienstleistungen, Gewinne, die Vermeidung von Kosten, den Erwerb einer gesellschaftlichen Lizenz zum Betrieb von AV-basierten Diensten oder die Erfüllung von Zielen der sozialen Verantwortung von Unternehmen zu erreichen ("business perspective") und

(c) als Metapher für den Umgang mit moralischen Fragen, Wertkonflikten und Akzeptabilität (Grunwald 2005) im Kontext des AF ("ethical perspective").

Dementsprechend bietet der beeindruckende Korpus der Akzeptanzliteratur eine Vielzahl interessanter Erkenntnisse im Detail. Zugleich weist sie aber auch eine Reihe von Verbesserungsmöglichkeiten auf:

(I) Viele AutorInnen vermeiden es, eine explizite Definition des verwendeten Akzeptanzbegriffs vorzulegen. Diese lässt sich für ExpertInnen dann zwar häufig aus dem Inhalt und Zielrichtung der Arbeit ableiten bzw. zumindest plausibel vermuten, die Tatsache erschwert aber den Vergleich zwischen den Ergebnissen verschiedener Studien. Gerade in einem interdisziplinären Diskussionskontext bleibt dieses Vorgehen für viele LeserInnen eine Herausforderung und macht den Diskurs und seine mediale Interpretation anfällig für Missverständnisse.

(II) In vielen Akzeptanzstudien bleiben die Akzeptanzobjekte (s.u.) unterkonzeptualisiert. Unsere qualitativen empirischen Untersuchungen zu Wahrnehmungen von und Einstellungen zu AF deuten darauf hin, dass Argumentationsstrukturen von BürgerInnen auf mindestens drei verschiedene Gruppen von Akzeptanzobjekten ausgerichtet sein können: (a) das Fahrzeug selbst, einschließlich seiner Sicherheitsaspekte sowie seines situativen Verhaltens im Verkehr, (b) Erwartungen an Mobilitätsdienstleistungen als Teil des täglichen Lebens und das zugeschriebene Potenzial von AF, diese zu erfüllen, und (c) sehr grund-

legende Vorstellungen über eine lebenswerte Umwelt und ein "gutes Leben" sowie die Rolle, die Mobilität, Mobilitätsdienstleistungen und Mobilitätstechnologien dabei spielen. Diese drei Ebenen sind offensichtlich eng miteinander verwoben, ihre relative Bedeutung für die Ausprägung von Einstellungen und Nutzungsabsichten ist noch unklar. Für quantitative Studien ist es jedoch von zentraler Bedeutung, diese Konstellationen bei der Frageformulierung und bei Überlegungen zur Qualität und Reichweite der so gewonnenen Ergebnisse zu berücksichtigen.

(III) Ein großer Teil der quantitativen Akzeptanzstudien basiert auf willkürlichen Stichproben, viele von ihnen wurden im Rahmen von Fahrzeugdemonstrationen und Feldversuchen durchgeführt. Beides bedingt empirische „blinde Flecken“. In vielen Fällen überrepräsentieren Convenience Samples akademisch gebildete, wirtschaftlich besser gestellte, jüngere ProbandInnen, von denen aus zahlreichen Akzeptanz- und Diffusionsstudien zu neuen Technologien bekannt ist, dass sie grundsätzlich technikaffiner und weniger risikofreudig sind als die Gesamtbevölkerung. Umfragen als Bestandteil von Feldversuchen zielen dagegen auf eine Teilbevölkerung, die sich allein durch die Teilnahme an den Versuchen als technikinteressiert positioniert hat.

Wie oben bereits ausgeführt, gibt es bislang weder eine Definition von "sozialer Akzeptanz" des AF noch eine allgemeine Einigung über die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen verwandten Konzepten wie "öffentliche Akzeptanz" oder "Nutzerakzeptanz". Wir haben darum einen Versuch unternommen, einen Vorschlag für erstgenanntes zu entwickeln. Dabei sind wir für unsere Überlegungen von einer zunächst recht einfachen Idee ausgegangen: Wir verwenden einen strukturellen Ansatz, der erstmals 1995 von Doris Lucke vorgeschlagen wurde, und ergänzen ihn mit Erkenntnissen aus der Innovations- und Transitionsforschung sowie aus Mobilitätsstudien für den Fall des automatisierten Fahrens.

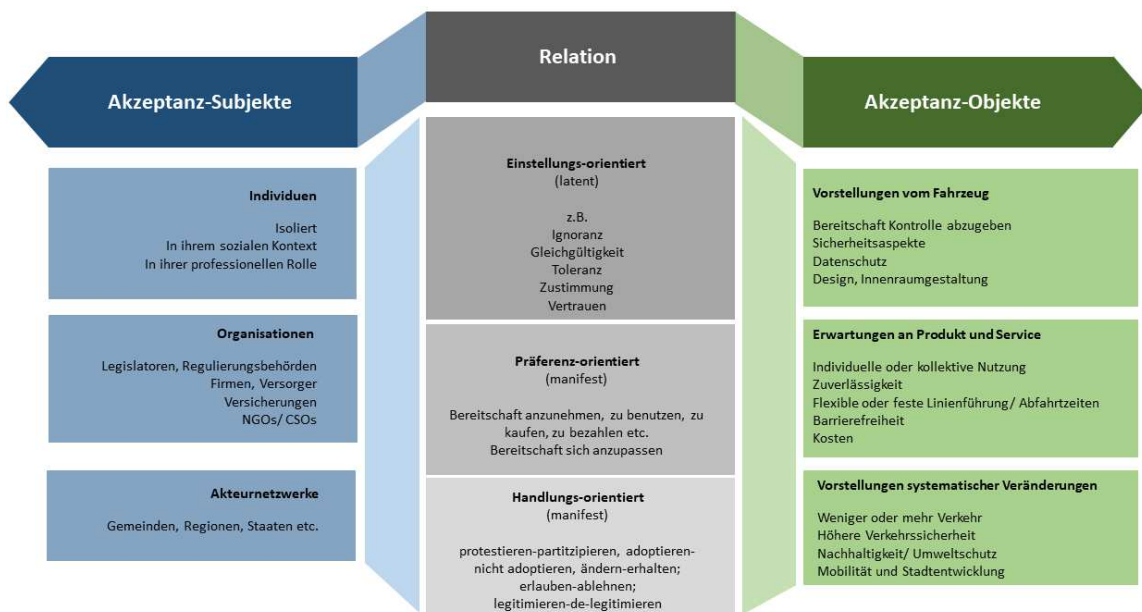


Abbildung 1: Aspekte sozialer Akzeptanz von AF (ausgehend von Lucke 1995)

Doris Lucke stellte in ihrer umfassenden Untersuchung unter anderem fest, dass sich die meisten Akzeptanzphänomene auf eine Beziehung (was genau bedeutet 'akzeptieren'? Nutzen, unterstützen, tolerieren, ignorieren etc.?) zwischen Akzeptanzsubjekten ('Wer akzeptiert?') und Akzeptanzobjekten ('Was soll akzeptiert werden?'), eingebettet in einen spezifischen Akzeptanzkontext, reduzieren lassen. Hinter dieser anscheinenden Einfachheit an der Oberfläche verbergen sich allerdings komplexere, interdependente Strukturen. Geht man etwa für die Seite der Akzeptanzsubjekte davon aus, dass Überlegungen und Begrifflichkeiten zur "sozialen" Akzeptanz nur dann sinnvoll sind, wenn sie über eine Adoptionsperspektive der / des Einzelnen hinausgehen, rücken Ergebnisse aus der Diffusionsforschung in den Blick (Rogers 2003). Aus diesen ist bekannt, dass Adoptionsentscheidungen von Individuen regelmäßig innerhalb ihrer sozialen Netzwerke getroffen und von diesen beeinflusst werden. Daher ist es wichtig, diese Akteursnetzwerke und ihre Einflüsse auf die Adoption und Ablehnung von AF besser zu verstehen. Qualitative empirische Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass es ebenso wichtig ist, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, inwieweit und unter welchen Umständen die BürgerInnen bereit sind, die Nutzung von AF durch andere in ihrem unmittelbaren Lebensumfeld zu akzeptieren, auch wenn sie selbst nicht daran denken, sie zu nutzen ("Nicht-Nutzer-Akzeptanz") und wie die Verfügbarkeit von AF ihre eigenen sozialen Kontexte von Mobilitäts- und Mobilitätstechnologie-Entscheidungen ("Moduswahl") verändern könnte.

In der Innovationsforschung ist weithin anerkannt, dass die Beziehungen und Interaktionen von InnovationsakteurInnen durch gemeinsame Gewohnheiten, Routinen oder etablierte Praktiken geregelt werden, die sowohl in informellen Zwängen (Sanktionen, Tabus, Sitten, Traditionen und Verhaltenskodizes) als auch in formellen Regeln (Verfassungen, Gesetze, Rechte) verwurzelt sind - Muster, die als Institutionen zusammengefasst werden (Scott 2014). Es wurde des Weiteren festgestellt, dass transformative oder disruptive Innovationen - fast per definitionem - eine wesentliche Umgestaltung bestehender institutioneller Regelungen oder sogar die Schaffung neuer Regelungen erfordern (Meyer 2016). Im Bereich der Mobilität sind viele dieser Arrangements sehr stabil und habitualisiert, einige von ihnen sind sogar emotional aufgeladen (Sheller und Urry 2016). Von außen auferlegte Eingriffe in diese Arrangements werden in vielen Fällen als unwillkommene Störungen empfunden und daher häufig abgelehnt. Vor diesem Hintergrund sollte die Fähigkeit von Netzwerken von InnovationsakteurInnen, bestehende Institutionen zu verändern oder neue Institutionen (weitgehend) unangefochten zu schaffen, ebenfalls als ein Element der sozialen Akzeptanz betrachtet werden.

Eine ähnliche Perspektiverweiterung ergibt sich, wenn man das Spektrum von Akzeptanzobjekten im Kontext von AF betrachtet. Ist es eine bestimmte, klar definierte Fahrfunktion oder ein AF mit einer Reihe von unterschiedlichen Fahrfunktionen, die akzeptiert werden sollten? Stehen Übergabe-/Übernahmestrategien bei teilautomatisierten Fahrzeugen im Mittelpunkt der Diskussion oder die Sorge, dass (und wie)

vollautomatisierte AF mit Menschen im Straßenverkehrsgeschehen interagieren? Basiert ein neues, flexibles Mobilitätsangebot auf Fahrzeugen mit AF-Funktionen? Wie ist das Regelwerk gestaltet, welches das Verhalten von AF bei einer drohenden Kollision bestimmt (und etwaige Konsequenzen festlegt)? Auch veränderte Alltagsroutinen aufgrund veränderter Mobilitätsdienste und -instrumente oder sogar die Vorstellung eines vollständig transformierten, nachhaltigen Mobilitätssystems gehören zu den vielen Möglichkeiten, wie das "automatisierte Fahren" in empirischen Studien sowie in öffentlichen und politischen Debatten dargestellt, repräsentiert oder manchmal auch nur imaginiert wird.

Unsere bisherige qualitative Forschung zeigt, dass sich die Erwartungen und Einstellungen der BürgerInnen oft nicht nur an der Technologie selbst orientieren. Vielmehr werden meistens die damit verbundenen Leistungserwartungen, Nutzungsfolgen, Servicekonzepte oder lokalen "Mobilitätszukünfte" thematisiert. Insbesondere bei quantitativen Erhebungen muss davon ausgegangen werden, dass solche Rahmungen das Antwortverhalten implizit beeinflussen, aber in der Regel in der Methodik nicht explizit gemacht werden (bzw. von ihr nicht erfasst werden können).

Die oben dargestellten Überlegungen und Erkenntnisse erlauben es, eine Arbeitsdefinition für die weitere Forschung zur sozialen Akzeptanz einer Technologie vorzuschlagen und diese auf den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurs über automatisiertes Fahren anzuwenden: *„Soziale Akzeptanz einer Technologie kann definiert werden als eine positive Reaktion (wie z.B. Einstellung, erklärte Präferenz oder Handlung) einer bestimmten Akteursgruppe oder eines Akteursnetzwerks (z.B. Nationalstaat, Region, lokale Gemeinschaft, Organisation) in Bezug auf eine vorgeschlagene oder emergente Technologie oder eine Imagination eines sozio-technischen Regimes bzw. Systems, das durch diese Technologie verändert wird, und die begründete Erwartung, explizite oder stillschweigende Zustimmung zu den damit verbundenen Prozessen ihrer Institutionalisierung innerhalb bestimmter räumlich-zeitlicher Grenzen zu finden“* (Fleischer et al. 2021).

Um den vollen Umfang dessen zu erfassen, was wir für Elemente der sozialen Akzeptanz halten, sollte man die Betrachtung der Akzeptanzsubjekte auch auf professionelle AkteurInnen (wie EntscheidungsträgerInnen in der öffentlichen Verwaltung und in Unternehmen) ausdehnen, deren "Akzeptanz" in ihren spezifischen Rollen - aufgrund ihres Einflusses auf Technologie- und Systemdesigns und Beschaffungentscheidungen - wahrscheinlich ebenfalls von erheblicher Bedeutung für eine erfolgreiche Übernahme/Verbreitung von AF ist (Reichenbach und

Fleischer 2022). Zusätzliches Augenmerk sollte auf die Rolle von Organisationen (wie z.B. öffentliche Dienstleistungsunternehmen, Forschungsinstitute, CSO oder Regulierungsbehörden) als Akteure in Innovationsnetzwerken gelegt werden. Welche Varianten von AV-Technologien und -Dienstleistungen sie "akzeptieren" (oder ablehnen) und warum sie dies tun, wird die Akzeptanzheuristik anderer individueller oder professioneller InnovationsakteurInnen beeinflussen.

Die unterschiedlichen Elemente der Definition sozialer Akzeptanz haben wir in Abbildung 1 systematisiert und zusammengefasst. Einzelne Forschungsansätze können sicherlich nicht das komplexe Gefüge, welches sich hinter dem Konzept sozialer Akzeptanz verbirgt, vollständig erfassen und beleuchten. Die eigentliche empirische Arbeit muss sich auf eine Teilmenge sowohl der Akzeptanzsubjekte als auch der Akzeptanzobjekte konzentrieren. Die Darstellung sollte aber helfen, verschiedene Forschungsansätze zu verorten und so zu verdeutlichen, welcher Aspekt bzw. welche Konstellation des Wirkungsgefüges in den Blick genommen wird.

4. Fallbeispiele

Auf Basis eigener empirischer Forschung wollen wir im Folgenden einige Aspekte exemplarisch herausgreifen, die sich auf die zukünftige Entwicklung des automatisierten Fahrens auswirken können.

Wir stellen dazu ausgewählte Ergebnisse aus zwei Untersuchungen vor: aus einer quantitativen, deutschlandweiten Befragung zum Thema automatisiertes Fahren sowie aus einer qualitativen Interviewstudie in einem Karlsruher Stadtteil.

4.1 Ergebnisse der quantitativen Befragung

Basierend auf Erkenntnissen aus einer Reihe von Fokusgruppen und Bürgerdialogen, die unsere Forschungsgruppe in den vergangenen Jahren (mit-)konzipiert und durchgeführt hat, haben wir ein Frageset für eine repräsentative Bevölkerungsumfrage zu Erwartungen an Wirkungen des AF sowie zu Einstellungen hinsichtlich regulatorischer und institutioneller Veränderungen im Kontext der Einführung von AF entwickelt. Dabei wurden insgesamt 2.001 BürgerInnen ab 16 Jahren im einem mixed-mode-Design (1.001 CATI-Interviews und 1.000 CAWI-Interviews) befragt. Die Feldphase fand im November 2021 statt. Im Folgenden wollen wir ausgewählte Ergebnisse dieser Umfrage vorstellen.

Eine Frage widmete sich dem mutmaßlichen Wohlbefinden bei der Nutzung unterschiedlicher, durch AF-Technologien ermöglichter Mobilitätsangebote: *„Stellen Sie sich bitte einmal vor, es gäbe in Zukunft autonome Straßenfahrzeuge, die in der Lage wären,*

am öffentlichen Straßenverkehr genauso selbständig teilzunehmen, wie es heute Fahrzeuge mit menschlichen Fahrern tun. In welcher Konstellation würden Sie sich denn bei einer Fahrt damit wohlfühlen?“ Angeboten wurden 7 verschiedene use cases:

- 5.1 allein in meinem eigenen autonomen Fahrzeug auf der Autobahn bei der heute geltenden Richtgeschwindigkeit,
- 5.2 allein in meinem eigenen autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr,
- 5.3 allein in einem gemieteten autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr,
- 5.4. allein in einem gemieteten autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr, bei dem die Fahrt ständig durch einen Tele-Operator überwacht wird,
- 5.5 zusammen mit zwei bis fünf anderen Fahrgästen in einem autonomen Mini-Bus im Stadtverkehr,
- 5.6 in einem halbvollen autonomen Bus in der Größe heutiger Linienbusse im Stadtverkehr,
- 5.7 in einer halbvollen autonomen Straßenbahn im Stadtverkehr.

Diese sieben Fälle decken die heute üblicherweise für den Stadtverkehr diskutierten neuen Mobilitätsdienstleistungen (Robotaxi, AF-Shuttle, eigenes Fahrzeug) ab und ergänzen sie um weitere Variationen und Optionen. Die Befragten konnten auf einer 11-teiligen Likert-Skala antworten mit 0 = „darin würde ich mich überhaupt nicht wohlfühlen“ bis 10 = „darin würde ich mich auf jeden Fall wohlfühlen“ als den beiden Endpunkten. Etwas mehr als 8 % (n=167) konnten sich bei keiner der genannten Optionen vorstellen, sich darin wohlfühlen (je nach Option lag der Wert zwischen 12 und 21 %), während sich etwas mehr als 2 % in jeder der genannten Optionen auf jeden Fall wohlfühlen würden (optionenspezifisch zwischen 9 und 14 %). Eine Übersicht über die statistischen Kernparameter in den jeweiligen Häufigkeitsverteilungen gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Statistische Kernparameter

	Mtl.-Wert	Std-Abw.	Median	Modus	Schiefe	Fehlend
5.1	4,76	3,508	5	0	-0,024	2,6%
5.2	5,26	3,475	5	0	-0,219	2,9%
5.3	4,86	3,365	5	0	-0,073	2,3%
5.4	5,07	3,272	5	0	-0,212	3,4%
5.5	5,10	3,143	5	5	-0,216	2,2%
5.6	5,34	3,140	6	5	-0,322	2,5%
5.7	5,66	3,189	6	5	-0,445	3,5%

Dabei fällt zunächst auf, dass sowohl Mittelwert als auch Median nahe der Verteilungsmitte liegen und die Unterschiede insgesamt eher klein sind, es also in der Gesamtbevölkerung keine ausgeprägte Präferenz für oder Aversion gegen einzelne use cases gab. Dies macht auch die grafische Darstellung der Verteilungen deutlich, die hier aus Platzgründen nur für 5.1 und 5.7 (als diejenigen mit dem niedrigsten und höchsten Mittelwert) erfolgen kann (Abb. 2 & 3).

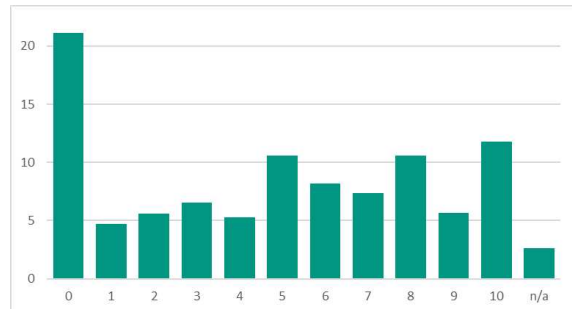


Abbildung 2: Verteilung der Antworten zu 5.1

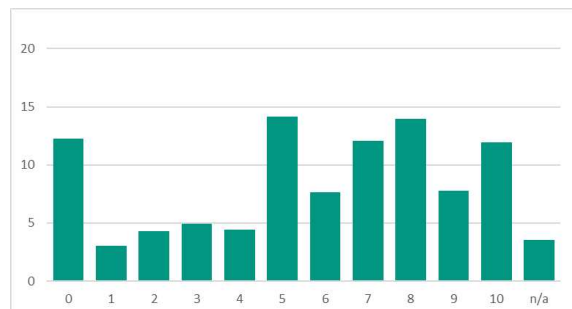


Abbildung 3: Verteilung der Antworten zu 5.7

Zugleich ist zu erkennen, dass in bestimmten Fällen schon kleine Änderungen des imaginierten Systemdesigns zu messbaren Änderungen im Wohlbefinden führen, etwa durch die Einführung eines Teleoperators beim Robotaxi (5.3 und 5.4) bzw. beim Wechsel von Linienbus auf Straßenbahn (5.6 und 5.7). Anschluss hypothese wäre mithin, das Wohlbefinden in neuen Mobilitätsdienstleistungen (und damit deren Akzeptanz) nicht allein durch Automatisierungskonzept und Automatisierungsgrad („Level“) bestimmt werden, sondern dass hier auch weitere Design- und Servicefaktoren zu berücksichtigen sind.

Weitere Einsichten gestattet die Differenzierung des Antwortverhaltens nach unterschiedlichen soziodemografischen Merkmalen, etwa nach Geschlecht und Alter. Unabhängig vom use case geben Frauen deutlich seltener als Männer an, dass sie sich in automatisierten Verkehrsmitteln wohlfühlen würden (Abb. 4). Vergleichbares zeigt sich bei älteren Menschen, deren Angaben zum subjektiven Wohlbefinden durchweg signifikant unter denen Jüngerer liegen (Abb. 5).

