
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 Bedienebiet 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 Bedienebiet 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 Bedienebiets (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus verkehrt eine Buslinie auf der Hauptachse im 20 Minuten-Takt.



Abbildung 1: Bedienebiet 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 Ausgänge 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.

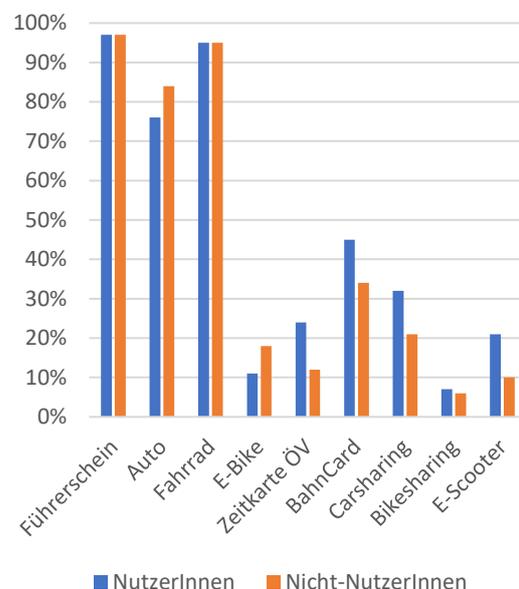


Abbildung 2: Vergleich der Verfügbarkeit bzw. des Besitzes von Mobilitätstools

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

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

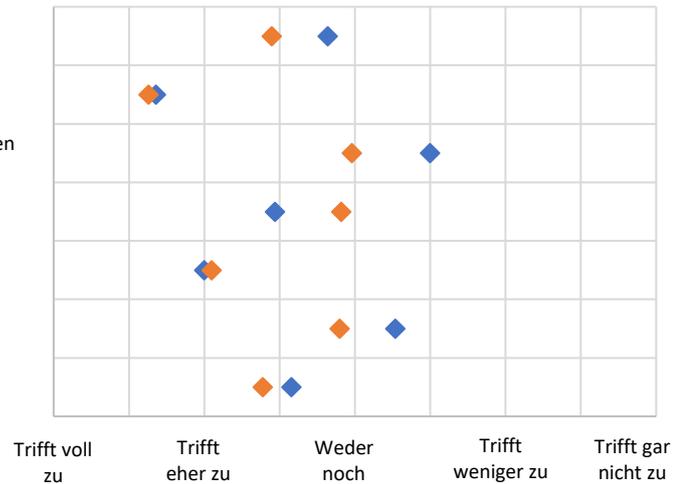


Abbildung 3: Einstellungen zu Verkehrsmitteln; unterschieden nach NutzerInnen und Nicht-NutzerInnen des EVA-Shuttles

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.

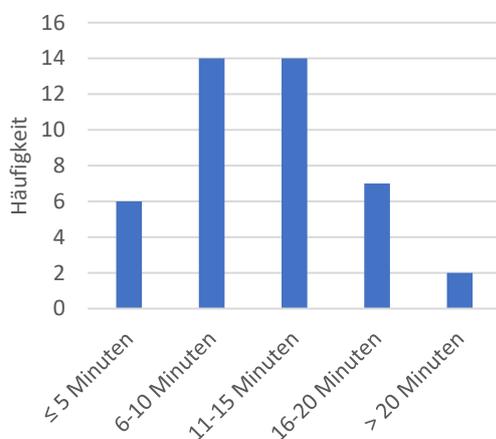


Abbildung 4: Verteilung der berichteten Fahrzeiten im EVA-Shuttle

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.

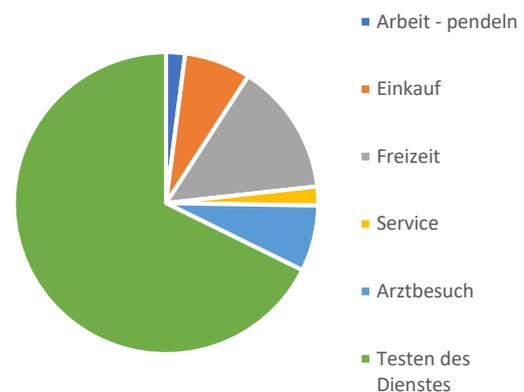


Abbildung 5: Verteilung der Wegezwecke

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.

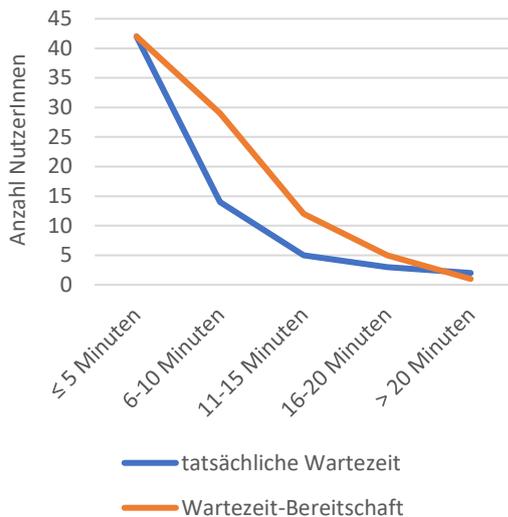


Abbildung 6: Vergleich der tatsächlichen Wartezeit mit der Wartezeit-Bereitschaft

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

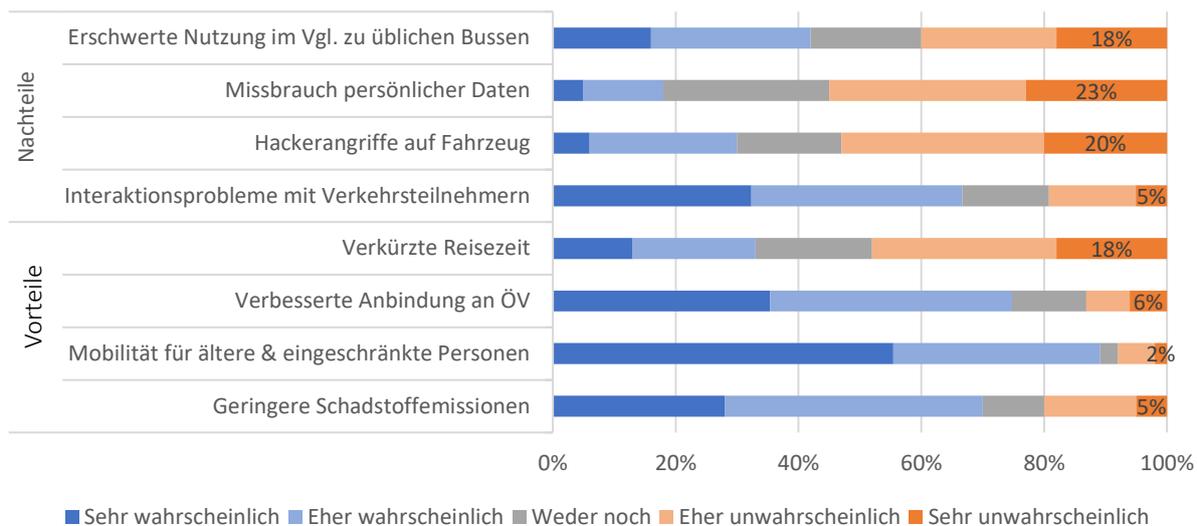


Abbildung 8: Vor- und Nachteile der Nutzung automatisierter Kleinbusse

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