



Deutsche
Verkehrswissenschaftliche
Gesellschaft e.V.

Journal für Mobilität und Verkehr

Mobilitätswandel durch digitale Transformationsprozesse



Inhaltsverzeichnis

Editorial <i>Kerstin Rosenberger</i>	1
Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit einer Robotaxi Flotte - Eine makroskopische Verkehrssimulation in der Stadt Zürich <i>Maximilian Richter, Johannes Hess</i>	2
Rechtliche Herausforderungen sozialer Mobilitätsplattformen – am Beispiel des „Umweltmobilitätshub“ des Research Lab for Urban Transport <i>Petra K. Schäfer, Domenik H. Wendt, Franziska Weiser, Deike Alauda Tamm</i>	14
Akzeptanz eines automatisierten Shuttles in einer Kleinstadt – Analyse anhand einer Trendstudie und Fahrgastbefragung <i>Rebekka Mantel</i>	25
Impressum	

Editorial

Kerstin Rosenberger

Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg, Deutschland

Der Mobilitätssektor ist ein dynamisches Anwendungsfeld neuer digitaler Technologien. Diese bedingen die Mobilität von Menschen sowie die Transportprozesse von Gütern und führen langfristig zu einem bereits deutlich spürbaren Mobilitätswandel. Digitale Produkte wie Navigations-Apps, Buchungsportale und die Möglichkeit zur Sendungsverfolgung sind bereits ein fester Bestandteil unseres Alltags. Darüber hinaus entstehen aber kontinuierlich neue Produkte und Angebote, die unser Verkehrssystem digitalisieren und wandeln.

Besonders im urbanen Raum finden sich immer mehr neue Mobilitätsformen. So beispielsweise Ride-Pooling Angebote (z.B. Moia), Mikromobilitätsfahrzeuge (z.B. E-Scooter), Lufttransporte mit Drohnen (z.B. Medifly) oder neue innerstädtische Logistikhubs zur effizienteren Konsolidierung von Sendungen. Auch Robotaxis, sprich elektrisch angetriebene, autonome On-Demand-Fahrzeuge, sind ein vielfach diskutierter Ansatz, welcher das Mobilitätsverhalten ändern kann und den motorisierten Individualverkehr unattraktiver werden lässt. Zusätzlich zum herkömmlichen Sharing-Gedanken kommt in diesem Beispiel hinzu, dass der Fahrer des Fahrzeuges wegfällt, was erheblichen Einfluss auf die Kostenstruktur der Mobilitätsangebote haben würde (Artikel 1).

Aber auch außerhalb von Metropolen passiert viel, um die Mobilität im ländlichen Raum zu stärken sowie attraktiver und resilienter zu gestalten. Im Vergleich zum urbanen Raum, hat die Zielgruppe allerdings andere Bedürfnisse. Dennoch ist es wichtig auch hier digital zu denken, die Angebote aber an die regionalen Gegebenheiten anzupassen. Ein Anwendungsgebiet stellt hierbei die bedarfsgerechte und nachhaltige Mobilität in suburbanen Wohnquartieren dar, indem Nachfrage und Angebot über eine digitale Plattform geplant, verwaltet und gesteuert werden (Artikel 2). Darüber hinaus gilt es, auch im ländlichen Raum die Kleingüterlogistik zu stärken, indem nicht nur die entsprechenden Transportgefäße und intelligenten Dienstleistungen entwi-

ckelt, sondern auch Geschäftsprozesse und –modelle umgestellt werden.

Bei der Implementierung neuartiger Mobilitätskonzepte ist allerdings unterschiedlichen Herausforderungen zu begegnen. Diese können beispielsweise die rechtlichen Rahmenbedingungen, technische Gegebenheiten als auch psychologische Faktoren der Nutzenden sein. Psychologische Faktoren wie das Vertrauen in die Sicherheit bedingen die Akzeptanz für die erfolgreiche Implementierung einer neuen Mobilitätsalternative. Diese Akzeptanz kann durch Pilotprojekte hinterfragt, verstanden und vorangetrieben werden, so beispielsweise durch die Errichtung von Testzentren zur Implementierung automatisierter Shuttle im ÖPNV (Artikel 3).