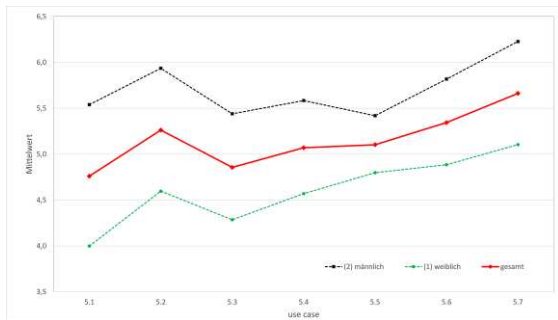


Abbildung 4: Mittelwert des subjektiven Wohlbefindens nach Geschlecht

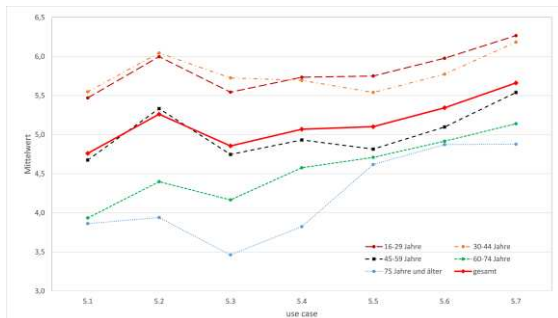


Abbildung 5: Mittelwert des subjektiven Wohlbefindens nach Alterkategorien

Beides deckt sich mit Ergebnissen anderer Befragungen und Akzeptanzstudien zum AF. Es stützt zudem ein Muster, welches sich auch in vielen anderen Umfragen zur Technikakzeptanz (sowohl zu anderen Einzeltechniken, als auch zu Technik allgemein) zeigt. Es weist aber zugleich auch auf eine Gestaltungs- und Kommunikationsaufgabe hin: Sowohl die Wissenschafts- als auch die Unternehmenskommunikation führen immer wieder an, dass Mobilitätsmöglichkeit für Ältere und körperlich Eingeschränkte ein zentrales Motiv für die Forschung und Entwicklung zum AF darstellen. Auch unsere Umfragedaten zeigen, dass dies in der allgemeinen Bevölkerung so erwartet wird. Genau diese Gruppe erweist sich bisher aber als die den neuen Angeboten am wenigsten zugeneigte. Die Gründe dafür besser zu verstehen und geeignete technische und soziale Ansätze zu entwickeln, ist eine wichtige Aufgabe für Technikentwicklung sowie Innovations- und Verkehrspolitik.

Im Zuge der Untersuchung haben wir die Interviewten auch nach ihrem Hauptverkehrsmittel, d.h. dem Verkehrsmittel, welches sie an einem normalen Tag die längste Zeit nutzen, gefragt.

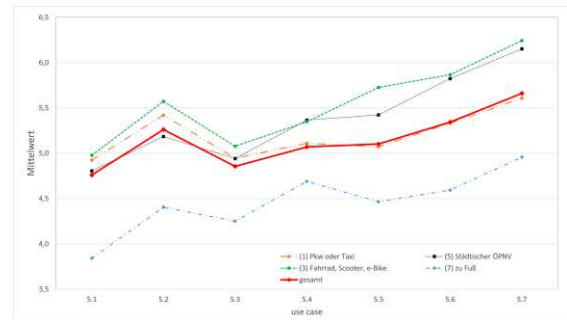


Abbildung 6: Mittelwert des subjektiven Wohlbefindens nach Nutzergruppen

In Abb. 6 ist der Mittelwert des subjektiven Wohlbefindens bei den sieben use cases für die diesbezüglich verschiedenen Nutzergruppen dargestellt. Angesichts der Dominanz der Pkw-NutzerInnen im Datensatz (59 %, was ziemlich nahe an ihrem Anteil im deutschen Modal Split liegt, s.u.), ist es nicht überraschend, dass deren Einschätzungen nahe bei denen der Gesamtpopulation liegen. Interessanter sind drei andere Beobachtungen: Bei den use cases, die dem Individualverkehr am ähnlichsten sind (5.1 bis 5.3), ähneln die Einschätzungen der ÖV-NutzerInnen denen der Allgemeinbevölkerung, während sie für die ÖV-ähnlichen use-cases 5.5 bis 5.7 deutlich positiver sind. Das subjektive Wohlbefinden der RadfahrerInnen liegt grundsätzlich oberhalb, jenes der FußgängerInnen erheblich unterhalb dessen der Allgemeinbevölkerung. Die initiale Vermutung, dass es sich hierbei um einen Alterseffekt handeln könnte (weil bspw. junge Menschen unter den RadfahrerInnen überrepräsentiert seien oder vor allem ältere Menschen hauptsächlich zu Fuß gingen), ließ sich bei einer ersten Prüfung nicht erhärten, muss aber noch weiter untersucht werden.

Ein weiteres Indiz lässt sich aus Tabelle 2 ableiten. Hier wurde die heutige Hauptverkehrsmittelnutzung der Antwort auf die Frage „Wenn Sie an autonome Fahrzeuge denken, welche der folgenden Optionen wäre für Ihre persönlichen Mobilitätsanforderungen alles in allem am besten geeignet?“ gegenübergestellt. 18 % der Gesamtstichprobe können sich hier keine der Optionen als geeignet vorstellen, weitere 4 % antworteten „weiß nicht“ oder machten keine Angaben. Von den vier AF-Optionen ist das fahrerlose Taxi die am seltensten genannte Option, sowohl insgesamt als auch innerhalb der vier Hauptnutzergruppen. Neue Verkehrsdienstleistungen werden weniger gewählt als automatisierte Formen bekannter Dienste. Unter den NutzerInnen des motorisierten Verkehrs - heutige Pkw- bzw. ÖV-NutzerInnen - lässt sich ebenfalls eine gewisse Habitualisierung zeigen.

Tabelle 2: Für die persönlichen Mobilitätsanforderungen am besten geeignete AF-Option

Heutiges Hauptverkehrsmittel	Für die persönlichen Mobilitätsanforderungen am besten geeignete AF-Option						Hauptnutzer an der Gesamtbevölkerung
	Privates autonomes Fahrzeug	Fahrerloses Taxi für individuelle Anforderungen	Fahrerloser Mini-Bus	Autonome Busse oder Straßenbahnen	Nichts davon	Weiß nicht / k.A.	
MIV	43%	10%	12%	15%	16%	4%	59%
ÖPNV	22%	7%	19%	36%	10%	5%	11%
Fahrrad (o.Ä.)	27%	14%	16%	25%	17%	1%	14%
Zu Fuß	27%	6%	13%	21%	28%	6%	12%
Sonstiges	27%	16%	13%	16%	23%	5%	3%
Selten unterwegs	17%	10%	0%	7%	55%	10%	1%
Gesamt	36%	10%	13%	19%	18%	4%	

Jeweils etwas mehr als die Hälfte der Antwortenden benennt Angebote, die automatisierte Formen ihrer heutigen Hauptnutzung sind, während jeweils rund ein Drittel zu anderen Nutzungsformen tendiert. Unter den RadfahrerInnen und FußgängerInnen ist der Anteil derjenigen, die keine AF-Option für geeignet halten, am höchsten. Jeweils ein Viertel tendiert dort zu den automatisierten Formen bekannter Verkehrsangebote.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass in der hier zu Grunde liegenden Stichprobe der Anteil derjenigen, die sich grundsätzlich vorstellen könnten, autonome Fahrzeuge bzw. Mobilitätsdienstleistungen zu nutzen, gegenüber früheren Umfragewerten deutlich gestiegen ist. Wegen zahlreicher methodischer Unterschiede ist es aus unserer Sicht nicht zulässig, hier Zeitreihen aus Ergebnissen unterschiedlicher Befragungen aufzubauen und so statistische Vergleichbarkeit zu suggerieren. Man kann aber anführen, dass in den vergangenen Repräsentativbefragungen (acatech und Körber-Stiftung 2018; European Commission 2020) für Deutschland die Zahl derjenigen, die dem AF gegenüber skeptisch blieben, eher bei 50 % lag.

4.2. Ergebnisse der qualitativen Erhebung

Im Frühsommer 2021 wurde im Karlsruher Ortsteil Weiherfeld-Dammerstock eine Interviewstudie mit BürgerInnen durchgeführt. Im gleichen Stadtteil verkehrten seit dem Frühjahr 2021 drei autonom fahrende Shuttlebusse im Rahmen des Forschungsprojektes EVA-Shuttle (www.eva-shuttle.de). Die elektrisch betriebenen Minibusse des Herstellers Easymile konnten per App gebucht werden und bedienten einen bestimmten Bereich des Stadtteils.

Die InterviewpartnerInnen wurden nach soziodemografischen Kriterien auf Basis einer Melderegisterauskunft in einem Zufallsverfahren ausgewählt. Für das Auswahlverfahren spielte es keine Rolle; ob sie die EVA-Shuttles bereits genutzt hatten oder nicht. Von Juni bis August 2021 wurden mit 30 Personen in Weiherfeld-Dammerstock je zwei leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Das Sample setzte sich dabei wie folgt zusammen:

Tabelle 3: Überblick über die Befragten

Haushaltskontext	Anzahl
Junge Erwachsene (nach 1981 geboren) ohne Kinder	10
Eltern, die mit Kindern bis einschließlich 10 Jahre in einem Haushalt leben	10
Ältere Erwachsene (zwischen 1946 und 1966 geboren)	10

Zwischen den beiden Interviews lag mindestens eine Woche Abstand, damit die Befragten über diesen Zeitraum ihre Wege in einem Mobilitätstagebuch aufzeichnen konnten. Die Interviews wurden aufgenommen und transkribiert. Das angewendete Untersuchungsdesign stützt sich auf eine in Puhe et al. (2020) und Puhe et al. (2021) entwickelte sowie u.a. auch in Schippl et al. (2021) angewendete und beschriebene Methode, auf die hier aus Platzgründen nicht weiter eingegangen werden kann. Es sei nur darauf hingewiesen, dass die Methode ihren Ausgangspunkt in der Alltagsgestaltung und sozialen Einbettung der Menschen nimmt, um von hier aus Stabilität und Veränderbarkeit von Mobilitätsmustern zu verstehen (Axhausen 2008; Urry 2012). Davon ausgehend wurde in Weiherfeld-Dammerstock untersucht,

welche automatisierten Angebote für wen und aus welchem Grund interessant sein könnten.

In diesem Beitrag wollen wir einige Ergebnisse aus der Untersuchung präsentieren, die sich auf drei unterschiedliche Akzeptanzobjekte beziehen, wie sie bereits in Kapitel 3, bzw. Abb. 1 eingeführt wurden. Da eine ausführliche Darstellung den Rahmen dieses Beitrags übertrifft, wollen wir uns im Verlauf des Papiers auf ausgewählte Aspekte fokussieren, um diese Unterteilung zu verdeutlichen:

Tabelle 4: Bei der Ergebnisdarstellung fokussierte Aspekte

Adressiertes Akzeptanzobjekt	Fokussierte Aspekte
Das Fahrzeug selbst	Bereitschaft Kontrolle abzugeben
Erwartungen an Mobilitätsdienstleistungen als Teil des täglichen Lebens	Vorstellungen von individueller/ kollektiver Nutzung
Grundlegende Vorstellungen über eine lebenswerte Umwelt und ein "gutes Leben"	Erwartete Chancen und Risiken von AF

Im Text verwendete Kürzel hinter den Zitaten stellen Informationen zum Haushaltskontext und zum Geschlecht zur Verfügung. Der erste Buchstabe deutet auf die Gruppe hin. E=Eltern; J=Junge Erwachsene; Ä=Ältere. Der zweite Buchstabe zeigt das Geschlecht an: f=weiblich; m=männlich. Die verwendete Zahl an dritter Stelle zeigt, welche Interviewnummer der Person zugeteilt wurde.

4.2.1 Bereitschaft Kontrolle abzugeben

In allen Gruppen waren mehrere der Befragten überzeugt, dass AF deutlich sicherer sind als menschliche FahrerInnen. Die klare Mehrheit der Befragten kann sich zumindest in bestimmten Situationen vorstellen, einem vollautomatisierten Fahrzeug zu vertrauen. In allen Gruppen begründen dies viele Personen damit, dass eine Technologie, die in Deutschland für den Straßenverkehr zugelassen wird, mehr als ausreichend auf ihre Sicherheit überprüft wurde. Besonders bei den Eltern und, etwas weniger klar ausgeprägt bei den jungen Erwachsenen, überwog das Vertrauen in die zulassenden Institutionen.

„Also ich glaube, wenn das wirklich zur Serienreife kommt, dann würde ich dem Ding absolut vertrauen, dass es mich sicher von A nach B bringt auch ohne Fahrer.“(E_f_9)

Fast alle Eltern hätten hinsichtlich der Sicherheit keinerlei Bedenken ihre Kinder alleine in einem autonomen Shuttle mitfahren zu lassen. Etwas mehr Skepsis fand sich bei den jungen Erwachsenen. Meh-

rere Befragte sahen durchaus Vorteile einer Vollautomatisierung und würden sie in bestimmten Situationen durchaus nutzen, beispielsweise auf langen Autofahrten oder bei Müdigkeit. Gleichzeitig überwog der Wunsch nach einer Teilautomatisierung, bei der / die FahrerIn eingreifen kann, bzw. die Automatisierung in komplexen Situationen ausgeschaltet werden kann. Das mag auch damit zusammenhängen, dass die klare Mehrheit der jungen Erwachsenen deutlich machte, dass sie grundsätzlich Spaß am Autofahren haben, auch wenn das nur für bestimmte Situationen gilt.

„Manchmal bin ich auch einfach müde und da wäre es schön, ja einfach mal abzuschalten, gerade bei so einer längeren Autobahnfahrt, da mal einfach ein bisschen “die Füße hochlegen”, wäre mal ganz nett. Aber an sich macht mir Fahren schon auch Spaß.“(J_m_9)

In der Gruppe der Älteren äußerten mehrere Befragte ebenfalls volles Vertrauen in die zulassenden Institutionen. Andere dagegen fürchteten den Kontrollverlust, den sie durch eine zunehmende Automatisierung erleben würden, insbesondere in Bezug auf die Routenwahl. Einige der Befragten kamen erst nach einigen Überlegungen zu dem Schluss, dass die Technik Vorteile bringen könnte, wie z.B. Door-to-Door Services. Eine Teilnehmerin drückte es so aus, dass sie angesichts der Vorteile von AF „die bittere Pille Automatisierung“ (E_f_5) schlucken würde. Die Mehrheit der Älteren äußerte sich etwas skeptischer und konnte sich eher eine Teilautomatisierung vorstellen; viele betonten aber durchaus wohlwollend, dass jüngere Generationen wohl weniger Bedenken hätten. Auch zur vollautomatisierten Nutzung eines ÖV-Angebotes, wie es die EVA-Shuttles darstellen, gab es gerade bei der Gruppe der Älteren auch skeptische Stimmen:

„Es müsste immer jemand da sein, der in Notsituationen eingreifen kann, der den Notschalter ziehen kann oder auslegen, auslösen kann und so weiter. Weil, auf Dauer wird das nicht gutgehen.“(Ä_m_9)

4.2.2 Vorstellungen von individueller/ kollektiver Nutzung

Auf die Frage, ob sich die Befragten eher eine individuelle oder eine kollektive Nutzung von AF vorstellen können, zeigte sich bei den jungen Erwachsenen ein heterogenes Bild. Zwei Befragte möchten sich ein Fahrzeug lieber nicht mit anderen, fremden Menschen teilen. Mehrere deuten eine Präferenz für eine individuelle Nutzung an, schließen eine kollektive Nutzung aber nicht aus. Nur wenige haben eine klare Präferenz für kollektive Nutzungsangebote und betonen, dass sie individuelle Mobilität generell als nicht

sinnvoll erachten. Noch mehr als die jungen Erwachsenen können sich die Eltern kollektive Nutzungsangebote als sinnvolle Mobilitätsoption vorstellen.

"Also nein, ich wäre mit allem zufrieden. Ich finde es natürlich immer besser, wenn man das teilen kann. Also wenn da mehrere mitfahren können, dass es nicht ganz so exklusiv ist." (E_m_3)

Auch viele Ältere sind einer kollektiven Nutzung gegenüber aufgeschlossen. Es wird argumentiert, nur so ließe sich das Verkehrssystem entlasten und stressfreier gestalten. Interessanterweise sehen viele der Älteren in ihrem Alltag allerdings keinen Bedarf für ein Angebot wie die EVA-Shuttles. Viele gehen aber davon aus, dass (noch) ältere Menschen von einem solchen Service profitieren würden.

"Jetzt macht es natürlich für mich in Weiherfeld überhaupt keinen Sinn, weil ich/ also, ja. Ich fahre ja Fahrrad oder zu Fuss. Ich denke mal, für so ältere Leute wäre es schon irgendwie super" (Ä_f_5)

Nur wenige möchten definitiv am eigenen Pkw-Besitz festhalten und lehnen andere AF Angebote sehr grundsätzlich ab, wie z.B. die Shuttles oder auch Car-Sharing. Sie machen deutlich, dass sie ihre Mobilitätsbedürfnisse am besten mit dem eigenen Pkw gedeckt sehen.

"Solange, wie ich noch körperlich und geistig fit bin, will ich unabhängig sein und entscheiden, wie, wann und wann. Ich kann jetzt von der Minute sagen: So, Feierabend, ich gehe ins Auto und fahre weg. Bei Car-sharing kann ich das nicht." (Ä_m_9)

Über alle Gruppen hinweg scheint es aber für die Mehrheit nicht der ausschlaggebende Punkt zu sein, ob ein automatisiertes Angebot kollektiv oder individuell genutzt wird. Serviceaspekte, wie die Flexibilität des Linienverlaufes und der Abfahrtszeiten, die Größe des Einsatzgebietes, die Verlässlichkeit oder auch die Geschwindigkeit sind oft mindestens ebenso wichtige Bewertungskriterien eines automatisierten Mobilitätsangebotes wie die Nutzungsform. Es ist aber keinesfalls so, dass die Befragten hier einer Meinung sind. So betonen z.B. viele die Vorteile einer flexibleren Linienführung, andere, vor allem in der Gruppe der Älteren, würden hingegen eine festgelegte Linienführung bevorzugen.

4.2.3 Erwartete Chancen und Risiken von AF

In allen Gruppen sah eine Mehrheit der Befragten in AF eine Chance zur Verbesserung des Mobilitätssystems, weil existierende Angebote verbessert und neue Angebote geschaffen werden könnten. Viele erwarteten sich bessere Möglichkeiten um ältere Menschen bzw. Menschen mit Handicap am Mobilitätsgeschehen teilhaben zu lassen. Einige Befragte erhoffen

sich zudem einen reibungslosen und geordneten Verkehrsfluss. Besonders einige der Älteren hoffen, dass städtisches Leben insgesamt ruhiger und stressfreier werden könnte. Besonders junge Erwachsene, aber auch einige Befragte aus anderen Gruppen, betonten, dass AF eine Entlastung für NutzerInnen bieten könnte, indem es möglich würde, während der Fahrt etwas anderes zu machen. In allen Gruppen, aber besonders bei der Gruppe der Eltern gab es die Erwartung, dass AF attraktive Alternativen zum privaten Pkw bieten können, und damit den Autoverkehr reduzieren und insgesamt das Verkehrsgeschehen in Städten beruhigen könne:

"Ja, also was ich mir vorstellen könnte, dass es auf jeden Fall, dass es viele Leute dazu bewegt, eben auch kein eigenes Auto mehr zu haben. Und ich glaube, das sehe ich als Riesenvorteil für, eben für die Umwelt und eben, es ist ja auch Quatsch irgendwie, dass jeder Haushalt ein oder, die meisten oft ja auch mehrere Autos hat." (E_m_10)

"Ich gehe jetzt mal nochmal in meine Utopie. Wenn ich mir vorstelle, dass keine privaten Fahrzeuge mehr wären, also in einem Autoland wie Deutschland ist es natürlich schwierig, ja, weil wir müssen auch gucken, wie wir unsere Brötchen verdienen, aber wenn jetzt keine privaten Fahrzeuge mehr wären, wie viel Raum wird frei." (Ä_m_3)

Weiter wurde von mehreren Befragten das Argument angeführt, dass es aus umwelt- und haushaltspolitischen Gründen keinen Sinn mache, in einem Stadtteil wie Weiherfeld-Dammerstock einen großen Linienbus fahren zu lassen, der dann die meiste Zeit so gut wie leer ist. Da wäre es besser, flexible, kleinere Fahrzeuge einzusetzen, die sich an den tatsächlichen Bedarf anpassen können.

Im Hinblick auf gesellschaftliche Risiken durch AF gaben besonderes einige aus der Gruppe der Älteren Bedenken, dass AF zu mehr Verkehr führen könnte, sollte es bequemer werden mobil zu sein. Zudem wurde befürchtet, dass mit AF der Individualverkehr attraktiver und die Bedeutung des eigenen Autos als Statussymbol gestärkt wird.

Im Hinblick auf Risiken gab es in allen Gruppen Befragte, die den möglichen Verlust von Arbeitsplätzen befürchten, besonders häufig nannten diesen Aspekt die jungen Erwachsenen. Mögliche Verluste von Arbeitsplätzen kommen auch bei den Eltern zur Sprache, wobei in dieser Gruppe mehrfach angeführt wird, dass AF helfen könnte, dem Arbeitskräftemangel im Bereich der Bus- und BahnfahrerInnen entgegen zu wirken. Damit könnte außerdem der ÖV zuverlässiger werden. Die Kosten des AF wurden bei den jungen Erwachsenen mehrfach angeführt. Dabei wurde

befürchtet, dass sich nicht alle automatisierte Mobilität leisten können, was zu sozialer Ausgrenzung führen könnte. Vereinzelt fiel auch das Argument, dass ein autonomes Verkehrsangebot durch die hohen Anschaffungskosten eine Belastung für die öffentlichen Haushaltskassen darstelle.

Einige Befragte sahen das Risiko, dass chaotische Zustände eintreten könnten, wenn das Mobilitätssystem auf autonomen und vernetzten Fahrzeugen basiert, welches plötzlich nicht mehr läuft, wenn „mit einem Klick alles lahmgelegt werden kann“ (J_f_5). Manche deuten an, dass sie sich einfach nicht wohl fühlen würden, wenn das Verkehrssystem von Automatisierung und Robotern überprägt würde und „Menschlichkeit“ und Kommunikation verloren ginge:

"Ich würde mich, glaube ich, unwohl fühlen, wenn lauter kleine Roboter auf der Straße unterwegs wären. Also, dass die Menschlichkeit verloren geht" (E_f_4)

5. Abschließende Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir gezeigt, dass soziale Akzeptanz ein oft unterdefinierter Begriff ist, der sehr unterschiedliche Aspekte adressieren kann, die für die zukünftige Entwicklung von AF, und damit des Mobilitätssystems insgesamt, eine zentrale Rolle spielen. In welcher Form sich AF etabliert und genutzt wird, ist von entscheidender Bedeutung dafür, ob die neue Technologie tatsächlich ein nachhaltigeres Mobilitätssystem ermöglichen kann, in dem attraktive Angebote dazu führen, dass das Nutzungsinteresse am privaten Pkw zurückgeht. Wir haben gezeigt, dass Akzeptanzfragen hier auf ganz unterschiedlichen Ebenen relevant werden können. Es ist deshalb hilfreich, genauer zu beschreiben, was unter sozialer Akzeptanz zu verstehen ist. Darum schlagen wir vor, zwischen verschiedenen Akzeptanzsubjekten, Akzeptanzobjekten und Arten der Relation zwischen diesen zu unterscheiden. Mobilität ist ein komplexes soziotechnisches System, dessen Entwicklungsdynamiken durch Wechselwirkungen zwischen sehr unterschiedlichen Faktoren bestimmt werden. Demensprechend vielseitig können auch Akzeptanzsubjekte, -objekte und entsprechende Relationen gelagert sein.

Für die Interviewstudie haben wir Ergebnisse in Bezug zu drei ausgewählten Akzeptanzobjekten zusammengefasst. Dabei wird deutlich, dass unter den Befragten ein großes Vertrauen in die Technik selbst, bzw. in die zulassenden Institutionen in Deutschland besteht. Die meisten Befragten können sich grundsätzlich vorstellen, zumindest in bestimmten Situationen einer Automatisierung zu vertrauen, die selbstständig alle Fahraufgaben übernimmt. Weiter haben

wir skizziert, inwiefern die Ausgestaltung des Angebotes als kollektives oder individuell nutzbares Fahrzeug entscheidend ist für dessen Attraktivität. Dabei hat sich gezeigt, dass dies nur einer unter mehreren Faktoren ist und oft auch nicht der wichtigste. Besonders die zeitliche Flexibilität, das Einsatzgebiet und die Zugänglichkeit des Angebotes spielen eine entscheidende Rolle für Bewertungsaussagen. Nur wenige Befragte lehnen eine kollektive Nutzung generell ab.

Insgesamt stehen die meisten Befragten der Einführung von AF recht positiv gegenüber. Sie sehen klare Vorteile für Mobilität und Gesellschaft. Besonders bei den Eltern, aber auch in den anderen Gruppen, wird vielfach die Erwartung geäußert, dass AF-Angebote so attraktiv sind, dass die Pkw Nutzung zurückgeht, was wiederum als Gewinn für das Leben im städtischen Umfeld betrachtet wird. Einige Bedenken wurden aber auch dahingehend geäußert, dass eine von Automatisierung und Robotern dominierte Welt nicht wünschenswert sei, weil die „Menschlichkeit“ verloren ginge. Weiter gab es Stimmen, die AF aus volkswirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll und/oder aus verkehrlichen Gründen nicht notwendig betrachten. Die große Mehrheit sah AF-Angebote wie die Shuttles vor allem als einen Gewinn für mobilitätseingeschränkte Menschen. Einige der interviewten Älteren sahen für sich selbst (noch) keinen Bedarf. Besonders bei den jungen Erwachsenen wurden Automatisierungen zwar grundsätzlich begrüßt, aber für die persönliche Mobilität eher als „nice-to-have“ angesehen und weniger als Option, das eigene Mobilitätsverhalten zu verändern.

Die Ergebnisse der quantitativen Befragung zeigen am Beispiel eines Items, dass die Fassung des Akzeptanzobjekts ergebnisrelevante Auswirkungen hat. In das subjektive Wohlbefinden bei der Nutzung autonomer Fahrzeuge fließen nicht nur Wahrnehmungen der Technik selbst ein, sondern auch die konkrete Ausgestaltung einer Mobilitätsdienstleistung unter Nutzung dieser Technik hat bei den Befragten messbaren Einfluss auf das erwartete Wohlbefinden. Zudem zeigen sich dabei deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter und typischer Verkehrsmittelnutzung. Hier sollten zukünftige Forschungsvorhaben ansetzen und versuchen, besser zu verstehen, wo die entscheidenden Unterschiede im System und Angebotsdesign liegen, inwiefern diese mit verschiedenen Anwendungskontexten und auch Nutzergruppen variieren und welche Rolle hier einerseits Automatisierungseffekte und andererseits auch sehr grundlegende normative Positionen spielen. Sicherlich wäre es sinnvoll, hier die Gruppe der Älteren mit Mobilitätseinschränkungen etwas genauer in den Blick zu nehmen. Diese wurde in der Interviewstudie

ja als hauptsächliche Zielgruppe eines Shuttle-Angebots gesehen, in der quantitativen Untersuchung ließ sie das niedrigste subjektive Wohlbefinden bei der Nutzung von AF-Anwendungen erkennen.

Literatur

acatech; Körber-Stiftung (Hg.) (2018): TechnikRadar 2018. Was die Deutschen über Technik denken. Online verfügbar unter <https://www.acatech.de/publikation/technikradar-2018-was-die-deutschen-ueber-technik-denken/>.

ACE (2015): Automatisiertes Fahren kein Garant für Unfallverhütung. Stuttgart. Online verfügbar unter https://www.ace.de/fileadmin/user_uploads/Der_Club/Dokumente/Verkehrspolitik/Verkehrsgeschichtstag/2015/JS-PM_AK_II_Automatisiertes_Fahren_redigiert_n.pdf.

Axhausen, Kay W. (2008): Social Networks, Mobility Biographies, and Travel: Survey Challenges. In: *Environ Plann B Plann Des* 35 (6), S. 981–996. DOI: 10.1068/b3316t.

Becker, Felix; Axhausen, Kay W. (2017): Literature review on surveys investigating the acceptance of automated vehicles. In: *Transportation* 44 (6), S. 1293–1306. DOI: 10.1007/s11116-017-9808-9.

Becker, Sophia; Renn, Ortwin (2019): Akzeptanzbedingungen politischer Maßnahmen für die Verkehrswende: Das Fallbeispiel Berliner Mobilitätsgesetz. In: Cornelia Fraune, Michele Knodt, Sebastian Gölz und Katharina Langer (Hg.): *Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Energietransformation), S. 109–130.

BMVI (2017): Bericht zum Stand der Umsetzung der Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren. Online verfügbar unter https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommision.pdf?__blob=publicationFile.

Canzler, Weert; Knie, Andreas; Ruhrort, Lisa (2019): *Autonome Flotten. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen*. München: Oekom Verlag. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6389389>.

Die Bundesregierung (2019): Aktionsplan Forschung für autonomes Fahren. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/24688_Aktionsplan_Forschung_fuer_autonomes_Fahren.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

European Commission (Hg.) (2020): *Special Eurobarometer 496 - Expectations and Concerns of Connected and Automated Driving*. Directorate-General for Communication.

Fleischer, Torsten; Schippl, Jens (2018): Automatisiertes Fahren. In: *TATuP* 27 (2), S. 11–15. DOI: 10.14512/tatup.27.2.11.

Fleischer, Torsten; Schippl, Jens; Givoni, Moshe (2018): Interview with Prof. Moshe Givoni. In: *TATuP* 27 (2), S. 68–71. DOI: 10.14512/tatup.27.2.68.

Fleischer, Torsten; Schippl, Jens; Yamasaki, Yukari; Taniguchi, Ayako (2021): *Social Acceptance of Automated Driving: Some Insights from Comparative Research in Japan and Germany*.

Fraedrich, Eva; Heinrichs, Dirk; Cyganski, Rita; Bahamonde-Birke, Francisco (2017): *Self-driving cars and city planning: expectations and policy implications*. German Aerospace Center (DLR). Berlin. Online verfügbar unter https://elib.dlr.de/115077/1/Fraedrich%20et%20al_Self-driving%20cars%20and%20city%20planning_ETC%202017.pdf.

Geels, Frank W. (Hg.) (2012): *Automobility in transition? A socio-technical analysis of sustainable transport*. New York: Routledge (Routledge studies in sustainability transitions, 2). Online verfügbar unter <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1208/2011030241-b.html>.

Gkartzonikas, Christos; Gkritza, Konstantina (2019): What have we learned? A review of stated preference and choice studies on autonomous vehicles. In: *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 98, S. 323–337. DOI: 10.1016/j.trc.2018.12.003.

Grunwald, Armin (2005): Zur Rolle von Akzeptanz und Akzeptabilität von Technik bei der Bewältigung von Technikkonflikten. In: *TATuP* 14 (3), S. 54–60. DOI: 10.14512/tatup.14.3.54.

Grunwald, Armin (2019): Das Akzeptanzproblem als Folge nicht adäquater Systemgrenzen in der technischen Entwicklung und Planung. In: Cornelia Fraune, Michele Knodt, Sebastian Gölz und Katharina Langer (Hg.): *Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Energietransformation), S. 29–43.

Legêne, Martijn F.; Auping, Willem L.; Correia, Gonçalo Homem de Almeida; van Arem, Bart (2020): Spatial impact of automated driving in urban areas. In: *Journal of Simulation* 14 (4), S. 295–303. DOI: 10.1080/17477778.2020.1806747.

Lenz, Barbara; Fraedrich, Eva (2015): Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. In: Markus Maurer, J. Christian Gerdes, Barbara Lenz und Hermann Winner (Hg.): *Autonomes Fahren*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 639–660.

Lucke, Doris (1995): *Akzeptanz*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Maurer, Markus; Gerdes, J. Christian; Lenz, Barbara; Winner, Hermann (Hg.) (2015): *Autonomes Fahren*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Meyer, Ulrich (2016): *Innovationspfade. Evolution und Institutionalisierung Komplexer Technologie*. Wiesbaden: Vieweg (Organisation und Gesellschaft - Forschung Ser). Online verfügbar unter <https://e-bookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4409679>.

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. In: *Technological Forecasting and Social Change* 161, S. 120319. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120319.

Puhe, Maike; Briem, Lars; Vortisch, Peter (2020): Understanding social processes of shopping destination choice - An approach to model stability and variability. In: *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 7, S. 100183. DOI: 10.1016/j.trip.2020.100183.

Puhe, Maike; Schippl, Jens; Fleischer, Torsten; Vortisch, Peter (2021): Social Network Approach to Analyze Stability and Variability of Travel Decisions. In: *Transportation Research Record* 2675 (9), S. 398–407. DOI: 10.1177/03611981211002200.

Reichenbach, Max; Fleischer, Torsten (2022): Zwischen Ambition und Umsetzung: Institutionalierungsprozesse als Kernherausforderung der Mobilitätswende? In: D. Sack, H. Straßheim, K. Zimmermann (Hrsg.), *Renaissance der Verkehrspolitik. Politik- und mobilitätswissenschaftliche Perspektiven*. Springer VS.

Rip, Arie; Kemp, René (1998): Technological change. In: *Human choice and climate change*, S. 327–399. Online verfügbar unter <https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/250328400/Rip1998technological.pdf>.

Rogers, Everett M. (2003): *Diffusion of Innovations*. 5th ed. Riverside: Free Press. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=4935198>.

Schippl, Jens; Burghard, Uta; Czech, Andreas (Hg.) (2021): Soziale Akzeptanz von neuen Mobilitätsangeboten und städtebaulichen Veränderungen. Ergebnisse einer Interviewstudie, in: *Städtebauliche und sozioökonomische Implikationen neuer Mobilitätsformen*. Beiträge aus: *Profilregion Mobilitätssysteme Karlsruhe* (Schippl, Jens; Burghard, Uta; Baumgartner, Nora; Engel, Barbara; Kagerbauer, Martin; Szimba, Eckhard). Karlsruhe: KIT Scientific Publishing. Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2022012002391930807071>.

Schippl, Jens; Truffer, Bernhard (2020): Directionality of transitions in space: Diverging trajectories of electric mobility and autonomous driving in urban and rural settlement structures. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 37, S. 345–360. DOI: 10.1016/j.eist.2020.10.007.

Scott, W. Richard (2014): *Institutions and organizations. Ideas, interests and identities*. Fourth edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC: Sage.

Sheller, Mimi; Urry, John (2016): Mobilizing the new mobilities paradigm. In: *Applied Mobilities* 1 (1), S. 10–25. DOI: 10.1080/23800127.2016.1151216.

Skinner, Rachel; Bidwell, Nigel (2016): Making better places: Autonomous vehicles and future opportunities. Hg. v. WSP | Parsons Brinckerhoff und Farrells. Online verfügbar unter <https://www.wsp.com/en-GB/insights/autonomous-vehicles>.

Stilgoe, Jack; Cohen, Tom (2021): Rejecting acceptance: learning from public dialogue on self-driving vehicles. In: *Science and Public Policy* 48 (6), S. 849–859. DOI: 10.1093/scipol/scab060.

Thomopoulos, Nikolas; Givoni, Moshe (2015): The autonomous car—a blessing or a curse for the future of low carbon mobility? An exploration of likely vs. desirable outcomes. In: *Eur J Futures Res* 3 (1). DOI: 10.1007/s40309-015-0071-z.

Truffer, Bernhard; Schippl, Jens; Fleischer, Torsten (2017): Decentering technology in technology assessment: prospects for socio-technical transitions in electric mobility in Germany. In: *Technological Forecasting and Social Change* 122, S. 34–48. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.04.020.

UITP (2017): *Autonomous vehicles: A Potential game changer for urban mobility*. Policy Brief publication. Brussels. Online verfügbar unter https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Policy-Brief-Autonomous-Vehicles_2.4_LQ.pdf.

Urry, John (2012): Social networks, mobile lives and social inequalities. In: Journal of Transport Geography 21, S. 24–30. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.10.003.

AutorInnenangaben

Torsten Fleischer; Maïke Puhe; Jens Schippl

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlstr. 11, 76133 Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: jens.schippl@kit.edu

Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Nutzbarkeit von autonom fahrenden Straßenfahrzeugen im ÖPNV

Liss Böckler, Raven Musialik

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge gelten als Schlüsseltechnologie der Zukunft, um das Mobilitätssystem für mehr Menschen nutzbar zu machen. In der Stadt Soest wurde ein automatisierter Kleinbus in den ÖPNV integriert, die Barrierefreiheit untersucht und technische Hilfsmittel weiterentwickelt. Dazu wurden mit rund 100 sinnes- und mobilitätseingeschränkten Personen Testfahrten und Befragungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden als Handlungsempfehlungen zur barrierefreien Weiterentwicklung des Gesamtsystems festgehalten.

Schlagwörter / Keywords:

Autonomes Fahren, Barrierefreiheit, ÖPNV, Mobilität, Ride4All, Soest

Autonomes Fahren, ÖPNV und Barrierefreiheit

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge sollen zukünftig dazu beitragen, das Mobilitätsangebot zu erweitern und gleichzeitig den Verkehr effizienter, emissionsärmer und sicherer zu gestalten. Eine wesentliche Rolle zur Lösung der aktuellen Verkehrsprobleme (Stau, Emissionen, Parkflächen in den Städten etc.) kommt dabei dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu. Mithilfe der neuen Technologie sollen beispielsweise kleinere Fahrzeuggrößen das Angebot der stärker gebündelten Linien in Zukunft ergänzen, Gebiete und Zeiten mit geringerer Nachfrage erschließen und mehr Flexibilität unabhängig vom motorisierten Individualverkehr (MIV) ermöglichen (vgl. BMVI 2015, VDV 2015). Mit diesen Konzepten ist auch die Erwartung verbunden, bessere und inklusiv nutzbare Mobilitätsangebote zu schaffen. Dazu muss das Gesamtsystem den unterschiedlichen Anforderungen sinnes- und mobilitätseingeschränkter Menschen entsprechend mit möglichst wenigen Barrieren gestaltet sein, die der eigenständigen Nutzung entgegenstehen würden.

In Deutschland leben 7,9 Millionen Menschen mit Schwerbehinderung, was rund 9,5 Prozent der Bevölkerung ausmacht (Destatis 2020). Obwohl diese Gruppe einen signifikanten Anteil der Bevölkerung in Deutschland darstellt, werden ihre Belange häufig nicht ausreichend berücksichtigt und die soziale Teilhabe eingeschränkt. Menschen mit langfristigen

körperlichen, seelischen, geistigen oder Sinnesbeeinträchtigungen finden in vielen Alltagssituationen Hindernisse vor, so auch in der Mobilität. Diese bestehen beispielsweise bei der Wahrnehmbarkeit wichtiger Fahrgastinformationen, beim Auffinden der passenden Buslinie oder bei Betriebsstörungen. Im öffentlichen Sektor schreiben das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und entsprechende Landesgesetze Barrierefreiheit vor. In der gewerblichen Personenbeförderung ist u. a. das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) einschlägig, welches das Ziel einer vollständigen Barrierefreiheit im öffentlichen Nahverkehr vorgibt. Die öffentliche Infrastruktur, das ÖPNV-Angebot, Informationszugänge, die Ausstattung von Fahrzeugen und mobilitätsbezogene Smartphone-Anwendungen etc. sind trotz umfangreicher Maßnahmen oftmals jedoch nicht ausreichend auf die Bedürfnisse der betroffenen Personengruppe ausgerichtet.

Wie für konventionelle Mobilitätsangebote muss auch für solche mit Einsatz automatisiert fahrender Fahrzeuge der Grundsatz der Barrierefreiheit gelten. Durch den Wegfall des Fahrpersonals kann sich die Problemlage zukünftig verschärfen, da die Fahrgäste nicht immer direkt auf menschliche Hilfestellung zurückgreifen können. Hinzu kommt die Herausforderung, dass automatisierte Kleinbusse in Zukunft voraussichtlich häufig in flexiblen, bedarfsgesteuerten Bedienformen eingesetzt werden. Dazu muss

die Barrierefreiheit bei der baulichen Infrastruktur an Ein-/Ausstiegsorten, der Fahrzeugausstattung, der Fahrgastinformation, den Buchungsplattformen, bei technischen Hilfsmitteln etc. anspruchsgerecht gestaltet werden. Mit dem autonomen Fahren können außerdem Bedenken oder Ängste verknüpft sein, da es sich um eine neue Technologie und neuartige Fahrzeuge handelt, mit denen die Menschen aufgrund mangelnder eigener Erfahrungen noch nicht vertraut sind. Die Chance liegt jedoch darin, dass sich die Flexibilität und Verfügbarkeit des ÖPNV für alle erhöhen wird, wenn barrierefreie Nutzungsmöglichkeiten geschaffen werden. Davon profitieren auch andere Nutzungsgruppen wie Personen mit Kinderwagen, Reisende mit Gepäck, ältere Fahrgäste mit Rollatoren oder Menschen, die der Landessprache nicht (umfänglich) mächtig sind. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, bereits im aktuell noch frühen Entwicklungsstadium der neuen Technologie des autonomen Fahrens anzusetzen, um die Belange der Menschen mit Behinderungen im Sinne einer barrierefreien und inklusiven Ausgestaltung der Mobilität aufzunehmen und einzubringen (vgl. Azad et al. 2019; Deutscher Behindertenrat & Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer 2017; Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland 2021a, 2021b; Maetzel et al. 2021; Mantel & Diebold 2020).

„Ride4All“-Testbetrieb in der Stadt Soest

Im Verbundprojekt „Ride4All – Entwicklung eines integrierten und inklusiven Verkehrssystems für autonom fahrende Busse“¹ wurde u. a. untersucht, wie die barrierefreie Nutzung automatisierter Kleinbusse durch Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen zukünftig sichergestellt werden kann. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme des Fahrzeugs in Soest und der Integration in die Smartphone-App „mobil info“ wurden von Juli bis Oktober 2021 mit

¹ Das Projekt „Ride4All“ wurde am 31.12.2021 nach zweijähriger Laufzeit erfolgreich abgeschlossen. Die Verbundprojektleitung oblag dem Kreis Soest. Die Stadt Soest, die Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH (RLG), die GeoMobile GmbH, das LWL-Berufsbildungswerk Soest (LWL-BBW), das Fraunhofer Institut für Offene Kommunikationssysteme (FOKUS) und die eagle eye technologies GmbH komplettieren das Projektkonsortium. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) förderte das Projekt im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren“ mit einer Summe von 2,28 Mio. Euro. Mehr Informationen unter <https://ride4all.nrw/>.

ca. 100 Studienteilnehmenden mit Sinnes-, Mobilitätseinschränkung und/oder Fachexpertise Testfahrten durchgeführt und empirische Daten erhoben. Darauf aufbauend wurde ein Konzept zur Barrierefreiheit und sozialen Akzeptanz erarbeitet, welches sich an folgenden Forschungsfragen orientierte:

- Welche Herausforderungen entstehen bei der Nutzung des automatisierten Kleinbusses in Soest und unter welchen Voraussetzungen kann das Gesamtsystem zukünftig selbständig genutzt werden?
- Wie wird die Anwendbarkeit der Mobilitäts-App „mobil info“ in dem Zusammenhang beurteilt?
- Welche Bedenken bestehen bei der selbständigen Nutzung des Fahrzeugs und was müsste geschehen, um diese zu verringern?
- Welche Handlungsempfehlungen können zur Weiterentwicklung von Fahrzeugsystemen, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen und der Haltestelleninfrastruktur abgeleitet werden?

Es werden nachfolgend zunächst das eingesetzte Fahrzeugmodell, die Eckpunkte des Betriebskonzeptes, die Mobilitäts-App „mobil info“ sowie das Forschungsdesign vorgestellt. Im Anschluss werden die Ergebnisse sowie daraus abgeleitete Handlungsempfehlung präsentiert.

Fahrzeugmodell und Betriebskonzept

Für den Betrieb in Soest wurde ein automatisiert fahrender Kleinbus des aktuell marktführenden französischen Unternehmens EasyMile beschafft, auf den Namen „Sofia“ („SOest fährt inklusiv und autonom“) getauft und nach dem Zulassungsprozess von Juli bis Dezember 2021 auf einer Strecke zwischen dem Bahnhof und der Bildungseinrichtung des Projektbeteiligten LWL-Berufsbildungswerk Soest durch die Regionalverkehr Ruhr-Lippe GmbH betrieben.