Auch in Zukunft werden neue Mobilitätstechnologien und -konzepte den Weg hin zu einem nachhaltigen Verkehrssystem prägen. Wir können gespannt sein, welche Angebote die nächsten Jahre überdauern und welche noch hinzukommen werden.

Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit einer Robotaxi Flotte – Eine makroskopische Verkehrssimulation in der Stadt Zürich

Maximilian Richter, Johannes Hess

Universität St. Gallen, Institut für Mobilität, Bahnhofstraße 8, 9000 St. Gallen, Schweiz

Abstract

Um die Vorteile von Robotaxis im urbanen Raum zu realisieren, muss die Profitabilität des Service gewährleistet sein. Dieser Artikel untersucht das Preisniveau mit Hilfe einer makroskopischen Verkehrssimulation in Zürich. Um die finanzielle Rentabilität zu ermitteln, werden die Simulationsergebnisse mit einer umfangreichen Kostenanalyse kombiniert. Die Ergebnisse zeigen, dass Fahrten für 0,32 bis 0,42 CHF pro Kilometer angeboten werden können und sich Robotaxis bei entsprechender Auslastung voraussichtlich unter dem Preisniveau vieler herkömmlicher Mobilitätslösungen etablieren.

Schlagwörter/Keywords:

Autonomes Fahren, Flottenanbieter, Robotaxi, makroskopische Verkehrssimulation

1. Einleitung

Aus Sicht von Mobilitätsnutzern ist der Besitz von Autos ein überholtes, wenn auch weit verbreitetes Konzept. Faktoren, wie hohe Anschaffungskosten (AAA, 2019; Becker et al., 2019) und eine geringe Auslastung (Bates & Leibling, 2012) machen den Besitz eines Fahrzeugs unattraktiv. Neben großen Fortschritten in Automatisierungstechnologien ist kürzlich die Sharing Economy in den Transportsektor vorgedrungen. Die Einführung von Robotaxis, elektrischen, autonomen Fahrzeugen, welche im Rahmen von on-demand Lösungen buchbar sind, wird unsere Städte und deren urbane Mobilität erheblich verändern. Netzwerke von Robotaxis werden von Mobilitätsdienstleistern in einem geografisch eingegrenzten Gebiet eingesetzt, um auf Anfrage Nutzer abzuholen und zu ihrem Wunschort zu befördern (Dia & Javanshour, 2017; Pavone, 2015). Während Robotaxis dabei dem gleichen Prinzip wie herkömmliche Ride-Hailing- oder Taxidiensten folgen, wird kein Fahrer benötigt, was zu höherer Effizienz bei einem Bruchteil der Kosten führt. Somit kann der Komfort einer Taxifahrt zum Preis von öffentlichen Verkehrsmitteln angeboten werden (Boesch et al., 2018).

Neueste Forschungen zeigen, dass Robotaxis großes Potential für urbane Gebiete versprechen (Milakis et al., 2017). Auf der anderen Seite könnten Mobilitätsdienstleister, wie

Uber oder Lyft, die wahrscheinlich als Anbieter solcher Lösungen aktiv werden, vor neuen Herausforderungen stehen: Der Besitz und Betrieb von Robotaxis birgt ein finanzielles Risiko, da neben Betriebskosten auch hohe Investitionen in die Fahrzeugflotte und Infrastruktur notwendig sind (Chen et al., 2016; Fagnant & Kockelman, 2015). Es stellt sich daher die Frage, ob der Betrieb von Robotaxis aus Sicht eines Mobilitätsdienstleisters finanziell lohnenswert und wettbewerbsfähig ist (Gurumurthy et al., 2019; Loeb & Kockelman, 2019). Die Profitabilität von Robotaxis spielt somit als Adaptionskriterium für eine flächendeckende Ausbreitung des Service eine entscheidende Rolle (Spieser et al., 2014).