Abbildung 1: Fahrzeugmodell EasyMile EZ10 Gen. 2 – „Sofia“-Kleinbus an der Haltestelle „LWL-Berufsbildungswerk“, Quelle: Interlink GmbH

Die 4,2 Kilometer lange Linie A1 umfasste sechs Haltestellen. Das Fahrtenangebot bestand von Montag bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr. Für die

Testfahrten im Rahmen der Erhebung wurde ein für den Fahrgastverkehr gesperrtes Zeitfenster am Mittwochvormittag genutzt und dabei ein verkürzter Umlauf mit ca. zwei Kilometern Länge gefahren. Es kam dabei ein Fahrzeug der zweiten Generation des Modells „EZ10“ zum Einsatz, ein mit einem System für das automatisierte Fahren ausgerüsteter Kleinbus mit Stehhöhe und sechs Sitzplätzen, von denen einer aufgrund des stets anwesenden Fahrpersonals belegt war. Aufgrund des im Projektzeitraum gültigen Rechtsrahmens musste das Fahrzeugsystem stets von einer fahrzeugführenden Person überwacht werden (auch bei den Testfahrten in der Studie). Aus Sicherheitsgründen hat diese die Pflicht, bei Systemgrenzen über eine manuelle Steuerungseinheit einzugreifen, wenngleich die einprogrammierte Trajektorie in Soest weitgehend ohne menschliche Interventionen automatisiert abgefahren werden konnte. Die Umgebung wird vom Fahrzeugsystem mit verschiedenen Sensoren, u. a. GPS-Empfänger, Radumlaufzähler und Laserscanner, kontinuierlich erfasst, wodurch Lokalisierung und Orientierung im Straßenverkehr möglich sind. Das System erkennt den Abstand von Hindernissen und kann entsprechend reagieren (vgl. EasyMile 2022). Noch werden nicht alle auftretenden Situationen von der Technik automatisiert bewältigt, z. B. ist ein Überholen von Hindernissen auf der Trajektorie mit Ausweichen auf die Gegenfahrspur aktuell noch nicht möglich. Die höchste Automatisierungsstufe des autonomen Fahrens ganz ohne fahrzeugführende Person entspricht demnach noch nicht dem aktuellen Stand der Technik.

Das Modell EZ10 Gen. 2 verfügt über eine Breite von 1,9 Metern, Länge von 4 Metern, Höhe von 2,8 Metern und Stehhöhe im Innenraum von 1,9 Metern (vgl. Centrum für Automatisierte Mobilität 2021: S. 12). Für den Betrieb in Soest genehmigt wurde die Höchstgeschwindigkeit von 15 km/h und bezüglich der Kapazität fünf Fahrgastsitzplätze, davon zwei entgegen der Fahrtrichtung (keine Stehplätze). An Haltestellen lässt sich das Fahrzeug automatisch auf ca. 300 Millimeter Einstiegshöhe gegenüber dem Fahrbahnniveau absenken. Hinsichtlich der barrierearmen Nutzung sind folgende Ausstattungsmerkmale hervorzuheben: elektrische Rampe, Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknoten, Braille-Schrift an den meisten Tastern, Fahrgastanzeige mit Anzeige des Fahrtverlaufs im Fahrzeuginnenraum.

Mobilitäts-App „mobil info“

Über die Integration eines automatisierten Kleinbusses hinaus, wurde bei „Ride4All“ im Hinblick auf die barrierefreie Nutzung ohne Fahrpersonal an Mensch-Maschine-Schnittstellen zwischen Fahr-

zeugnutzenden und dem EasyMile-Fahrzeugsystem gearbeitet.

Durch die Nachrüstung des EZ10-Fahrzeugs mit dem Modul „ivantoConnect“ des Projektpartners GeoMobile GmbH wurde es möglich, den Bus per Bluetooth in die Smartphone-Anwendungen „mobil info“ für Fahrgäste zu integrieren. Bei „mobil info“ handelt es sich um eine vielseitige, barrierefreie Mobilitätsapp im Kreis Soest sowie im Hochsauerlandkreis, welche durch blinde und seheingeschränkte Menschen genutzt werden kann. Folgende Funktionen sind u. a. enthalten: intermodale Verbindungsauskunft mit Echtzeit-Informationen, Ticketbuchung, „BusRadar“ (Empfang von Liniennummer und Fahrtziel einfahrender Busse, Auslösen eines Haltewunschs sowie eines akustischen Türfinde-Signals im Türbereich des gewünschten Buses per Bluetooth), Bedienung via Voice-Over/TalkBack und zusätzlicher Sprachausgabe, Fahrtbegleitung (Ansage der aktuellen Position/Haltestelle), Fußgängernavigation (Übermittlung der Laufrichtung per Vibration oder Geiger) (vgl. Kreis Soest 2020).

Methodik, Stichprobe und Durchführung

Für das Forschungsdesign der Erhebung zur Barrierefreiheit und Akzeptanz autonomer Kleinbusse wurden vier methodische Zugänge gewählt. Insgesamt wurden im Rahmen des Projekts 13 Workshops mit Teilnehmenden mit Einschränkungen körperlicher oder sensorischer Funktionen, geistiger Fähigkeiten oder der seelischen Gesundheit sowie ein weiterer mit Fachkundigen durchgeführt, die beruflich mit der Mobilität behinderter Menschen befasst sind. Neben einem teilstandardisierten Fragebogen kamen dabei leitfadensbasierte Gruppendiskussionen zum Einsatz sowie ein Beobachtungsprotokoll für die begleitete Testfahrt im automatisierten Kleinbus. Zur Evaluierung der im Projektrahmen weiterentwickelten digitalen Anwendung „mobil info“ wurden zudem Einzelinterviews durchgeführt, die ihren Fokus auf die Funktionalität der App legten.

Über den Fragebogen wurden Hintergründe und demographische Daten zu den Testpersonen abgefragt (u. a. allgemeines und ÖPNV-spezifisches Mobilitätsverhalten, Hindernisse in der ÖPNV-Nutzung, Technikaffinität). In der Gruppendiskussion konnte anhand eines Leitfadens die Testfahrt in Fokusgruppen ausgewertet und allgemeine Fragen zur Akzeptanz des automatisierten Fahrens diskutiert werden. Gegenüber der bis auf wenige Freitextfelder quantitativen Abfrage vorgegebener Items in dem Fragebogen war das Vorgehen für Testfahrt und Gruppendiskussion explorativ und hypothesenbildend

ausgerichtet. Die Teilnehmenden sind ExpertInnen für ihre jeweiligen Bedarfe. Ihren Eindrücken sollte daher nicht mit einer standardisierten Abfrage vorgegriffen werden. Daher erfüllte die Gruppendiskussion den Anspruch, einen offenen Rahmen zu bilden, in dem die Erfahrungen gemeinsam gesammelt werden konnten.

Ergänzend zur Gruppendiskussion wurden die Fahrten durch eine Person begleitet, die in einem Beobachtungsprotokoll Verhalten und Aussagen in der Testgruppe dokumentierte. Diese Methode ermöglicht Verzerrungen zu minimieren, die sich im Falle einer Ex-post-Befragung ergeben können: „Nicht nur die Interviewereinflüsse entfallen damit, sondern ebenso Fehler, die aufgrund von fehlerhaften Erinnerungsleistungen zustande kommen“ (Häder 2019: S. 324). Die in dem Protokoll notierten Eindrücke konnten nachfolgend über die Moderation in die Gruppendiskussion gegeben, dort überprüft und vertieft werden. Im Rahmen der Einzelinterviews wurden auf einer Testroute Thinking-Aloud-Tests durchgeführt. Diese Methode ermöglicht es, die Benutzungsfreundlichkeit einer Software zu prüfen. Dabei werden die Testpersonen gebeten, während einer Testanwendung „laut zu denken“. So lässt sich eruieren, wie gut sie sich in den Funktionen zurechtfinden. In Ergänzung wurde ein auf die Evaluierung der Smartphone-Anwendung fokussierter Fragebogen ausgefüllt. Die Ergebnisse dienen in diesem Falle der weiteren Entwicklung der Anwendung gemäß den Bedarfen der Zielgruppe.

Beschreibung der Stichprobe

Das vorrangige Erkenntnisinteresse des Projekts lag darin, dass Menschen mit verschiedenen Behinderungen ihre Erfahrungen und ihre Expertise für ihre spezifischen Bedarfe in die Untersuchung einbringen. Eine Repräsentativität in der Stichprobe herzustellen, stand daher methodisch nicht im Vordergrund und wurde hier nicht intendiert. Zudem ergibt sich der Fokus auf bestimmte Behinderungen in der Stichprobe im Rahmen der vorliegenden Studie aus der Fragestellung. Im Vordergrund standen Behinderungen, die eine besondere Herausforderung in der Mobilität bedeuten und damit spezifische Nutzungsgruppen darstellen. Außer den gehbehinderten Menschen betrifft dies vor allem Personen mit eingeschränkter Sehfähigkeit. Für sie zeigen sich in der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel besondere Hürden, für die im Rahmen der Studie Handlungsempfehlungen zu entwickeln waren. Dennoch wird im Folgenden eine Darstellung der Stichprobe im Abgleich mit allgemeinen Zahlen vom Statistischen Bundesamt über Menschen mit Behinderungen in Deutschland vorgenommen, um eine allgemeine Einordnung der Ergebnisse zu ermöglichen.

Insgesamt nahmen an der Studie 102 Testpersonen teil, 93 davon an den Workshops mit Gruppendiskussion. Mit weiteren neun Personen wurden Einzelinterviews zur Evaluation der App durchgeführt. Von den 93 Workshopteilnehmenden nahmen wiederum 77 primär als Menschen mit Behinderung teil, die übrigen 16 als Fachkundige. Von den 77 Teilnehmenden des Workshops und den neun Einzelinterviewten füllten 82 Personen die Fragebögen aus. Darunter waren 50 Männer (61 Prozent), 31 Frauen (38 Prozent) und eine Person gab ihr Geschlecht als divers an (ein Prozent). Bei den Workshops fiel die Differenz etwas geringer aus (59 Prozent männlich, 40 Prozent weiblich). Nach Zahlen des Statistischen Bundesamtes sind von den insgesamt 7,9 Mio. Menschen mit Behinderung bundesweit 50,4 Prozent Männer und 49,6 Prozent Frauen (Destatis 2021). Diese Abweichung in der Stichprobe von einer repräsentativen Verteilung lässt sich zum einen auf die entsprechenden Geschlechteranteile am LWL-BBW zurückführen, bei dem das Projekt verortet war. Zum anderen lässt sich aufgrund der Freiwilligkeit der Teilnahme vermuten, dass der technische Kontext des Themas aufgrund von weiterhin prägenden Rollenbildern männliche Teilnehmer eher angesprochen hat.

Ebenso erklärt sich die Altersverteilung vor dem Hintergrund, dass das Projekt an der Bildungseinrichtung LWL-BBW angesiedelt war. Insgesamt sind in Deutschland 78 Prozent der behinderten Menschen 55 Jahre und älter. Hingegen waren in der Stichprobe 59,8 Prozent zwischen 18 und 34 Jahren alt, gegenüber 5 Prozent bundesweit (ebd.) Weitere 14,6 Prozent der Stichprobe waren zwischen 35 und 50 Jahren alt, 23,1 Prozent 51 Jahre und älter.

Nach der Erhebung des Statistischen Bundesamtes sind lediglich 4,42 Prozent der Menschen mit Behinderung blind oder sehbehindert (Destatis 2021). Demgegenüber gaben in der Stichprobe 53,9 Prozent der Teilnehmenden dies als primäre Behinderung an. Die Abweichung geht neben dem geschilderten Fokus aufgrund der mit der Behinderungsart verbundenen Mobilitätseinschränkungen auf die Anteile unter den SchülerInnen des LWL-BBW zurück. Die Einrichtung hat ihren Schwerpunkt bei sehbehinderten und blinden Menschen. Einschränkungen emotionaler, kognitiver und sozialer Fähigkeiten zusammengefasst machten in der Untersuchung 23,6 Prozent im Vergleich zu 21,3 Prozent bundesweit aus. Weitere 15,7 Prozent der Stichprobe sind gehbehindert, wobei mit sieben der 14 Personen die Hälfte auf einen Rollstuhl angewiesen ist. Allgemein sind hingegen rund 22,5 Prozent der behinderten Menschen in Deutschland körperlich in ihrer Mobilität eingeschränkt. Taube und

schwerhörige Menschen machten in der Stichprobe 3,4 Prozent, in den Zahlen des Statistischen Bundesamts 3,9 Prozent der Betroffenen aus (ebd.).

Kernergebnisse der Erhebungen

Über das dargestellte Forschungsdesign konnten Ergebnisse zum generellen Mobilitätsverhalten der betroffenen Studienteilnehmenden, zur Akzeptanz des „Ride4All“-Betriebes, zu den Herausforderungen, dem Optimierungspotenzial sowie zur Mobilitäts-App „mobil info“ ermittelt werden.

In der Befragung zum Mobilitätsverhalten zeigte sich in der Testgruppe die hohe Bedeutung des Öffentlichen Verkehrs, der gerade bezüglich der Nutzungshäufigkeit vor dem MIV rangierte. Neben der Barrierefreiheit galten den Befragten mit Zuverlässigkeit, Flexibilität, Schnelligkeit und Sicherheit dabei klassische Kriterien als vorrangig, während Spaß, Komfort, moderne Technik, aber auch Umweltverträglichkeit vergleichsweise selten als Grund zur Wahl eines Verkehrsmittels genannt wurden. In Bezug auf den Bedarf an nicht-technischer Assistenz in Verkehrsmitteln jeglicher Art gaben rund 71 Prozent an, auf diese zurückzugreifen. Die Abfrage der Häufigkeit unter den behinderten Menschen in Bezug auf bestimmte Verkehrsmittel wies aus, dass insbesondere für die öffentlichen Verkehrsmittel im Vergleich zum MIV ein regelmäßiger Hilfebedarf besteht. Dieses Resultat wird bestätigt durch die Antworten der Fachkundigengruppe, die mit rund 91,2 Prozent der Nennungen den Unterstützungsbedarf primär im ÖV sieht. Nachvollziehbar ist vor dem Hintergrund, dass 50,8 Prozent der befragten Menschen mit Behinderung angaben, nur bekannte Strecken zu fahren, von denen wiederum rund 73 Prozent dafür Gründe der Sicherheit und Vertrautheit nannten. Für automatisierte Kleinbusse ergibt sich daraus eine besondere Herausforderung, da hier perspektivisch keine Begleitperson mehr an Bord ist und das Fahrpersonal als Rückfalloption für Auskunft und Unterstützung wegfällt. Um dennoch inklusiv und barrierefrei nutzbar zu sein, müssen bestehende Hindernisse und Barrieren abgebaut und der Unterstützungsbedarf anderweitig organisiert werden.

Akzeptanz der Technologie

Im Vorlauf der Testfahrt mit dem automatisierten Kleinbus „Sofia“ war die Mehrheit der Teilnehmenden aufgeschlossen und neugierig, während der kleinere Teil ein mulmiges Gefühl hatte. Viele Teilnehmende, die vor der Fahrt eher skeptisch waren, teilten mit, dass die Skepsis nach der Mitfahrt abgenommen hat. Es konnten also die Resultate vorheriger Studien bestätigt werden, dass die persönliche Erfahrung mit der Technologie einen beträchtlichen

Zugewinn in der Akzeptanz automatisierten Fahrens ermöglicht (vgl. Kempapidis et al. 2020). Das von vielen Testfahrenden geäußerte positive Sicherheitsgefühl war mitunter daran geknüpft, dass das Fahrpersonal anwesend war oder eine Anschnallpflicht bestand. Zukünftig ohne Fahrpersonal fahren zu müssen bedeutet für viele Studienteilnehmende, dass eine Rückfallebene und Informationsquelle wegfällt und ist hingegen bei einigen mit einem Angstgefühl verbunden. Vereinzelt würden die Teilnehmenden der Technik auch bei deutlich höheren Geschwindigkeiten vertrauen und waren mitunter vom geringen Tempo enttäuscht. Es wurde damit der Eindruck bestätigt, dass Medienberichte eine höhere Erwartungshaltung schüren als die Technik momentan erfüllen kann. Dies kann sich dann, wie hier bestätigt, im Einzelfall negativ auf die Akzeptanz auswirken. Für die Mehrheit jedoch wären Fahrgeschwindigkeiten über 30 km/h ohne Fahrpersonal im Fahrzeug nicht mit einem positiven Sicherheitsempfinden vereinbar. Ein Teilnehmer äußerte beispielsweise seine Sorge, ob der „Sofia“-Bus in Zukunft bei 50 km/h alle technischen Anforderungen im Straßenverkehr erfüllen könne. Bedenken äußerten Studienteilnehmende darüber hinaus hinsichtlich der Fragen, was passiert, wenn das Fahrzeug gehackt wird, wer bei einem Unfall haftet und ob die Rampe mit vorliegendem Neigungswinkel auch für Menschen mit Rollstühlen ohne Elektroantrieb nutzbar sei. Auch der denkbare Nebeneffekt zukünftig wegfallender Arbeitsplätze wurde genannt. Als Vorteile nannten Studienteilnehmende die ökologische Nachhaltigkeit eines automatisierten und elektrischen Mobilitätsangebotes sowie die Möglichkeit, den ländlichen Raum besser mit dem ÖPNV erschließen zu können.

Insgesamt zeichnete sich eine deutlich positive Nutzungsbereitschaft ab. Eine Fokusgruppe mit SchülerInnen des LWL-BBW prüfte direkt am Workshoptag die Passfähigkeit des Fahrplanes zu ihren Arbeitszeiten. Die Technologie wurde vielfach als zukunftsweisend beschrieben und mehrere Personen können sich die Nutzung im Alltag für private und berufliche Zwecke sowie auch mit größeren Linienbussen vorstellen.

Bewertung des Fahrzeugsystems

Ein wesentlicher Teil der geäußerten Eindrücke bezog sich nicht allgemein auf automatisiertes Fahren, sondern auf spezifische Merkmale in der Ausstattung des Fahrzeugs. Bemängelt wurden u. a. fehlende Haltestellenansagen und ein ungenügend berücksichtigtes Zwei-Sinne-Prinzip bei wichtigen Informationen. So konnten Reisende ohne hinreichende visuelle Wahrnehmung nicht die aktuelle Position des Fahrzeuges kontrollieren. Zwar ist diese Information über die „mobil info“-App per Smart-

phone abrufbar. Dennoch besteht ein dringender Bedarf, diese Information auch im Fahrzeug selbst auf akustischem Wege zu erhalten. Die Nutzung darf nicht von dem Besitz eines Smartphones abhängig sein. Ebenso fehlte eine Ansage der Liniennummer und Fahrtrichtung sowie ein akustischer Hinweis auf Anschnallpflicht und Sitzplatzauslastung. Die Fahrgastanzeige erwies sich als zu klein und mit zu geringem Kontrast. Sie war für sehingeschränkte Personen nicht lesbar, zudem von der Sitzposition einer rollstuhlfahrenden Person nicht gut einsehbar. Bei anderen akustischen Signalen des EZ10, welche bspw. andere Verkehrsteilnehmende auf den Bus aufmerksam machen sollen, war wiederum die Bedeutung unklar, so dass diese für Irritation sorgte.

Das Fahrzeug verfügt über Taster zum Öffnen und Schließen der Tür, zur Bedienung der Rampe, zum Auslösen eines Notstopps sowie für Notfälle, der eine Verbindung mit der Leitstelle aufbaut (aktuell noch nicht aktiviert, da Fahrpersonal präsent ist). Häufig wurden die Taster von den Teilnehmenden aber als mangelhaft beschrieben. Verwendet werden berührungssensible Taster ohne haptische Rückmeldung (ohne Druckpunkt, Vibration o. ä.). Für sehingeschränkte oder blinde Menschen sind sie nicht geeignet, weil sie zu sensibel reagieren und beim Ertasten vielfach ungewollt ausgelöst wurden. Zudem fehlt teilweise die Beschriftung mit Brailleschrift (Taster für Notfälle/Verbindung zur Leitstelle und für Rampe innen), oder diese ist auf dem Kopf stehend angebracht und in englischer Sprache. Darüber hinaus fehlen grundsätzlich Taster zum Auslösen des Haltewunsches (aufgrund des Betriebskonzeptes im Linienverkehr mit Halt an jeder Haltestelle nicht benötigt). In einem Workshop wurde die farbliche Unterscheidbarkeit der Taster positiv hervorgehoben. Von rollstuhlfahrenden Teilnehmenden wurde bemängelt, dass die vorhandenen Taster vom Sitzplatz aus nicht erreichbar sind. Der an der Fahrzeugaußenseite befindliche Taster zur Bedienung der Rampe wurde als zu weit in der Mitte befindlich bewertet. Daraus ergibt sich ein Unfallrisiko für direkt vor der Tür befindliche Personen, wenn die Rampe ausfährt.

Die Größe des Innenraums wurde als zu gering bewertet, um mit dem Rollstuhl zu rangieren. An der Rampe für den Rollstuhlzustieg wurde bemängelt, dass sie zu schmal, mitunter zu steil und zudem zu rutschig sei, von ihr daher Unfallgefahr ausgehe. Weitere Kritik galt dem Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknotensystem zur Befestigung des Rollstuhles mit Gurten über vier Verankerungspunkten im Boden. Dieses sei nur mithilfe Dritter nutzbar. Somit ist ohne Fahrpersonal an Bord keine selbständige Nutzung möglich.

Angemerkt wurde zudem wiederholt, dass der Elektro-Bus in der Anfahrt an die Haltestelle zu leise sei und ein – mittlerweile gesetzlich vorgeschriebenes – akustisches Fahrzeug-Warnsystem (englisch Acoustic Vehicle Alert System, kurz AVAS) fehle. Dieses ist zwar vorhanden, war aber zu leise eingestellt.

„mobil info“-App als digitales Hilfsmittel

Insgesamt bezeichneten sich 74 Prozent der Teilnehmenden als technisch interessiert. Nahezu alle Personen nutzen täglich Smartphone oder Computer, sind somit den Umgang mit digitalen Programmen geübt. Rund die Hälfte der Teilnehmenden nutzte die „mobil info“-App bereits im Alltag (ÖPNV-Auskunft, Fahrtbegleitung und weitere Funktionen), vor allem in der Stadt Soest. Die andere Hälfte kannte die App entweder vorher noch nicht (drei Personen), kann sie nicht nutzen, weil sie an ihrem Arbeits-/Wohnort nicht verfügbar ist (eine Person) oder bevorzugt andere Apps (eine Person).

Die App wurde mehrheitlich als ein Zugewinn für die Mobilität bezeichnet, wobei die Befragten auch den weiteren Optimierungsbedarf identifizierten, um die Anwendbarkeit zukünftig zu erhöhen. Insbesondere die Fußwege-Navigation sowie die Funktion der Fahrtbegleitung wurden als nützlich hervorgehoben. Die Testnutzenden kündigten an, diese weiter nutzen zu wollen. Einige Funktionen, wie Information zu Störungen, Verspätungen, Baustellen, Umleitungen oder Ausfällen in der Verbindungsauskunft, waren jedoch noch nicht zuverlässig. Des Weiteren gab es einige technische Mängel, wie z. B. fehlerhafte Textanzeigen. Elementarer war jedoch das Fehlen einer Filterfunktion im „BusRadar“, so dass die Vielzahl der Informationen unübersichtlich wurde, sowie das Stoppen der Haltestellenansage bei deaktiviertem Bildschirm. Auch die Darstellung auf dem Screen wurde von sehingeschränkten Menschen als unzureichend bewertet. Zu viele Informationen auf der Ansicht sorgten für Verwirrung, die Elemente zur Aktivierung von Sprachausgabe und zum Start der Fahrtbegleitung waren schlecht zu finden.

Insgesamt lassen sich hinsichtlich der Akzeptanz und der Bewertung des Fahrens mit automatisierten Kleinbussen ambivalente Ergebnisse konstatieren, die der Differenzierung durch weitere Untersuchungen bedürfen. Großen Forschungsbedarf gibt es vor allem in Bezug auf spezifische Anforderungen, die sich aus der jeweiligen Einschränkung der körperlichen Funktion, geistigen Fähigkeit oder seelischen Konstitution und einer technisch sauberen und nutzungsfreundlichen Umsetzung der erforderlichen Unterstützungsfunktionen ergeben. Aus den hier gewonnenen Erkenntnissen lassen sich jedoch be-

reits konkrete Handlungsempfehlungen ableiten, die Fahrerlebnis und Sicherheitsempfinden für Menschen mit Behinderungen signifikant verbessern und damit auch die Akzeptanz der Technologie erhöhen können. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Handlungsempfehlungen

Barrierefreiheit bedeutet nicht ausschließlich das Nichtvorliegen von physischen Hindernissen wie Stufen, wovon oft fälschlicherweise ausgegangen wird. Vielmehr werden damit sowohl sensorische und motorische Hindernisse als auch Verständnisbarrieren für kognitiv eingeschränkte Menschen adressiert. Um den ÖPNV barrierefrei zu gestalten, ist ein Zusammenspiel aus Haltestelleninfrastruktur, Gestaltungs- und Ausstattungselementen von Fahrzeugen und Serviceangeboten sowie analogen und digitalen Kommunikationsmitteln nötig. Alle Funktionen, die nicht behinderten Fahrgästen zur Verfügung gestellt werden, müssen auch Menschen mit Behinderungen zur Verfügung gestellt werden und von ihnen aktiv genutzt bzw. bedient werden können (vgl. Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Bundesarbeitsgemeinschaft ÖPNV der kommunalen Spitzenverbände 2014).

Als Grundsatz ist das Zwei-Sinne-Prinzip bei allen Funktionen und Informationen zu beachten, die ein Fahrgast benötigt. Eine gute Nutzbarkeit für sensorisch eingeschränkte Menschen wird erreicht, wenn wenigstens zwei der drei Sinne Hören, Sehen und Tasten angesprochen werden. Im Alltag wie im Straßenraum werden die Informationen primär visuell über das Sehen und akustisch über das Hören aufgenommen. Steht einer dieser Sinne nur eingeschränkt zur Verfügung, kompensiert eine Verlagerung auf andere Sinne die Einschränkung. Seheingeschränkte Menschen greifen regelmäßig auf die taktile Erfassung zurück (z. B. auf Braille-Schrift oder taktile Leitsysteme auf dem Boden). Für Menschen mit kognitiven Einschränkungen eignet sich der Einsatz von leichter Sprache oder Piktogrammen (vgl. ebd.)

Ein weiterer Grundsatz besteht darin, dass, obwohl Smartphone-Anwendungen eine hilfreiche Unterstützung im Mobilitätsalltag darstellen können, immer auch Alternativen für Menschen ohne eigenen technischen Zugang geboten werden müssen. Die barrierefreie Nutzung von automatisierten Kleinbussen darf nicht daran gekoppelt sein, über ein Smartphone zu verfügen. Diese können Empfangsausfälle haben, sind an die limitierte Akkulation geknüpft und werden nicht von allen Fahrgästen genutzt.

Aus der Analyse des aktuellen Standes der Wissenschaft und Technik sowie aus den Ergebnissen der Begleitforschung im Projekt „Ride4All“ werden Handlungsempfehlungen für die qualifizierte Weiterentwicklung und Verbesserung von automatisierten ÖPNV-Fahrzeugen, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen, der Haltestelleninfrastruktur und zum Abbau von sozialen Bedenken abgeleitet.

Fahrzeugsysteme

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten bei der Herstellung und Entwicklung von Kleinbussen mit der zugehörigen Steuerungssoftware unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigt werden:

- Bei Bedienelementen und Fahrgastinformationen muss das Zwei-Sinne-Prinzip beachtet werden. Im Fahrzeug muss Technik für akustische Ansagen (Linie, Fahrtrichtung, nächste Haltestelle) verbaut sein. Auch das Ausfahren der Rampe muss akustisch und per Lichtsignal gemeldet werden, um sicherzustellen, dass blinde oder seheingeschränkte Fahrgäste über den Vorgang informiert werden und einen Sicherheitsabstand wahren können.
- Die Kennzeichnung mit einem Zielschild mit Angabe der Liniennummer und Zielort/-haltestelle ist zur besseren Auffindbarkeit des gewünschten Fahrzeuges auch an der rechten Längsseite vorzunehmen, nicht nur an der Stirnseite. Sämtliche Kennzeichnungen und Anzeigen müssen über einen hohen Kontrast und eine große Schriftgröße verfügen.
- Außenansagen mit Angabe von Liniennummer und Fahrtrichtung müssen bei Bedarf bei Halt an einer Haltestelle zur Verfügung stehen (Fahrpersonal entfällt als Informationsquelle).
- Das Fahrzeugsystem muss Schnittstellen bieten, damit Anwendungen externer Anbieter integriert werden können (Beispiel: Auslösen eines Tür-Finde-Signals über die „mobil info“-App).
- Ein sanftes, situationsangemessenes Bremsverhalten ist für die Sicherheit von stehenden Fahrgästen und die Sicherung von mitgeführtem Gepäck und Rollatoren wichtig, insbesondere wenn höhere Fahrgeschwindigkeiten möglich werden.
- Zur besseren Wahrnehmbarkeit ist ein deutliches akustisches Fahrzeug-Warnsystem (AVAS) erforderlich, insbesondere bei der Anfahrt an die Haltestelle.
- An der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind Stufen und große Spalte zu

- vermeiden. Fahrzeugseitig wird empfohlen, die Neigeposition an jeder Haltestelle entsprechend einstellen zu können (Beispiel: automatisiertes Erkennen der Bordsteinhöhe an Haltepunkten und Absenken des Fahrzeuges). Verbleibende Resthöhen und Spalten müssen mit einer automatisierten, robusten und rutschfesten Rampe überbrückt werden können (Neigungswinkel von maximal 6 Prozent).
- Die farbliche Gestaltung des Fahrzeugbodens sollte mit einem deutlichen Kontrast zum Boden der Haltestelle versehen sein, möglicherweise unterstützt durch ein Leuchtband. Zur Erhöhung des Sicherheitsempfindens und der Wahrnehmbarkeit von visuellen Informationen sollte das Fahrzeug innen voll beleuchtet sein.
 - Die Tür sollte an Haltestellen selbständig öffnen und schließen. Im Türbereich müssen Haltegriffe angebracht sein. Es werden Innenschwenktüren empfohlen. Die farbliche Gestaltung sollte kontrastreich erfolgen.
 - Für Rollstuhlfahrende muss bis auf Weiteres ein Personen- und Rollstuhlrückhaltesystem verbaut werden, das eigenständig nutzbar ist. Die Platzgröße und Position muss für alle Rollstuhlmodelle ausreichend sein, auch zum Rangieren. Alle erforderlichen Taster müssen erreichbar sein und eine Fahrgastanzeige einsehbar.
 - Taster müssen sämtlich mit Braille-Schrift in deutscher Sprache versehen und eindeutig beschriftet sein. Sie dürfen nicht berührungssensibel reagieren, sondern müssen über einen Druckpunkt verfügen. Sie müssen von allen Sitzplätzen aus erreichbar sein. Taster zur Bedienung der Rampe müssen außerhalb der Ausfahrzone angebracht werden (beispielsweise seitlich der Tür).
 - Touchscreens sind aufgrund der Gefahr von Fehlbedienungen im Betrieb grundsätzlich keine Option im ÖV. Sie stellen darüber hinaus eine Barriere für blinde und sehbehinderte Fahrgäste dar. Technische Weiterentwicklungen wie Force-Sense- und Force-Feedback-Displays können ggf. in der Zukunft eine Option sein, sofern das zwei-Sinne-Prinzip realisiert werden kann.
 - Die Fahrgäste müssen eine Verbindung zur Leitstelle/Kundenzentrale herstellen können. Dafür sind technische Lösungen in den Fahrzeugsystemen vorzuhalten, die durch die Betreiber genutzt werden können. Perspektivisch sollte an den Einbau einer Kamera und eines Bildschirms gedacht werden, um auch er-taubten Personen die Möglichkeit zu geben, Nachrichten mit der Leitstelle (möglicherweise

unter Einschaltung eines netzbasierten Dolmetscherdienstes) austauschen zu können.

- Insgesamt ist eine Standardisierung der verschiedenen Bedienelemente bezüglich Positionierung, Gestaltung und Funktion über unterschiedliche Fahrzeugtypen und Hersteller hinweg anzustreben, um eine intuitive Bedienbarkeit zu fördern und Barrieren zu reduzieren.

ÖPNV-Betrieb

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten Verkehrsunternehmen und andere Mobilitätsanbieter unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigen:

- Die deutschlandweite Realisierung der vollständigen Barrierefreiheit im ÖPNV gem. § 8 Abs. 3 PBefG ist erforderlich und auch automatisierten Kleinbus-Verkehren zuträglich. Es müssen zudem Standards weiterentwickelt werden, die im Zuge der barrierefreien Ausgestaltung verbindlich gelten sollen, sowohl für kleinere Fahrzeuggrößen als auch für konventionelle Linienbusse. Es sollte ein Gesamtsystem entwickelt und nicht nur einzelne Bestandteile einer Reisekette betrachtet werden.
- Der Betreiber sollte eine Verbindung zur Leitstelle oder Kundenzentrale für die Fahrgäste bereitstellen, die mit Informationen weiterhelfen, bei Notfällen unterstützen (per Kamera-Zuschaltung) und notfalls Personal an den Standort des Fahrzeuges entsenden kann. Personal sollte im Umgang mit Menschen mit Behinderungen geschult werden (Sensibilität steigern und Handlungsmöglichkeiten aufzeigen).
- Informationen zur barrierefreien Nutzbarkeit von Haltestellen sind für die Fahrgäste online und per telefonischem Kundenservice bereitzustellen. Bei der Buchung von bedarfsgesteuerten Fahrten muss die Option für geheingeschränkte Fahrgäste wählbar sein, Haltpunkte so anzufahren, dass sie unter Benutzung der Rampe ein-/aussteigen können. Fahrgäste sollten die Möglichkeit bekommen, oft genutzte Haltepunkte zu melden und barrierefrei ausstatten zu lassen.
- Die bestehende Nachfrage nach barrierefreien Bedarfsverkehren ist bei der Angebotsplanung zu berücksichtigen.
- Je nach Betriebskonzept werden die Fahrzeuge nach Bedarf gebucht (per Telefon oder online) oder fahren im Linienverkehr ohne vorherige Sitzplatzreservierung. Aufgrund der limitierten Beförderungskapazität der Kleinbus-

se muss die Information zur Sitzplatzauslastung vor dem Zustieg an den Fahrgast übermittelt werden. Dies gilt insbesondere im Linienverkehr, wo keine Reservierungen möglich sind. Dabei muss das Zwei-Sinne-Prinzip beachtet werden. Die Sitzplatzauslastung sollte visuell und akustisch am Fahrzeug oder an der Haltestelle über digitale Anzeigen übermittelt werden. Für Menschen mit eigenem technischem Zugang ist die Information in Echtzeit per Smartphone-App/Buchungsplattform zugänglich zu machen. Für das zukünftige Ticketing-System ist die unentgeltliche Beförderung von schwerbehinderten Menschen im öffentlichen Personenverkehr zu beachten. Es sind Lösungen für Menschen mit und ohne Smartphone-Nutzung zu integrieren.

Smartphone-Anwendungen

Um die Barrierefreiheit von Smartphone-Anwendungen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbus-Verkehren zu gewährleisten, sollten bei der Entwicklung unter anderem folgende Handlungsempfehlungen beachtet werden:

- Mobilitäts-Apps wie „mobil info“ sollten als nützliches Hilfsmittel weiter etabliert und entwickelt werden. Eine bundesweit verfügbare App für Menschen mit (und ohne) Behinderungen, die für alle Betriebssysteme geeignet ist, wird gefordert. Die Fahrgäste sollten auf folgende Funktionen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbussen zugreifen können: Anzeigen der Reihenfolge der Busse an der Haltestelle, Tür-Finde-Signal, Prüfen der richtigen Buslinie und Fahrtrichtung an der Haltestelle/beim Zustieg, Abruf des Fahrtverlaufes, Fahrzeugstandortes und der Sitzplatzauslastung in Echtzeit, Buchung von Tickets, Buchung von Sitzplätzen und Fahrtwünschen bei Bedarfsverkehren, Anzeige von (nicht) barrierefreien Haltestellen/-punkten, Auslösen des Haltewunsches und Verbindung zur Leitstelle/Kundenbetreuung.
- Funktionen zur Fußgängernavigation sollten für komplexe Haltestellensituationen eine präzisere Wegweisung sowie eine verlässliche Navigation auch für Innenräume wie Bahnhofsgebäude anbieten.
- App-Inhalte sollten im Allgemeinen über eine einfache und klare Struktur verfügen. Menüpunkte sind selbsterklärend zu bezeichnen und auf wenige Unterpunkte zu beschränken. Auf eine konsistente Platzierung von zentralen Bedienelementen sollte geachtet werden (bspw. nach Updates). Guter Kontrast und Lesbarkeit der Elemente und Inhalte spielen eine wesentliche Rolle.
- Die Einstellung von leichter Sprache sollte als Option angeboten werden, um Menschen mit geistigen Einschränkungen oder Leseschwäche die Nutzung zu ermöglichen.
- Sofern möglich, sollte eine Spracheingabefunktion integriert werden. Davon profitieren nicht nur Menschen mit Sehbehinderungen, sondern auch Menschen mit motorischen Einschränkungen und Krankheiten (alle Navigations- und Schaltflächen sind eindeutig textlich zu hinterlegen).

Haltestellen

Folgende Handlungsempfehlungen ergeben sich in Bezug auf barrierefreie Haltestellen im Zusammenhang mit automatisierten Kleinbus-Verkehren:

- Haltestellen sollten mit dynamischen Fahrgastanzeigen ausgestattet sein, um den Fahrgästen ohne Smartphone Echtzeitdaten zur Verfügung stellen zu können (unter Beachtung der Vorgaben zu Kontrast und Schriftgröße). Benötigt wird auch die Möglichkeit einer Sprachausgabe oder Verbindung zur Kundenzentrale für sehingeschränkte und für blinde Personen. Je nach Betriebskonzept müssen Fahrgäste an der Haltestelle einen Haltewunsch auslösen können. Darüber hinaus ist auf eine einheitliche/konsistente Gestaltung von Informationsträgern zu achten, um die Nutzbarkeit für Fahrgäste mit geistigen Einschränkungen zu erhöhen.
- An Haltestellen, die von mehreren Linien bedient werden, muss für Fahrgäste klar erkennlich sein, wo welche Linie hält (wenn mehrere Linien zur selben Zeit abfahren).
- An der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind Barrieren zu vermeiden. Haltestellenseitig wird empfohlen, im Linienverkehr die vorhandenen Vorgaben zur Barrierefreiheit zur Zuwegung und Rangiermöglichkeiten einzuhalten. Es wird empfohlen, generell einen Bord mit mindestens 18 cm Höhe zu verwenden. Resthöhen und Spalten sollten die Ausnahme darstellen.
- Für virtuelle Haltepunkte außerhalb von fest eingerichteten Haltestellen müssen infrastrukturelle Mindestanforderungen im Sinne der barrierefreien Nutzung geschaffen werden. Zur Erhöhung der Barrierefreiheit im Bedarfsverkehr (mit virtuellen Haltepunkten) sollten Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit bekommen, oft genutzte Haltepunkte zu melden und barrierefrei ausstatten zu lassen. Ein möglichst enges Netz an barrierefreien Haltestellen

len muss dabei stets weiterhin angeboten werden.

Abbau sozialer Bedenken

Um die Barrierefreiheit von Mobilitätsangeboten mit automatisierten Fahrzeugen im ÖPNV zu verbessern, sollten bei der Planung, Herstellung und Entwicklung unter anderem folgende Handlungsempfehlungen berücksichtigt werden:

- Die Organisationen und Interessensvertretungen von mobilitätseingeschränkten Menschen sind umfassend einzubeziehen.
- Es sollten diverse Aufklärungsmöglichkeiten und -kampagnen auf verschiedenen Ebenen erfolgen und dabei eine klare Terminologie genutzt sowie Grundverständnis für die Technik geschaffen werden. Empfohlene Formate sind Mobilitätstrainings für betroffene Menschen, mehr Testangebote zum Ausprobieren der neuen Technologie und Übergangszeiten, in denen Personal im Fahrzeug präsent ist und Hilfestellungen angeboten werden.
- Die Erhöhung der Fahrtgeschwindigkeiten und folglich auch eine Verbesserung der Reisezeit sowie des Komforts sollten mittelfristig und schrittweise stattfinden. Die Zuverlässigkeit und Planbarkeit der neuen Dienste müssen erhöht werden.
- Der aktuelle Stand der Akzeptanzforschung muss durch Anschlussforschung ergänzt werden (bspw. durch mehr partizipative Studien, die Betrachtung gesamter Reiseketten sowie einen Fokus auf die Anforderungen von Menschen mit unterschiedlichen Behinderungen). Wichtig ist dabei, Vergleichbarkeit und Anschlussfähigkeit durch transparente Methoden sicherzustellen, um Trends und die Wirksamkeit von Maßnahmen untersuchen zu können.

Fazit und Ausblick

Autonom fahrende Straßenfahrzeuge gelten als Schlüsseltechnologie der Zukunft, um das Mobilitätssystem zu erweitern und mehr Menschen zugänglich zu machen. Durch weitere technische Entwicklungen wird mittelfristig damit gerechnet, dass im Rahmen der StVG-Novelle 2021 in ausgewählten Betriebsbereichen mit Überwachung aus einer Leitstelle ohne im Fahrzeug befindliches Personal gefahren werden kann. Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) hat für diese Lösung die Bezeichnung „Automatisierungsstufe 4 ÖV“ eingeführt (vgl. Centrum für Automatisierte Mobilität 2021; SAE International 2021; Verband Deutscher Verkehrsunternehmen 2020).

Um die zukünftige Bedienbarkeit von Fahrzeugen, Mobilitäts-Apps und damit verbundenen Dienstleistungen für sinnes- und mobilitätseingeschränkte Menschen sicherzustellen, müssen die Anforderungen dieser Nutzungsgruppe frühzeitig in die Entwicklung eingebracht werden. Bei dem Projekt „Ride4All“ wurde dies aufgegriffen, in Bezug auf automatisierte Fahrzeugsysteme im ÖPNV untersucht und weiterentwickelt. Im Rahmen von 13 Gruppen-Workshops und Einzelinterviews wurden von Juli bis Oktober 2021 im „Sofia“-Kleinbus Testfahrten mit rund 100 sinnes- und mobilitätseingeschränkten Studienteilnehmenden sowie Fachkundigen durchgeführt.

Durch die Erhebung wurde ermittelt, welche Voraussetzungen notwendig sind, damit ein autonomer Kleinbus im Zusammenspiel mit der Haltestellen-Infrastruktur und digitalen Hilfsmitteln in Zukunft selbständig genutzt werden kann. Beim „Sofia“-Bus ist hinsichtlich der barrierearmen Nutzung folgende Ausstattung hervorzuheben: elektrische Rampe, Rollstuhl-Rückhaltesystem mit Kraftknoten, Braille-Schrift an den meisten Tastern, Fahrgastanzeige mit Anzeige des Fahrtverlaufs im Fahrzeuginnenraum. Die Studienteilnehmenden wiesen u. a. auf fehlende oder verbesserungsbedürftige Ausstattungsmerkmale und Grundsätze hin. Beispielsweise ist das Zwei-Sinne-Prinzip bei allen Funktionen und Informationen zu beachten, die ein Fahrgast benötigt. Kritische Hinweise wurden außerdem fahrzeugseitig u. a. zu Tastern, Anzeigen, Kennzeichnungen, akustischen Ansagen, Touchscreens, Personen- und Rollstuhlrückhaltesystem, Tür, Leitstellen-Verbindung, Bremsverhalten, Rampe, Platz im Innenraum, AVAS, Beleuchtung und Farbgestaltung gegeben. Die „mobil info“-App wurde mehrheitlich als Zugewinn empfunden, insbesondere die Fußwege-Navigation sowie die Fahrtbegleitung. Trotzdem müssen immer Alternativen für Menschen ohne eigenen technischen Zugang geboten werden. An die Beteiligten des ÖPNV-Systems richtet sich die Forderung nach einer deutschlandweiten Realisierung der vollständigen Barrierefreiheit. Diese muss mit verbindlichen Standards konkretisiert werden, auch für kleinere Fahrzeuggrößen wie im Fall der automatisierten Kleinbusverkehre sowie bei den zunehmenden Bedarfsverkehren inkl. der „virtuellen“ Haltepunkte. Betreiber müssen den Wegfall des Fahrpersonals ausgleichen, u. a. durch eine stets verfügbare Verbindung zur Leitstelle oder Kundenzentrale für die Fahrgäste.