Einige Forscher haben sich bereits mit den Kosten von Robotaxis und deren Einsatz im urbanen Raum befasst (Chen et al., 2016; Spieser et al., 2014). Die Relevanz der Implikationen aus entsprechenden Studien ist jedoch oftmals begrenzt, da das methodische Vorgehen mehreren Einschränkungen unterliegt: Zum einen wird die finanzielle Komponente von Robotaxis nicht ganzheitlich aus Sicht eines Flottenbetreibers betrachtet und vereinfachte Kostenstrukturen werden auf einzelne Fahrzeuge angewendet (Burns et al., 2012; Spieser et al., 2014). Fagnant und Kockelman (2018) gehören zu den ersten, die die Kapitalrendite mit den Kosten eines

Robotaxis gegenüberstellen. Farhan und Chen (2018), Chen et al. (2016) und Loeb und Kockelman (2019) konzentrieren sich zudem auf die Perspektive des Flottenbetreibers, um die Leistung und Kosten verschiedener Fahrzeugtypen zu bewerten. Im Rahmen dieser Studien wird das Preisniveau jedoch stark vereinfacht und Gewinnmöglichkeiten werden vernachlässigt. Boesch et al. (2018) adressieren Inkonsistenzen und fehlende Kostenfaktoren in früheren Studien, betrachten Robotaxis jedoch nur als eine unter vielen Mobilitätslösungen. Zum anderen basieren viele der Verkehrssimulationen auf dem gleichen Modell und Datensatz. Dieses Vorgehen verzerrt und limitiert die Ergebnisse auf Gebiete, wie die Region Austin in Texas, USA (siehe Fagnant & Kockelman, 2014; Farhan & Chen, 2018; Zhao & Kockelman, 2018; Loeb & Kockelman, 2019). Da sich internationale Städte beziehungsweise auf Merkmale, wie die Gestaltung der Infrastruktur oder der Mobilitätsbedürfnisse deutlich unterscheiden, ist ein Transfer der Implikationen nur bedingt möglich. Drittens werden simulierte Flottengrößen häufig in Abhängigkeit von der Nachfrage abgeleitet. Dieses Vorgehen lässt zwar Rückschlüsse zu, wie viele Robotaxis in bestimmten Regionen eingesetzt werden sollten, die Anzahl der simulierten Fahrzeuge ist jedoch in Konsequenz sehr hoch (Boesch et al., 2016; Chen et al., 2016; Spieser et al., 2014). In Anbetracht aktueller Prognosen zu Adoptionsraten von Robotaxis werden solche Flottengrößen erst in mehreren Jahrzehnten auftreten. Dieser Faktor schränkt die Aussagekraft und praktische Relevanz der Studien stark ein. Viertens können viele der Werte und Berechnungen der Studien angesichts der rasanten Entwicklung der Branche als veraltet angesehen werden. Dies betrifft beispielsweise die Batteriekosten, welche sich von Jahr zu Jahr drastisch reduzieren (Lutsey & Nicholas, 2019).

Es fehlt eine Studie, die die Kosten, Preise und potenziellen Gewinne einer Robotaxi-Flotte in einer umfangreichen und zugleich aktuellen Analyse berücksichtigt. In dieser Studie wird eine makroskopische Verkehrssimulation in der Stadt Zürich durchgeführt, welche aufgrund ihrer Größe und Lage den Transfer der Implikationen auf andere europäische Städte ermöglicht. Die Angebotsseite des Modells beinhaltet neben herkömmlichen Mobilitätslösungen, wie Busse oder Privatautos, zudem 500 Robotaxis. Diese Anzahl spiegelt laut jüngster Prognosen ein realistisches Szenario innerhalb der nächsten 5 bis 10 Jahre wider. Für die vorliegende Simulation werden dynamische Ride-Sharing-Mechanismen verwendet, wonach nicht nur die Fahrzeuge, sondern auch die Fahrten zwischen den Nutzern geteilt werden. Der Algorithmus identifiziert hierbei sich teilweise überlappende Fahrtwünsche und legt diese unter Berücksichtigung vordefinierter Kriterien, wie etwa einen maximalen Umwegfaktor, zusammen. Die Herleitung der Kostenstruktur eines

Robotaxis adaptiert Ansätze früherer Studien, ergänzt diese jedoch und verwendet aktualisierte Werte. Dieser ganzheitliche Ansatz ermöglicht im Rahmen dieser Studie möglichst realistische und zudem relevante Forschungsergebnisse.