Hinsichtlich der Fahrgastakzeptanz war der Gesamteindruck der Studienteilnehmenden von der Testfahrt überwiegend positiv und es zeichnete sich eine Nutzungsbereitschaft für die Zukunft ab. Es wurde deutlich, dass die persönliche Erfahrung mit

der Technologie einen großen Mehrwert hinsichtlich der Schaffung von Akzeptanz ausmacht. Die Bedürfnisse und Erwartungen von Menschen mit und ohne Behinderungen sind jedoch vielfältig. Es zeigt sich, dass es noch großen Forschungsbedarf gibt, vor allem in Bezug auf spezielle Anforderungen, die sich aus der jeweiligen Einschränkung der körperlichen Funktion, geistigen Fähigkeit oder seelischen Konstitution ergeben.

Die Ergebnisse wurden in Form von Handlungsempfehlungen zum Abbau sozialer Ängste sowie für eine barrierefreie (Weiter-)Entwicklung automatisierter Fahrzeugsysteme, des ÖPNV-Betriebs, von Smartphone-Anwendungen und der Haltestelleninfrastruktur festgehalten. Die Resultate erweitern zum einen den Forschungsstand zur Barrierefreiheit und zum anderen leisten sie einen Beitrag zur inklusiven Entwicklung innovativer Technologien zum automatisierten und vernetzten Fahren im ÖPNV.

Der Ausbau des öffentlichen Verkehrssystems mithilfe von autonom fahrenden Fahrzeugen ist zu begrüßen, wenn dadurch das Mobilitätsangebot barrierefrei ausgeweitet wird und dabei das Verständnis von „Barrierefreiheit“ nicht an einer zu steilen Rampe, die auf eine bordsteinlose Bedarfshaltestelle trifft, aufhört. Möglichst viele Nutzungsanforderungen von Menschen mit und ohne Behinderungen müssen abgedeckt werden. Dazu sollten die hier aufgezeigten Handlungsempfehlungen schon bei dem jetzigen Entwicklungsstand der neuen Technologie berücksichtigt und in enger Zusammenarbeit mit Nutzenden weiter erforscht werden.

Literatur

Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Bundesarbeitsgemeinschaft ÖPNV der kommunalen Spitzenverbände (2014): Vollständige Barrierefreiheit im ÖPNV, Hinweise für die ÖPNV-Aufgabenträger zum Umgang mit der Zielbestimmung des novellierten PBefG.

Azad, M., Hoseinzadeh, N., Brakewood, C., Cherry, C. R., & Han, L. D. (2019): Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions, *Journal of Advanced Transportation*, Vol. 2019(3), S. 1-16.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren - Leitanbieter bleiben, Leitmarkt werden, Regelbetrieb einleiten. Abgerufen von: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/broschuere-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff: 01.12.2021).

Centrum für Automatisierte Mobilität (2021): Automatisierte Shuttlebusse, Leitfaden für Kommunen und kommunale Betriebe zur Einführung automatisierter Shuttlebusse, Wuppertal.

Deutscher Behindertenrat, & Bundesverband Deutscher Omnibusunternehmer (2017): Gemeinsame Forderungen des Deutschen Behindertenrates (DBR) und des Bundesverbandes Deutscher Omnibusunternehmer anlässlich der Koalitionsverhandlungen 2017. Abgerufen von: <https://www.deutscher-behindertenrat.de/ID209645> (letzter Zugriff: 26.11.2021).

Destatis (2020): 7,9 Millionen schwerbehinderte Menschen leben in Deutschland, Pressemitteilung Nr. 230 vom 24.06.2020. Abgerufen von: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/06/PD20_230_227.html;jsessionid=5C1268DA8DEC630EF7D3735D10F40FFE.live711 (letzter Zugriff: 26.10.2021).

Destatis (2021): Schwerbehinderte Menschen. Fachserie 13, Reihe 5.1. Abgerufen von: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Behinderte-Menschen/Publikationen/Downloads-Behinderte-Menschen/schwerbehinderte-2130510199005.xlsx;jsessionid=26E27BD06BAB5DBD32DF66F9966EE816.live721?__blob=publicationFile (letzter Zugriff: 25.01.2022).

EasyMile (2022): Predicting the future. Abgerufen von: <https://easymile.com/technology/how-it-works> (letzter Zugriff: 03.02.2022).

Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland (2021a): Barrierefreiheit ist kein Nischenthema - Teilnehmende des Gipfels in Berlin fordern deutliche Verbesserungen im ÖPNV und Fernverkehr, Pressemitteilung zum 1. Gipfel „Barrierefreier ÖPNV und Fernverkehr“ am 06.09.2021. Abgerufen von: https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Pressemitteilung-2021_09.pdf (letzter Zugriff: 29.10.2021).

Fördergemeinschaft der Querschnittgelähmten in Deutschland (2021b): Positionspapier Gipfel - Gipfel „Barrierefreier ÖPNV und Fernverkehr“. Abgerufen von: https://www.fgq.de/wp-content/uploads/2021/07/Gipfel-0%CC%88PNV_Positionspapier.pdf (letzter Zugriff: 29.10.2021).

Häder, M. (2019): Empirische Sozialforschung - Eine Einführung, Springer VS, Wiesbaden.

Kempapidis, T., Castle, C. L., Fairchild, R. G., Hussain, S. F., Cash, A. T. G., & Gomes, R. S. M. (2020): A scientific evaluation of autonomous vehicle user experience on sighted and visually impaired passengers based on FACS (Facial Analysis Coding System) and a user experience questionnaire, *Journal of Transport & Health*, Vol. 19.

Kreis Soest (2020): mobil info. Abgerufen von: <https://www.nav4blind.de/barrierefreier-oepnv/mobil-info-app/> (letzter Zugriff: 03.02.2022).

Maetzel, J., Heimer, A., Braukmann, J., Frankenburg, P., Ludwig, L., & Schmutz, S. (2021): Dritter Teilhabebericht der Bundesregierung über die Lebenslagen von Menschen mit Beeinträchtigungen, Teilhabe – Beeinträchtigung – Behinderung, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, S. 325.

Mantel, R., & Diebold, T. (2020): Akzeptanz von automatisierten Kleinbussen im ÖPNV in Lauenburg (Elbe) bei Einwohnern und Fahrpersonal, *Verkehr und Technik*, 73. Jahrgang, S. 379 - 384.

SAE International (2021): Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - Standard J3016_202104. Abgerufen von: https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/ (letzter Zugriff 19.01.2022).

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2020): Eckpunkte zum Rechtsrahmen für einen vollautomatisierten und fahrerlosen Level 4 Betrieb im öffentlichen Verkehr, Positionspapier, September 2020. Abgerufen von: <https://www.vdv.de/eckpunkte-zum-rechtsrahmen-fuer-das-autonome-fahren-im-oev.aspx> (letzter Zugriff: 09.02.2022).

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (2015): Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge - Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen, Positionspapier, November 2015. Abgerufen von: <https://www.vdv.de/position-autonome-fahrzeuge.pdf> (letzter Zugriff: 30.11.2021).

AutorInnenangaben

Liss Böckler
Projektmanagerin für automatisiertes und vernetztes Fahren
Interlink GmbH
Wallstr. 58
10179 Berlin, Deutschland

E-Mail: boeckler@interlink-verkehr.de

Raven Musialik
Projektmanager
Interlink GmbH
Wallstr. 58
10179 Berlin, Deutschland

E-Mail: musialik@interlink-verkehr.de

Ein On-Demand- und Level 4-Kleinbus auf dem Testfeld Autonomes Fahren BW – Erkenntnisse aus der begleitenden Haushaltsbefragung zu EVA-Shuttle

Lukas Barthelmes*, Gabriel Wilkes, Martin Kagerbauer, Peter Vortisch

Siehe AutorInnenangaben

Abstract

In Karlsruhe wurde 2021 mit dem EVA-Shuttle ein autonomer Kleinbus angeboten, welcher technologische Fortschritte im Vergleich zu vergleichbaren Projekten vorwies. Im Rahmen einer Haushaltsbefragung zeigte sich, dass EinwohnerInnen dem Angebot aufgeschlossen gegenüberstanden. Die NutzerInnen weisen ein multimodaleres Verkehrsverhalten als Nicht-NutzerInnen auf. Schwierigkeiten zeigten sich in der Reisegeschwindigkeit, Verfügbarkeit und der Komplexität der Nutzung. Personen können sich die Nutzung auch in Zukunft vorstellen.

Schlagwörter / Keywords:

Automatisierte Kleinbusse, Befragung, On-Demand, Level 4, Ridepooling

1. Einleitung

Es ist erklärtes politisches Ziel, dass mehr Mobilität mit dem Umweltverbund stattfindet. Der traditionelle öffentliche Verkehr (ÖV) stößt jedoch bei vielen Anwendungsfällen an seine Grenzen. Bspw. kann in Gebieten mit räumlich disperser Nachfrage und zu Schwachlastzeiten kein ausreichendes Angebot gemacht werden. Mit dem technologischen Fortschritt der letzten Jahre hin zu einer Automatisierung der Fahrzeuge mit dem Finalziel des „Selbstfahrens“ könnten diese Schwierigkeiten überwunden werden. Ein technologischer Entwicklungsstrang sind autonome Kleinbusse. In Karlsruhe wurde 2021 im Projekt „EVA-Shuttle“ ein Testbetrieb durchgeführt, der sich von vielen anderen autonomen Kleinbussen deutlich unterscheidet. Im Rahmen der Begleit- und Wirkungsforschung zum Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg (bwrkt) wurden mit einer Befragung der EinwohnerInnen potentielle verkehrliche Wirkungen des Systems untersucht. Die Ergebnisse dazu werden im folgenden Beitrag dargestellt.

2. (Studien-)Lage der autonomen Kleinbusse

Seit 2017 ein Projekt in Bad Birnbach startete, verkehren in Deutschland autonome Kleinbusse im öffentlichen Straßenraum. Seitdem wurden mit Projekten wie HEAT (Hamburg), Seemeile, Shuttles & Co

(beide Berlin), TaBuLa (Lauenburg), Shuttle-Modellregion Oberfranken und dem A01 (Monheim am Rhein) an vielen Orten weitere Projekte mit derartigen Fahrzeugen initiiert (VDV). Hierbei werden aktuell ausschließlich Fahrzeuge der Hersteller EasyMile oder Navya eingesetzt. Der Begriff „autonom“ wird nur zur Vereinfachung genutzt. Die Fahrzeuge dieser Projekte bewegen sich auf zuvor eingestellten „virtuellen Schienen“. Sie erfüllen in den fünf Stufen des autonomen Fahrens nach SAE J3016 (SAE International 2021) daher je nach Interpretation lediglich Stufe 2 oder 3, da sie nicht in der Lage sind, auf Verkehrssituationen anders als mit Brems- und Beschleunigungsvorgängen zu reagieren – bei Hindernissen auf der Strecke wird angehalten und Fahrpersonal muss eingreifen und ggf. Hindernisse umfahren.

Nach Klinkhardt und Kagerbauer (2021) können die Angebote autonomer Kleinbusse in drei Dimensionen eingeteilt werden: zeitlich, räumlich und funktional. In der räumlichen Dimension handelt es sich bei den genannten Projekten um Linienbetriebe, in zeitlicher Dimension um Dienste nach Fahrplan. Funktional sind sie unterschiedlich, teils fungieren sie als Shuttle-Dienste, teils sind sie Teil des ÖV, teils dienen sie für die letzte Meile.

Die Forschung aus diesen Projekten – in Deutschland und weltweit – zeigt, dass sowohl Personen, die autonome Kleinbusse bereits genutzt haben, als auch solche, die sie noch nicht genutzt haben, ihnen

*Korrespondierender Autor

grundsätzlich positiv gegenüberstehen. Dabei weisen Personen, die sie bereits genutzt haben, noch etwas positivere Zustimmungswerte auf (Azad et al. 2019; Kostorz et al. 2020b; Mantel 2021). Sie werden häufig aus Neugierde bzw. technischem Interesse genutzt. So zeigte sich in Bad Birnbach, dass nur 13% den Dienst nutzten, weil die Strecke des Busses passend für ihr Ziel sei (Rauh et al. 2020). ÖV-affine Personen haben besonders starkes Interesse an den Diensten, darüber hinaus zeigt sich Nutzungspotential darin, dass der Zugang zum ÖV vereinfacht wird (Kostorz et al. 2020a). Teilweise würden in den Projekten jedoch hohe technologische Erwartungen geschürt, welche die Fahrzeuge zum gegenwärtigen Entwicklungsstand noch nicht erfüllen (Mantel 2021; Wilde et al. 2021).

3. EVA-Shuttle

In dem Projekt „EVA-Shuttle“ wurde ein autonomer Kleinbus entwickelt und gegen Ende der Projektlaufzeit in Karlsruhe im Passagierbetrieb angeboten. Der EVA-Shuttle verkehrte vom 21. April 2021 bis 30. Juni 2021 täglich sowie bis zum 1. August 2021 an den Wochenenden, jeweils im Zeitraum von 8 bis 18 Uhr. Das Bediengebiet bestand aus rund der Hälfte der Fläche des Stadtteils Weiherfeld-Dammerstock in Karlsruhe, es hatte eine Ausdehnung von etwa 1km in West-Ost-Richtung und zwischen 200 und 700m in Nord-Süd-Richtung. Es bestand durchweg aus angebauten Straßen mit überwiegender Wohnnutzung. Das Gebiet ist überwiegend in offener Bauweise, gemischt mit Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern, bebaut. Es handelt sich damit um ein typisches Stadtrand-Wohngebiet. Im Bediengebiet wohnen ungefähr 3.000 Personen. Auf den Straßen liegt starker Mischverkehr mit viel Kfz- und Radverkehr sowie querenden Fußgängern an einigen Stellen vor. Eine S-Bahn-Haltestelle liegt am Rand des Bediengebiets (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus verkehrt eine Buslinie auf der Hauptachse im 20 Minuten-Takt.



Abbildung 1: Bediengebiet EVA-Shuttle (Quelle: KVV)

Der Dienst unterschied sich in zwei Aspekten wesentlich von den meisten anderen autonomen Kleinbussen zum aktuellen Zeitpunkt: Erstens waren die Fahrzeuge in der Lage, selbst auf Hindernisse zu reagieren. Hierzu wurden Fahrzeuge der Art EasyMile EZ10 Gen2 durch einen Projektbeteiligten (Forschungszentrum Informatik FZI) technologisch ausgerüstet (Sensorik und Software). Das Fahrzeug verkehrte nicht auf einer virtuellen Schiene, sondern reagierte in deutlichem Umfang auf die Verkehrssituation. Es weichte Hindernissen selbstständig aus, ein Eingreifen des Begleitpersonals war nur in Ausnahmesituationen erforderlich. Hiermit wurde nach Angaben der Projektbeteiligten erstmalig das Level 4 nach SAE erreicht (TÜV Süd 2021). Zweitens verkehrten die Fahrzeuge nicht nach einem Fahrplan, sondern On-Demand durch Buchung in einer App. Hierzu wurde die technische Plattform eines weiteren Projektbeteiligten (ioki) genutzt.

Der Dienst erschloss einerseits die S-Bahn-Haltestelle Dammerstock und konnte andererseits auch für Fahrten innerhalb des Stadtviertels genutzt werden. Die Maximalgeschwindigkeit der Fahrzeuge lag bei 12 bis 20 km/h. Nach oben genannter Gliederung handelt es sich in funktionaler Hinsicht um einen Flächendienst und in zeitlicher Hinsicht um einen On-Demand-Dienst. In räumlicher Dimension erfüllt er überwiegend Ansprüche eines Last-Mile-Angebots sowie annähernd eines Tür-zu-Tür-Dienstes. Der Dienst wurde im Ridepooling-Betriebsmodus angeboten mit einer maximalen Fahrgastanzahl von 3 Personen (Pandemie-bedingt). Eine wichtige West-Ost-Verbindungsstraße (Belchenstraße) wurde nicht für die Durchfahrt mit dem Kleinbus zugelassen.

4. Studiendesign und -durchführung

Um die potentiellen verkehrlichen Effekte des neuartigen Angebots des EVA-Shuttles zu untersuchen, wurde im Projekt „bwrkt“ von Ende Oktober bis Anfang Dezember 2021 eine Online-Erhebung durchgeführt. Die Zielgruppe der Erhebung waren alle AnwohnerInnen im Einzugsbereich von Weiherfeld-Dammerstock, da das Angebot auch nur in diesem Karlsruher Stadtteil zur Verfügung stand. Für die Rekrutierung der TeilnehmerInnen wurden verschiedene Kanäle genutzt. Zunächst sollten alle ca. 3.200 Haushalte in Weiherfeld-Dammerstock durch eine Postwurfsendung zur Teilnahme an der Online-Erhebung eingeladen werden. Aufgrund von rechtlichen Restriktionen (Ablehnung von Postwurfsendungen) konnte nur etwa die Hälfte der Haushalte erreicht werden. Daher wurde darüber hinaus durch Anhänge an belebten Plätzen und in Geschäften des Stadtteils auf die Befragung aufmerksam gemacht. Zusätzlich wurden TeilnehmerInnen durch Anzeigen auf dem Nachbarschaftsportal ‚nebenan.de‘ und in

einer monatlich erscheinenden Stadtteilzeitschrift rekrutiert. Als weiterer Kanal wurde der Newsletter des Bürgervereins von Weiherfeld-Dammerstock genutzt. Auch wenn der Fragebogen als Online-Erhebung konzipiert war, wurde in den Einladungen die Möglichkeit eines telefonischen Interviews angeboten. Damit wurde gewährleistet, dass auch ältere, nicht online-affine Personen an der Befragung teilnehmen können. Zur Erhöhung der Rücklaufquote wurde die Teilnahme an der Erhebung mithilfe eines Gewinnspiels von Geschenkgutscheinen incentiviert.

Der Fragebogen wurde sowohl für NutzerInnen als auch Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles konzipiert. Im Einzelnen deckte der Fragebogen die folgenden Themenbereiche ab:

- Soziodemographie (Alter, Geschlecht, Haushaltskontext, ...)
- Verfügbarkeit bzw. Besitz von Mobilitätstools (PKW, Zeitkarte für den ÖV, Mitgliedschaften bei Mobilitätsdienstleistern, etc.)
- Nutzungshäufigkeiten von verfügbaren Verkehrsmitteln
- Einstellungen gegenüber verschiedenen Verkehrsmitteln
- Nutzungsmuster des EVA-Shuttles bzw. Gründe der Nicht-Nutzung
- Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von automatisierten Kleinbussen im Allgemeinen sowie deren Vor- und Nachteile

Insgesamt nahmen 207 Personen an der Befragung teil. Bis auf sechs Personen, die das Angebot des telefonischen Interviews wahrgenommen haben, wurde die Befragung von allen TeilnehmerInnen online durchgeführt. Die große Mehrheit (ca. 80%) der TeilnehmerInnen sind durch die Postwurfsendung auf die Erhebung aufmerksam geworden. Durch die Aushänge konnten nur zwei TeilnehmerInnen rekrutiert werden. Die verbleibenden 34 TeilnehmerInnen verteilen sich etwa gleichmäßig auf die übrigen Rekrutierungskanäle. Die lokalen Rekrutierungsmaßnahmen haben dazu geführt, dass knapp 95% der TeilnehmerInnen in Weiherfeld-Dammerstock wohnhaft sind. Aber auch die verbleibenden TeilnehmerInnen konnten durch ihren Arbeitsort, den Wohnort von Verwandten bzw. Bekannten oder einen Wohnort im angrenzenden Stadtteil einen Bezug zu Weiherfeld-Dammerstock aufweisen. Nach Durchführung einer Plausibilisierung der Daten auf widersprüchliche oder stark lückenhafte Angaben konnten 202 Personen für die weiteren Analysen verwendet werden.

5. Ergebnisse

Unter allen TeilnehmerInnen haben insgesamt 38 Personen angegeben, das Angebot des EVA-Shuttles genutzt zu haben. Entsprechend haben knapp 81% der BefragungsteilnehmerInnen das Angebot nicht genutzt. Tabelle 1 vergleicht die soziodemographischen Merkmale der BefragungsteilnehmerInnen, unterschieden nach NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen des Angebots. Bezüglich der Verteilung des Geschlechts entspricht die Gruppe der Nicht-NutzerInnen nahezu exakt der amtlichen Bevölkerungsstatistik von Weiherfeld-Dammerstock (vgl. 52,3% weiblich, 47,7% männlich) (Stadt Karlsruhe 2022). Die Gruppe der NutzerInnen besteht hingegen zu zwei Dritteln aus männlichen Personen und weicht damit deutlich von der amtlichen Geschlechterverteilung ab. Das Angebot des EVA-Shuttles war das erste seiner Art in der Region Karlsruhe. Dass der Betrieb zeitlich begrenzt zum Testen des Angebots angedacht war, unterstreicht die Neuartigkeit des Angebots. Daher gehen wir davon aus, dass NutzerInnen des EVA-Shuttles vorrangig der Stufe der „early adaptors“ einer neuen Technologie zugeordnet werden können. Vergleichbare Studien haben bereits gezeigt, dass „early adaptors“, insbesondere von neuartigen On-Demand Mobilitätsangeboten vorrangig männlich sind, was mit unserer Analyse übereinstimmt (Kawgan-Kagan 2015). Bezüglich der Altersverteilung ist festzuhalten, dass in beiden Gruppen die junge Bevölkerung im Vergleich zu den BewohnerInnen von Weiherfeld-Dammerstock unterrepräsentiert sind. Der Vergleich der Altersverteilung zwischen der Gruppe der NutzerInnen und der Nicht-NutzerInnen zeigt, dass die NutzerInnen des EVA-Shuttles tendenziell jünger sind als die Nicht-NutzerInnen. Hier liegt ein Zusammenhang mit dem Zugang zum EVA-Shuttle nahe. Eine Fahrt mit dem EVA-Shuttle musste über eine App angefordert werden und setzte damit die Nutzung eines Smartphones voraus. Diese sind in der jüngeren Bevölkerung stärker verbreitet als in der älteren Bevölkerung.

Sowohl in der Gruppe der NutzerInnen als auch der Nicht-NutzerInnen machen die Vollzeitarbeitenden mit jeweils knapp 45% den größten Anteil aus. In Ausbildung befindliche Personen (SchülerInnen, Auszubildende, Studierende) sind in beiden Gruppen nur in geringem Ausmaß vertreten, was insbesondere auf die Unterrepräsentanz der jüngeren Altersgruppen zurückgeführt werden kann. Auffällig ist, dass der Anteil der RentnerInnen an den NutzerInnen des EVA-Shuttles knapp sieben Prozentpunkte über dem in der Gruppe der Nicht-NutzerInnen liegt. Dieser Unterschied lässt sich nicht mit einem ebenfalls höheren Anteil der älteren Bevölkerung an der Gruppe der NutzerInnen erklären. Da auch kein Zusammenhang zu möglichen gesundheitlichen Einschränkungen in

der Mobilität im Rahmen der Erhebung festgestellt werden konnte, liegt die Vermutung nahe, dass RentnerInnen durch den Wegfall beruflicher Verpflichtungen im Allgemeinen ihren Alltag zeitlich flexibler gestalten können und damit eher zur Nutzung eines derartigen, neuen Angebots neigen. Auch hinsichtlich der Haushaltsgröße und -zusammensetzung unterscheiden sich beide Gruppen. In der Gruppe der NutzerInnen sind Haushalte mit tendenziell mehr Haushaltsmitgliedern stärker vertreten als in der Gruppe der Nicht-NutzerInnen. Dieser Effekt ist auf die Haushaltszusammensetzung zurückzuführen. Denn in knapp 40% der Haushalte der NutzerInnen gibt es Kinder, während dieser Anteil in der Gruppe der Nicht-NutzerInnen lediglich ca. 26% beträgt.

Tabelle 1: Soziodemographische Merkmale der BefragungsteilnehmerInnen

	NutzerInnen (N= 38)	Nicht- NutzerInnen (N = 164)
Geschlecht		
weiblich	13 (34,21%)	86 (52,44%)
männlich	25 (65,79%)	77 (46,95%)
divers	0 (0%)	1 (0,61%)
Alter		
< 18 Jahre	1 (2,63%)	1 (0,61%)
18-24 Jahre	1 (2,63%)	3 (1,83%)
25-44 Jahre	13 (34,21%)	46 (28,05%)
45-64 Jahre	16 (42,11%)	80 (48,78%)
> 64 Jahre	7 (18,42%)	34 (20,73%)
Beruf		
Vollzeit	17 (44,74%)	73 (44,51%)
Teilzeit	7 (18,42%)	40 (24,39%)
In Ausbildung	3 (7,89%)	5 (3,05%)
RentnerIn	11 (28,95%)	35 (21,34%)
Hausfrau/-mann	0 (0,00%)	8 (4,88%)
Elternzeit	0 (0,00%)	3 (1,83%)
Haushaltsgröße		
1 Person	7 (18,42%)	33 (20,12%)
2 Personen	13 (34,21%)	77 (46,95%)
3-4 Personen	17 (44,74%)	44 (26,83%)
5-6 Personen	1 (2,63%)	10 (6,10%)
Kinder im HH		
Ja	15 (39,47%)	43 (26,22%)
Nein	23 (60,53%)	121 (73,78%)

Des Weiteren haben wir die Verfügbarkeit bzw. den Besitz von Mobilitätstools wie z.B. die Anzahl von PKW im Haushalt oder die Mitgliedschaft bei einem Carsharing-Anbieter unterschieden nach NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen des Angebots analysiert. Dabei fällt zunächst auf, dass die NutzerInnen des EVA-Shuttles mehr Mobilitätstools gleichzeitig besitzen bzw. darüber verfügen und damit eher dazu ten-

dieren, ein multimodales Mobilitätsverhalten aufzuweisen als Nicht-NutzerInnen. Die Ergebnisse des Vergleichs der einzelnen Mobilitätstools werden in Abbildung 2 dargestellt. Während TeilnehmerInnen aus beiden Gruppen eine ähnliche hohe Besitzquote von über 95% von einem Führerschein aufweisen, zeigt die Gruppe der Nicht-NutzerInnen eine um acht Prozentpunkte höher liegende PKW-Besitzquote. Der Anteil der TeilnehmerInnen, die ein konventionelles Fahrrad besitzen, ist in beiden Gruppen ähnlich hoch und stimmt mit dem deutschen Bundesdurchschnitt überein (Eggs et al. 2018). Weiterhin fällt auf, dass die NutzerInnen des EVA-Shuttles eine um jeweils zehn Prozentpunkte höhere Besitzquote sowohl einer Zeitkarte für den ÖV als auch einer BahnCard der Deutschen Bahn aufweisen. Die NutzerInnen des EVA-Shuttles zeigen damit eine stärkere ÖV-Affinität als die Nicht-NutzerInnen. Darüber hinaus zeigt auch der Vergleich der Anteile der Mitgliedschaften der BefragungsteilnehmerInnen bei Anbietern neuer Mobilitätsformen Unterschiede zwischen beiden Gruppen. NutzerInnen des automatisierten Kleinbusses sind demnach häufiger Mitglied bei Anbietern von Bikesharing, Carsharing und E-Scootern. Bei Bike-sharing-Anbietern sind die Unterschiede zwar gering, bei Carsharing- und E-Scooter-Anbietern mit über 10 Prozentpunkten dafür umso deutlicher ausgeprägt. NutzerInnen von automatisierten Kleinbussen wie dem EVA-Shuttle können daher als aufgeschlossener gegenüber anderen neuen Mobilitätsformen eingeordnet werden.

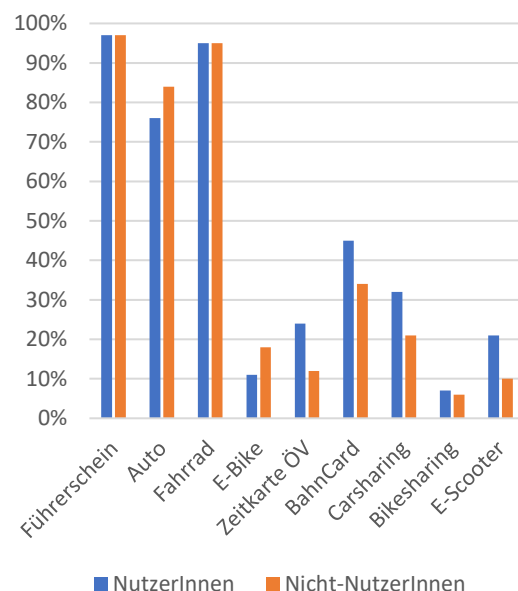


Abbildung 2: Vergleich der Verfügbarkeit bzw. des Besitzes von Mobilitätstools

Als nächstes haben wir die Nutzungshäufigkeit von Verkehrsmitteln analysiert. Die TeilnehmerInnen wurden in der Befragung gebeten, auf einer 6-stufigen

gen Skala (1 = (fast) täglich, 2 = an 1-3 Tagen pro Woche, 3 = an 1-3 Tagen pro Monat, 4 = seltener als 1 Tag pro Monat, 5 = seltener als 1 Tag pro Jahr, 6 = noch nie genutzt) anzugeben, wie häufig sie welches Verkehrsmittel in der Regel in ihrem Alltag verwenden. Nicht verfügbare Verkehrsmittel, z.B. durch eine fehlende Mitgliedschaft bei einem Carsharing-Anbieter wurden den TeilnehmerInnen nicht zur Auswahl gestellt. In Tabelle 2 werden die Mittelwerte der kategorialen Häufigkeitsangaben angezeigt. Ein kleinerer Wert steht hierbei entsprechend obiger Kategoriendefinition für eine häufigere Nutzung.

Tabelle 2: Mittelwerte der Nutzungshäufigkeiten verschiedener Verkehrsmittel (größere Werte bedeuten eine seltenere Nutzung)

	NutzerInnen	Nicht-NutzerInnen
PKW	2,34	2,00
Fahrrad	1,69	1,75
E-Bike	1,75	1,73
Bus	3,76	4,45
S-Bahn/Tram/ Straßenbahn	3,52	3,95
Regionalzug	4,13	4,25
Öffentlicher Fernverkehr	4,16	4,29
Carsharing	3,83	3,73
Bikesharing	4,00	4,30
E-Scooter	4,25	3,76
Taxi	5,08	5,09

Der Vergleich der Nutzungshäufigkeiten verschiedener Verkehrsmittel zwischen NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles bestätigt im Wesentlichen die Erkenntnisse aus der Analyse der Mobilitätstools. NutzerInnen des automatisierten Kleinbusses besitzen nicht nur weniger häufig ein Auto, sondern nutzen dieses auch seltener im Alltag als Nicht-NutzerInnen. Im Gegensatz dazu nutzen sie den öffentlichen Verkehr häufiger als die Nicht-NutzerInnen des automatisierten Kleinbusses und zeigen damit auch in ihrem Verkehrsmittelnutzungsverhalten eine relative ÖV-Affinität. Die Unterschiede sind insbesondere bei den für den Karlsruher Stadtverkehr relevanten öffentlichen Verkehrsmitteln wie dem Bus und der S-Bahn/Tram/Straßenbahn zu beobachten, gelten aber ebenso für den öffentlichen Regional- und Fernverkehr. Die häufigere Nutzung hängt dabei mit dem ebenso höheren Anteil an Zeitkarten- sowie BahnCard-InhaberInnen in der Gruppe der NutzerInnen zusammen. Dennoch nutzen beide Gruppen im Durchschnitt den PKW häufiger als den öffentlichen Verkehr.

Sowohl die NutzerInnen als auch die Nicht-NutzerInnen des Kleinbusses verwenden mehrmals pro

Woche und damit am häufigsten das Fahrrad bzw. E-Bike, sofern sie eins besitzen. Dabei unterscheiden sich die Nutzungshäufigkeiten zwischen beiden Gruppen nur geringfügig und kann als ähnlich betrachtet werden. Gleiches gilt für das in beiden Gruppen am seltensten genutzte Verkehrsmittel des Taxis. Sowohl die NutzerInnen als auch die Nicht-NutzerInnen verwenden dieses Verkehrsmittel in der Regel seltener als einmal pro Jahr. Auffällig sind hingegen die Nutzungshäufigkeiten der neuen Mobilitätsformen. Diese werden von beiden Gruppen eher seltener als einmal pro Monat genutzt. Obwohl die NutzerInnen zu einem höheren Anteil Mitglied bei einem Car- oder Bikesharing sowie E-Scooter-Anbieter sind, nutzen sie insbesondere Carsharing und E-Scooter seltener in ihrem Alltag als Nicht-NutzerInnen. In Anbetracht der geringeren Mitgliedschaftsanteile dieser Gruppe, könnte man daraus schließen, dass Nicht-NutzerInnen, die sich für eine Carsharing- oder E-Scooter-Mitgliedschaft entschieden haben, diese Verkehrsmittel dann auch bewusster und häufiger in ihrem Alltag nutzen. Dennoch sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Nutzungshäufigkeiten der neuen Mobilitätsformen aufgrund der kleinen Stichprobe (z.B. 8 E-Scooter-Mitglieder unter den NutzerInnen) nur schwer statistisch valide interpretiert werden können.

Die BefragungsteilnehmerInnen wurden im weiteren Verlauf der Erhebung nach den Einstellungen zu verschiedenen Verkehrsmitteln befragt, um Motive hinter der Nutzung verschiedener Verkehrsmittel ableiten zu können. Dazu wurde das im Verkehrswesen etablierte und vielfach getestete Item-Set von Hunecke et al. (2007) sowie Steg (2005) herangezogen. Die BefragungsteilnehmerInnen bewerten dabei auf einer 5-stufigen Likert-Skala (1 = trifft voll zu, 5 = trifft gar nicht zu) verschiedene Verkehrsmittel-bezogene Aussagen. Eine Auswahl der Antworten der BefragungsteilnehmerInnen ist in Abbildung 3 dargestellt.

Knapp zwei Drittel der Nicht-NutzerInnen stimmen der Aussage mindestens teilweise zu, dass sie sich im Auto sicher und geschützt fühlen. In der Gruppe der NutzerInnen fällt dieser Anteil geringer aus. Gleichzeitig erfährt die Aussage, dass einem fremde Personen in öffentlichen Verkehrsmitteln manchmal auf unangenehme Weise zu nahekommen, eine höhere Zustimmung bei den Nicht-NutzerInnen als bei den NutzerInnen des automatisierten Kleinbusses. Beide Motive können Gründe dafür sein, warum Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles häufiger den PKW in ihrem Alltag nutzen und im Umkehrschluss seltener den ÖV. Weiterhin hindern Umstiege und Wartezeiten Nicht-NutzerInnen des Kleinbusses stärker an der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln als NutzerInnen. Das könnte auch dazu führen, warum Nicht-NutzerInnen verstärkt eher zustimmen, dass es für sie schwie-

Umstiege und Wartezeiten hindern mich an der Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln.

Ich bin gerne mit dem Rad unterwegs.

Für mich ist es schwierig, alltägliche Wege mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen.

Ich kann meinen Alltag sehr gut ohne Auto gestalten.

Klima- und Umweltschutz sind mir bei der Verkehrsmittelwahl wichtig.

In öffentlichen Verkehrsmitteln kommen mir fremde Personen manchmal auf unangenehme Weise zu nahe.

Im Auto fühle ich mich sicher und geschützt.

◆ NutzerInnen ◆ Nicht-NutzerInnen

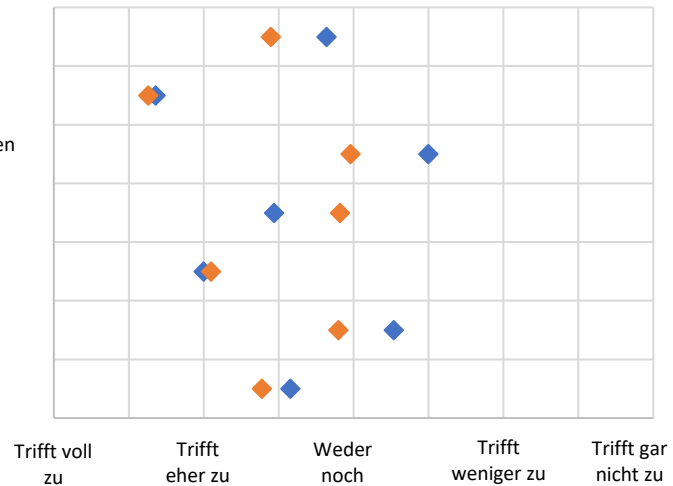


Abbildung 3: Einstellungen zu Verkehrsmitteln; unterschieden nach NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles

rig ist, alltägliche Wege mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen. Mit dem Ziel in der Zukunft mithilfe von automatisierten Kleinbussen den Umstieg auf den übrigen öffentlichen Verkehr zu vereinfachen und z.B. durch die im On-Demand Betrieb mögliche Haustürabholung auch Wartezeiten zu reduzieren, könnten vielleicht auch bisherige Nicht-NutzerInnen stärker zu einer Nutzung der Kleinbusse und damit des öffentlichen Verkehrs bewegt werden. Der automatisierte Kleinbus muss dabei dazu beitragen, die Verwendung des öffentlichen Verkehrs zu vereinfachen.

Darüber hinaus geben weniger Nicht-NutzerInnen als NutzerInnen an, ihren Alltag auch sehr gut ohne Auto gestalten zu können. Sie scheinen stärker von ihrem Auto abhängig zu sein als die Gruppe der NutzerInnen. Interessant ist, dass sowohl die NutzerInnen als auch die Nicht-NutzerInnen dem Klima- und Umweltschutz bei der Verkehrsmittelwahl eine hohe Wichtigkeit beimessen. Dies legt den Verdacht nahe, dass auch Nicht-NutzerInnen für den Klima- und Umweltschutz auf das Auto verzichten würden, wenn sie eine geringere Abhängigkeit vom PKW in ihrem Alltag erfahren würden und somit einfache Alternativen zur Verfügung hätten. Das generell hohe Klima- und Umweltbewusstsein bei der Verkehrsmittelwahl beider Gruppen steht im Einklang damit, dass sowohl die NutzerInnen als auch die Nicht-NutzerInnen das Fahrrad als häufigstes Verkehrsmittel wählen. Passend dazu haben mindestens vier von fünf BefragungsteilnehmerInnen aus beiden Gruppen angegeben, gerne mit dem Rad unterwegs zu sein. Dabei liegt die Zustimmung unter den Nicht-NutzerInnen noch etwas über der Gruppe der NutzerInnen des automatisierten Kleinbusses.

Ein besonderes Augenmerk wurde in der Erhebung auf die Untersuchung der tatsächlichen Nutzungsmuster des EVA-Shuttles gelegt. Unter den 38 NutzerInnen der Erhebung haben 60% angegeben, den EVA-Shuttle lediglich einmal genutzt zu haben. 34% haben den Kleinbus zwei- bis dreimal genutzt. Mehr als sechsmal wurde der EVA-Shuttle von keiner befragten Person genutzt. Dabei hätte die Nutzungshäufigkeit des Kleinbusses höher ausfallen können, denn bei etwa zwei Drittel der befragten NutzerInnen konnte ein Fahrtwunsch mit dem EVA-Shuttle mindestens einmal nicht bedient werden. Dennoch haben drei von vier befragten NutzerInnen angegeben, sich auch in Zukunft die Nutzung eines automatisierten Kleinbusses wie dem EVA-Shuttle vorstellen zu können. Um besser zu verstehen, wie der automatisierte Kleinbus durch die NutzerInnen eingesetzt wurde, wurden diese in der Erhebung gebeten, ihre maximal drei letzten Wege, auf denen sie den Kleinbus genutzt haben, in Form eines angepassten Wegtagebuchs genauer zu charakterisieren. Auf diese Weise konnte Einblick in insgesamt 43 berichtete Wege mit dem EVA-Shuttle gewonnen werden. Nicht alle TeilnehmerInnen, die mehr als einen Weg mit dem Kleinbus zurückgelegt haben, haben auch über weitere Wege berichtet, was die Zahl geringer ausfallen lässt als die theoretisch mögliche Anzahl an berichteten Wegen.

Die Analyse der Nutzungszeiten des EVA-Shuttles zeigt, dass über die Hälfte der berichteten Wege (56%) zwischen Freitag und Sonntag zurückgelegt wurden, wobei die meisten Wege (25%) an einem Samstag berichtet wurden. Während in der ersten Phase des Publikumsbetriebs der Shuttle täglich fuhr, wurden die Betriebszeiten in der zweiten Testphase auf Samstag und Sonntag eingeschränkt. Daher war eine Häufung der berichteten Wege am Wochen-

ende zu erwarten. Alle berichteten Wege haben zwischen 10 Uhr und 17 Uhr stattgefunden und liegen damit innerhalb der Betriebszeiten des Shuttles. Auffällig sind deutliche Spitzen der Nutzung am Vormittag (10 Uhr - 12 Uhr) und Nachmittag (14 Uhr - 16 Uhr). Während dieser Spitzen haben etwa zwei Drittel der berichteten Wege mit dem EVA-Shuttle stattgefunden. Die TeilnehmerInnen wurden auch gebeten, die Fahrzeit des EVA-Shuttles anzugeben. Diese betrug unter den Befragten durchschnittlich 13 Minuten. Die Verteilung der angegebenen Fahrzeiten ist in Abbildung 4 dargestellt. In Anbetracht der Größe des Bedienegebiets des EVA-Shuttles und den damit verbundenen recht kurzen Strecken, die mit dem Kleinbus zurückgelegt werden können, sind die Fahrzeiten verhältnismäßig lang. Dies ist, neben der zumeist auf maximal 12 km/h gedeckelten Fahrgeschwindigkeit auch mit der Sperrung der zentralen Durchfahrstraße zu erklären, wodurch größere Umwege zurückgelegt werden mussten. Zudem haben die Befragten einen durchschnittlichen Besetzungsgrad von 2,5 Personen während ihrer Fahrt berichtet, während sie selbst zumeist ohne BegleiterInnen unterwegs waren. Daraus resultieren durch das flexible On-Demand Konzept des EVA-Shuttles eine höhere Stoppzahl als wenn man das Fahrzeug alleine benutzen würde. Dies wirkt sich zusätzlich zur niedrigen Fahrgeschwindigkeit negativ auf die Fahrzeit aus.

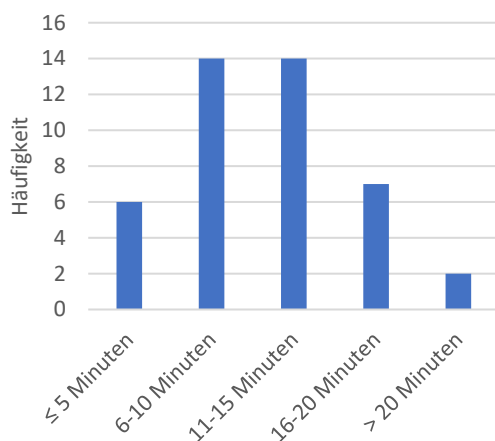


Abbildung 4: Verteilung der berichteten Fahrzeiten im EVA-Shuttle

Die Analyse der Wegezwecke der berichteten Wege, auf denen der EVA-Shuttle genutzt wurde, zeigt, dass zwei Drittel aller Wege zum Austesten des neuen Dienstes durchgeführt wurden. Am zweithäufigsten (14%) wurde der EVA-Shuttle auf Freizeitwegen eingesetzt, gefolgt von jeweils 7% auf Wegen zum Arztbesuch oder Einkaufswegen (vgl. Abbildung 5). Darüber hinaus lag bei über 90% der berichteten Wege sowohl Start als auch Ziel innerhalb von Weiherfeld-Dammerstock. Der EVA-Shuttle wurde daher

primär zur Erschließung des eigenen Stadtteils eingesetzt als zur Anknüpfung an andere Stadtteile. Die Untersuchung der genauen Start- und Zielorte der Wege, auf denen der EVA-Shuttle genutzt wurde, offenbart zudem, dass etwas knapp die Hälfte der Wege einen Start- und/oder Zielort außerhalb des Bedienegebiets des Kleinbusses aufweisen. Der EVA-Shuttle wurde daher vermehrt auch auf Wegekettens eingesetzt. Bis auf wenige Ausnahmen haben die Befragten den Zu- und Abgangsweg zum/vom EVA-Shuttle zu Fuß zurückgelegt, was wiederum zeigt, dass der Kleinbus vorrangig als Erschließungsverkehrsmittel des eigenen Stadtteils eingesetzt wurde.

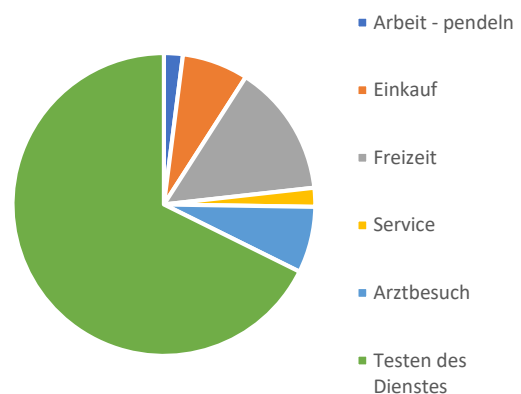


Abbildung 5: Verteilung der Wegezwecke

Da der EVA-Shuttle im On-Demand-Betrieb fuhr, mussten Fahrten über eine App angefordert werden, wodurch je nach Buchungslage unterschiedlich lange Wartezeiten entstehen konnten. Daher wurden die BefragungsteilnehmerInnen gebeten, ihre Wartezeit auf den EVA-Shuttle anzugeben. Darüber hinaus wurden sie gefragt, wie lange sie maximal bereit gewesen wären, zu warten. Der Vergleich beider Zeitangaben ist in Abbildung 6 als Differenzfunktion über alle NutzerInnen hinweg dargestellt. Es wird klar, dass die NutzerInnen unserer Stichprobe zumeist kürzer warten mussten als sie bereit gewesen wären. Auch der intrapersonelle Vergleich bestätigt dies, denn es gab lediglich drei NutzerInnen, die länger warten mussten als sie eigentlich dazu bereit gewesen wären.

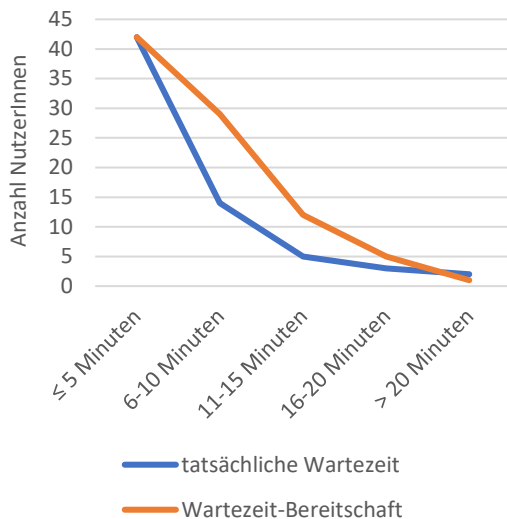


Abbildung 6: Vergleich der tatsächlichen Wartezeit mit der Wartezeit-Bereitschaft

Von Interesse sind aber nicht nur die Nutzungsmuster der Personen, die den EVA-Shuttle tatsächlich verwendet haben, sondern auch die Motive, warum Nicht-NutzerInnen das Angebot nicht wahrgenommen haben. Dazu wurden den BefragungsteilnehmerInnen mögliche Gründe der Nicht-Nutzung vorgeschlagen, die sie auswählen konnten. Zudem hatten sie die Option über „Sonstiges“ ergänzende Gründe zu berichten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt. Zwei von drei Befragten haben demnach angegeben, keinen Bedarf im EVA-Shuttle gesehen und ihn deswegen nicht genutzt zu haben. Der Mangel an Bedarf des Kleinbusses ist der mit Abstand am häufigsten ausgewählte Grund. Ergänzend wurde unter „Sonstiges“ häufiger berichtet, dass man andere Verkehrsmittelpräferenzen habe, von der man eine Abkehr für nicht notwendig erachte und deshalb keinen Bedarf am Kleinbus habe. Zudem konnte ein Zusammenhang zwischen dem Mangel an Bedarf sowie der Geschwindigkeit des Kleinbusses hergestellt werden, was als zweithäufigster Grund von jedem/r dritten Nicht-NutzerIn angegeben wurde. Aufgrund der niedrigen Geschwindigkeit des Kleinbusses haben BefragungsteilnehmerInnen angegeben, keinen Bedarf zu sehen, da sie mit anderen Verkehrsmitteln schneller an ihr Ziel gelangen.

Jeder Fünfte hat den Kleinbus aufgrund des Buchungsprozesses nicht genutzt, was damit der dritthäufigste Grund war. Über Freitextangaben haben Befragte ergänzend angegeben, dass sie den Buchungsprozess generell als kompliziert empfunden haben und die alternativlose Smartphone-Nutzung zur Buchung einer Fahrt ein Ausschlusskriterium zur Nutzung des EVA-Shuttles war. Auch die mangelnde Verfügbarkeit des EVA-Shuttles wurde als Hinderungsgrund an der Nutzung genannt. Tatsächlich haben 14% der Nicht-NutzerInnen angegeben, dass sie

den automatisierten Kleinbus nutzen wollten, aber ihre Fahrtanfrage nicht bedient werden konnte. Dieser Anteil ist zwar geringer als in der Gruppe der NutzerInnen, aber dennoch nicht vernachlässigbar. Mit einer höheren Verfügbarkeit des EVA-Shuttles hätte demnach die Anzahl der NutzerInnen gesteigert werden können. Nur zu einem geringen Anteil lagen die Gründe der Nicht-Nutzung an dem Fahrverhalten des Fahrzeugs oder an Sicherheitsbedenken bezüglich der Technik der Automatisierung. Weitere sonstige Gründe der Nicht-Nutzung, die von den Befragten angegeben wurden, waren vor allem externer Natur. Zum einen wurde die aktuelle Corona-Situation und der damit verbundenen Vermeidung des öffentlichen Verkehrs als Hinderungsgrund genannt. Befragte haben auch berichtet, dass sie keine Zeit hatten, das Angebot zu testen oder dass ihnen gar nicht bewusst war, dass die Kleinbusse schon benutzt werden durften. Sie hatten den Testbetrieb unter Ausschluss der Öffentlichkeit verstanden.

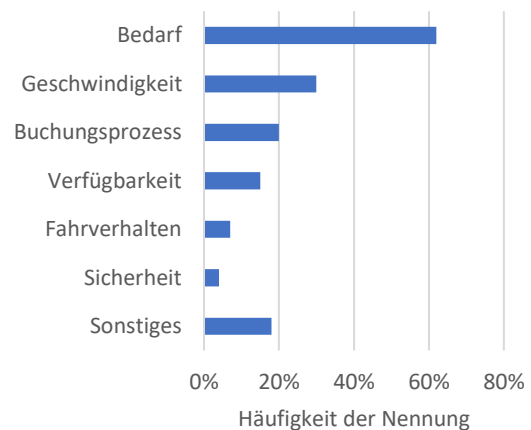


Abbildung 7: Gründe der Nicht-Nutzung des EVA-Shuttles

Obwohl ein großer Teil der BefragungsteilnehmerInnen den EVA-Shuttle aus unterschiedlichen Gründen nicht genutzt hat, haben trotzdem zwei von drei Nicht-NutzerInnen angegeben, sich in Zukunft die Nutzung eines Kleinbusses wie dem EVA-Shuttle vorstellen zu können. Sie zeigen damit eine grundlegende Bereitschaft gegenüber dem neuen Verkehrsmittel, welche sich durch den Abbau zuvor genannter Gründe der Nicht-Nutzung perspektivisch in eine tatsächliche Nutzung eines automatisierten Kleinbusbetriebs wandeln könnte.

Wie sich sowohl die NutzerInnen als auch die Nicht-NutzerInnen die perspektivische Nutzung eines automatisierten Kleinbusses in Zukunft vorstellen und welche Vor- und Nachteile sie in einem Kleinbusbetrieb sehen, wurde ebenfalls im Rahmen der Erhebung untersucht (vgl. Abbildung 8). Die Befragten

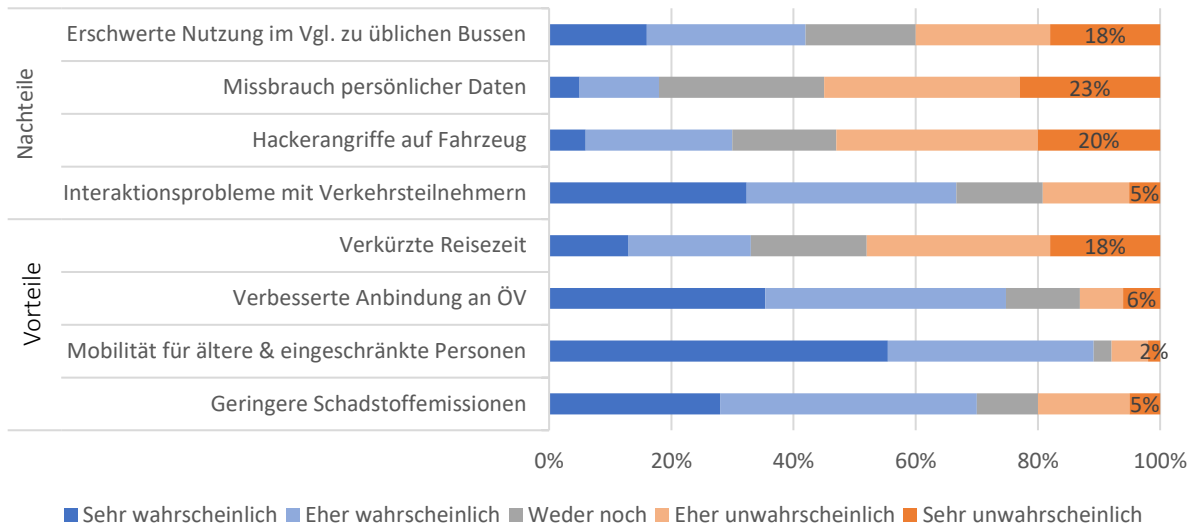


Abbildung 8: Vor- und Nachteile der Nutzung automatisierter Kleinbusse

haben angegeben, dass sie einen Betrieb von automatisierten Kleinbussen eher im urbanen als im ländlichen Raum für sinnvoll erachten. Dabei war die Zustimmung für einen Betrieb an den Stadträndern höher als in den Stadtzentren. Bezüglich der Betriebsform könnten sich die Befragten die Nutzung eines automatisierten Kleinbusbetriebs vor allem als Zubringer zu Haltestellen anderer öffentlicher Nahverkehrsangebote oder als Shuttle in fest definierten Anwendungsbereichen (z.B. Betriebsgelände) vorstellen. Dem potentiellen Einsatz von Kleinbussen als Ersatz für den herkömmlichen Busbetrieb wurde von Befragten weniger Bedeutung zugemessen.

Den größten Nachteil eines Kleinbusbetriebs sehen die Befragten in möglichen Interaktionsproblemen, die das automatisierte Fahrzeug mit anderen VerkehrsteilnehmerInnen haben könnte. Dies halten zwei von drei Befragten für wahrscheinlich, obwohl Sicherheitsbedenken nur selten der Grund für eine tatsächliche Nicht-Nutzung des EVA-Shuttles waren. Die Befragten scheinen daher genug Vertrauen in die Sicherheit der Busse zu haben, wohlwissend, dass noch Probleme während der Fahrt auftreten können. Dass Hackerangriffe auf einen Kleinbus ausgeübt werden könnten oder persönliche Daten wie z.B. Standortinformationen missbraucht werden könnten, halten mehr als die Hälfte der Befragten für unwahrscheinlich. Über 40% der Befragten sieht Probleme darin, dass die Nutzung eines Kleinbusses schwieriger sein könnte als in herkömmlichen Bussen. In Anbetracht der berichteten Gründe der Nicht-Nutzung scheint dies vorrangig an der Notwendigkeit und Komplexität der Buchung per App zu liegen.

Bezüglich der erwarteten Vorteile eines automatisierten Kleinbusbetriebs sticht vor allem die Ermöglichung von Mobilität für ältere und mobilitätseingeschränkte Personen hervor. 90% der Befragten hält das Eintreten dieses Vorteils für wahrscheinlich. Drei von vier Befragten erwarten zudem eine verbesserte Anbindung an den übrigen öffentlichen Verkehr. Dies passt sehr gut zur Einschätzung, dass die Befragten großes Potential im Kleinbusbetrieb als Zubringer zu anderen Nahverkehrsangeboten sehen. Vermutlich bedingt durch den elektrischen Antrieb der Fahrzeuge halten knapp 70% der Befragten geringere Schadstoffemissionen durch den Einsatz automatisierter Kleinbusse für wahrscheinlich. Die Erwartung an verkürzte Reisezeiten, die sich durch die Verwendung automatisierter Kleinbusse ergeben könnten, sind dagegen eher gering ausgeprägt, was u.a. an den aktuell niedrigen Geschwindigkeiten der Kleinbusse liegen kann.

6. Zusammenfassung

Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Haushaltsbefragung zum EVA-Shuttle sind im Einklang mit den Ergebnissen anderer Forschung. Personen sind prinzipiell der Nutzung eines automatisierten Kleinbusbetriebs positiv gegenüber eingestellt. NutzerInnen des Kleinbusses zeigten sich generell offener gegenüber neuen Mobilitätsformen und haben eine stärker ausgeprägte Affinität für den öffentlichen Verkehr sowie eine geringere Abhängigkeit vom privaten Auto angegeben als Nicht-NutzerInnen des Angebots. Obwohl der hauptsächliche Nutzungsgrund des EVA-Shuttles das Ausprobieren des Dienstes war, konnte mit der Erhebung ein Potential zur Nutzung eines solchen Dienstes im Alltag aufgedeckt werden, trotz dessen, dass die Fahrten mit dem Kleinbus verhältnismäßig

lange dauerten. Auch in der Gruppe der Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles, konnte in der Erhebung eine generelle Aufgeschlossenheit gegenüber der perspektivischen Nutzung eines automatisierten Kleinbusses aufgezeigt werden.

Die Erhebung hat aber auch hervorbringen können, wie mögliche Anpassungen des Dienstes in der Zukunft aussehen könnten, um die Anzahl der NutzerInnen steigern zu können. Immerhin haben 14% der Nicht-NutzerInnen den EVA-Shuttle konkret nutzen wollen, aber ihre Anfrage konnte nicht bedient werden. So könnte durch eine hinreichend große Fahrzeugflotte die Verfügbarkeit des Dienstes und damit verbunden, die Bereitschaft und Möglichkeit diesen auch zu nutzen, erhöht werden. Doch auch ein komplizierter Buchungsprozess des Dienstes konnte als Hürde für die Nutzung des EVA-Shuttles identifiziert werden. Der alleinige Zugang zu einem automatisierten Kleinbusbetrieb über eine App, die ausschließlich über mobile Endgeräte bedient werden kann, verhindert, dass z.B. Personen ohne Smartphone diesen Dienst nutzen können. Dies betrifft vorrangig die ältere Bevölkerung. Doch genau dieser Gruppe Mobilität zu ermöglichen, wurde in der Befragung als der größte Vorteil eines Kleinbusbetriebs gesehen. In zukünftigen Projekten sollte man daher auch alternative Zugänge zu den Fahrten eines Kleinbusses anbieten, die möglichst einfach sind. Weiterhin konnte die Erhebung zeigen, dass die Kommunikation zur Einführung eines derartigen neuen Dienstes eine wichtige Rolle spielt. Wenn die Leute besser verstehen, wie man den Kleinbus nutzen kann und welche Vorteile er mit sich bringt, könnte eher ein Bedarf in der Nutzung eines automatisierten Kleinbusses gesehen werden. Ein erhöhter Bedarf an einem Kleinbusbetrieb könnte aber auch durch höhere Fahrtgeschwindigkeiten der Kleinbusse erreicht werden, da der Kleinbus dann im Vergleich der Reisezeiten stärker mit anderen Verkehrsmitteln konkurrieren kann.

Die Untersuchung des EVA-Shuttles konnte neben noch zu überwindenden Hürden in der Nutzung auch ein hohes Nutzungspotential der Kleinbusse aufzeigen. Im Gegensatz zu anderen Studien konnte ein größeres Vertrauen in die eingesetzte Technologie nachgewiesen werden, da Sicherheitsbedenken und Probleme mit dem Fahrverhalten der Busse nur wenig berichtet wurden.

Danksagung: Wir danken FZI und ioki für die Kooperation und dem Bürgerverein Weiherfeld-Dammerstock sowie dem Monatsspiegel für ihre Unterstützung bei der Verbreitung der Befragung. Auch den BürgerInnen, die an der Befragung teilgenommen haben, sei gedankt. Die Forschung wurde ermöglicht

durch eine Förderung des Verkehrsministeriums des Landes Baden-Württemberg.

Literatur

Azad, M.; Hoseinzadeh, N.; Brakewood, C.; Cherry, C. R.; Han, L. D. (2019): Fully Autonomous Buses: A Literature Review and Future Research Directions. In: *Journal of Advanced Transportation*, 2019, S. 1–16.

Eggs, J.; Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Nobis, C.; Bäumer, M.; Pfeiffer, M. (2018): Mobilität in Deutschland - MID Methodenbericht. Studie von Infas, DLR, IVT und Infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin.

Hunecke, M.; Haustein, S.; Grischkat, S.; Böhrer, S. (2007): Psychological, sociodemographic, and infrastructural factors as determinants of ecological impact caused by mobility behavior. In: *Journal of Environmental Psychology*, 27 (4), S. 277–292.

Kawgan-Kagan, I. (2015): Early adopters of carsharing with and without BEVs with respect to gender preferences. In: *European Transport Research Review*, 7 (4).

Klinkhardt, C.; Kagerbauer, M. (2021): RABus: the autonomous bus trial underway in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter <https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/122746/rabus-trial/>, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Kostorz, N.; Behren, S. von; Kagerbauer, M.; Vortisch, P. (2020a): Examining the Acceptance for Autonomous Transit Feeders Using a Hybrid Choice Model. In: 2020 Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS) (2020 Forum on Integrated and Sustainable Transportation Systems (FISTS)), 2020, Delft, South Holland Province, Netherlands.

Kostorz, N.; Hilgert, T.; Kagerbauer, M. (2020b): Automatisierte Kleinbusse im Öffentlichen Personennahverkehr - Akzeptanz und Nutzungsintentionen in Deutschland. In: *Journal für Mobilität und Verkehr*, (2), S. 23–32.

Mantel, R. (2021): Akzeptanz eines automatisierten Shuttles in einer Kleinstadt Analyse anhand einer Trendstudie und Fahrgastbefragung. In: *Journal für Mobilität und Verkehr*, (8), S. 25–35.

Rauh, J.; Appel, A.; Graßl, M. (2020): Empirische Beobachtungen zur Akzeptanz des Pilotprojektes „Autonom fahrender Kleinbus“ unter den Bürger*innen

von Bad Birnbach. In: Riener, A.; Appel, A.; Dorner, W.; Huber, T.; Kolb, J. C.; Wagner, H. (Hrsg.): *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 159–176.

SAE International (2021): *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles (J3016)*.

Stadt Karlsruhe (2022): *Statistikatlas Karlsruhe. Jahr 2021*. Online verfügbar unter <https://web5.karlsruhe.de/Stadtentwicklung/statistik/atlas/>, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Steg, L. (2005): *Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use*. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39 (2-3), S. 147–162.

TÜV Süd (2021): *EVA-Shuttles in Karlsruhe erreichen erstmals in Deutschland eine SAE-Level 4 Fahrfunktion im ÖPNV*.

VDV: *Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland*. Online verfügbar unter <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>, zuletzt geprüft am 14.02.2022.

Wilde, M.; Rebhan, J. (2021): *Fahrerlose Shuttles im öffentlichen Personennahverkehr: Akzeptanz und Einstellung in der Bevölkerung*. In: Standort.

AutorInnenangaben

M.Sc. Lukas Barthelmes

Akademischer Mitarbeiter
Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, Gebäude 10.30, 76131 Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: lukas.barthelmes@kit.edu

M.Sc. Gabriel Wilkes

Akademischer Mitarbeiter
Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, Gebäude 10.30, 76131 Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: gabriel.wilkes@kit.edu

PD Dr.-Ing. Martin Kagerbauer

Senior Researcher
Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, Gebäude 10.30, 76131 Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: martin.kagerbauer@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Peter Vortisch

Leiter des Instituts für Verkehrswesen
Institut für Verkehrswesen, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, Gebäude 10.30, 76131 Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: peter.vortisch@kit.edu

Über die DVWG

Die Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e. V. (DVWG) ist eine unabhängige und föderal strukturierte, gemeinnützige Vereinigung von Verkehrsfachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Seit über 100 Jahren verfolgt die DVWG das Ziel, aktuelle und perspektivische Fragestellungen im Verkehr aufzugreifen, zu diskutieren und zu publizieren. Dabei befasst sie sich als neutrale Plattform Verkehrsträger übergreifend mit allen Belangen des Verkehrs und orientiert sich an einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung.

Die DVWG wirkt im besonderen Maße für die Förderung des Nachwuchses über das Junge Forum und verleiht verkehrswissenschaftliche Nachwuchspreise. Auf europäischer Ebene widmet sie sich der Zusammenführung von Verkehrsfachleuten aus allen europäischen Staaten unter dem Dach einer Europäischen Plattform der Verkehrswissenschaften (EPTS).

Mitglieder der DVWG sind Studierende und junge Akademiker, Berufstätige und Senioren, aber auch Ingenieurbüros, Verkehrsverbände, Klein- und Mittelstandsunternehmen der Transport- und Verkehrswirtschaft, Kommunen sowie Verwaltungs-, Bildungs- und Forschungseinrichtungen. Den Mitgliedern der DVWG bieten sich hervorragende Möglichkeiten für einen fachspezifischen Informations- und Wissensgewinn, für berufliche Qualifizierung und Weiterbildung und nicht zuletzt auch für den Auf- und Ausbau von Karriere-, Berufs- und Partnernetzwerken.

Impressum

Herausgeberin:
Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft e.V.
Hauptgeschäftsstelle
Weißener Str. 16
13595 Berlin

Tel.: 030/ 293606-0
Fax : 030/ 293606-29
E-Mail: hgs@dvwg.de
Internet: www.dvwg.de

Präsident:
Prof. Dr. Jan Ninnemann

Vereinsregister Amtsgericht Berlin-Charlottenburg VR 23784 B
USt.-IdNr.: DE 227525122

Kontakt Redaktion:
E-Mail: journal@dvwg.de