Folgenden Forschungsfragen werden beantwortet:

Übergreifende Forschungsfrage: *Lohnt es sich aus Sicht eines Mobilitätsdienstleisters finanziell, eine Robotaxi-Flotte zu betreiben und auf welchem Preisniveau kann der Service angeboten werden?*

Wie verhält sich der Preis eines solchen Dienstes im Vergleich zu herkömmlichen und vergleichbaren Verkehrsmitteln?

2. Methodik

Die Methodik dieser Studie umfasst zwei Ansätze: 1) Eine makroskopische Verkehrssimulation, welche Erkenntnisse über die Nutzung und Auslastung der Robotaxis ermöglicht und 2) eine umfassende Kostenableitung für den Betrieb eines Fahrzeugs innerhalb einer Robotaxi-Flotte. Dabei wird von einem B2C-Dienstleistungsmodell ausgegangen, bei dem der Betreiber auch der Eigentümer der Flotte ist (Stocker & Shaheen, 2017).

2.1 Simulationsgestützte Ermittlung der Betriebsparameter

Der Verkehrssimulator PTV MaaS-Modeller wird zur Simulation der On-Demand-Ride-Pooling-Flotte eingesetzt. Das Tool ermöglicht die Ableitung wesentlicher KPIs, die Betreibern und Städten helfen, effektive Geschäftsmodelle für die Planung und Steuerung der MaaS-Implementierung zu skizzieren (PTV Group, 2017). Das Modell basiert auf PTV Visum, einer makroskopischen Simulations-Software für die Modellierung von Mobilitätsszenarien (Noekel & Schaefer, 2018). Die PTV Group integriert Algorithmen aus der Logistikbranche durch den PTV X-Server, eine Logistik- und Geodaten-Software zur Optimierung logistischer Prozesse (Noekel & Schaefer, 2018; Barceló et al., 2018). Bei dem vorliegenden Netzwerk handelt es sich um eine angepasste Version des Verkehrsmodells des Kantons Zürich (Kanton Zürich Volkswirtschaftsdirektion Amt für Verkehr, 2011). Während Robotaxis auf der Angebotsseite die traditionellen Verkehrsmittel ergänzen, berücksichtigt der Algorithmus zur Simulation der Nachfrage verschiedene Faktoren, wie Wartezeit und Kosten. In einem iterativen Prozess wird die Nachfrage mit Verkehrsrouten und dem Mobilitätsangebot abgeglichen, um ein Gleichgewicht über den Verlauf des simulierten Zeitraums zu ermitteln (siehe Abbildung 1).

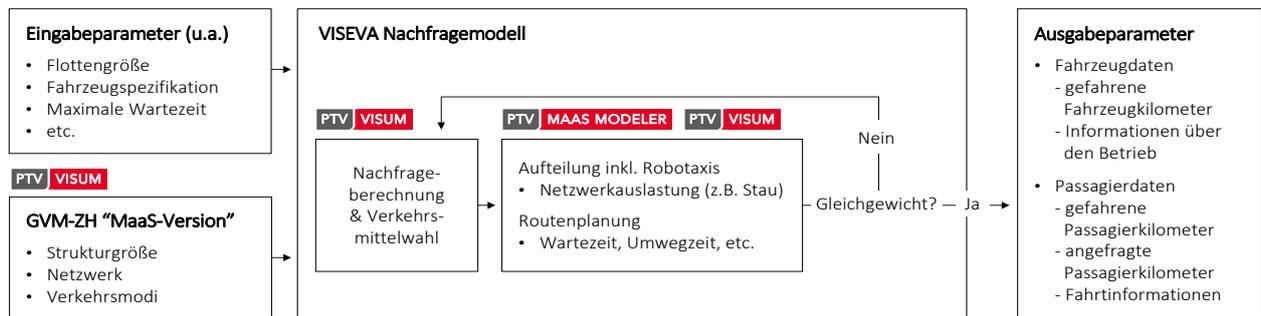


Abbildung 1 PTV MaaS Modeller Arbeitsfluss, welcher die Ausgabeparamter ermöglicht

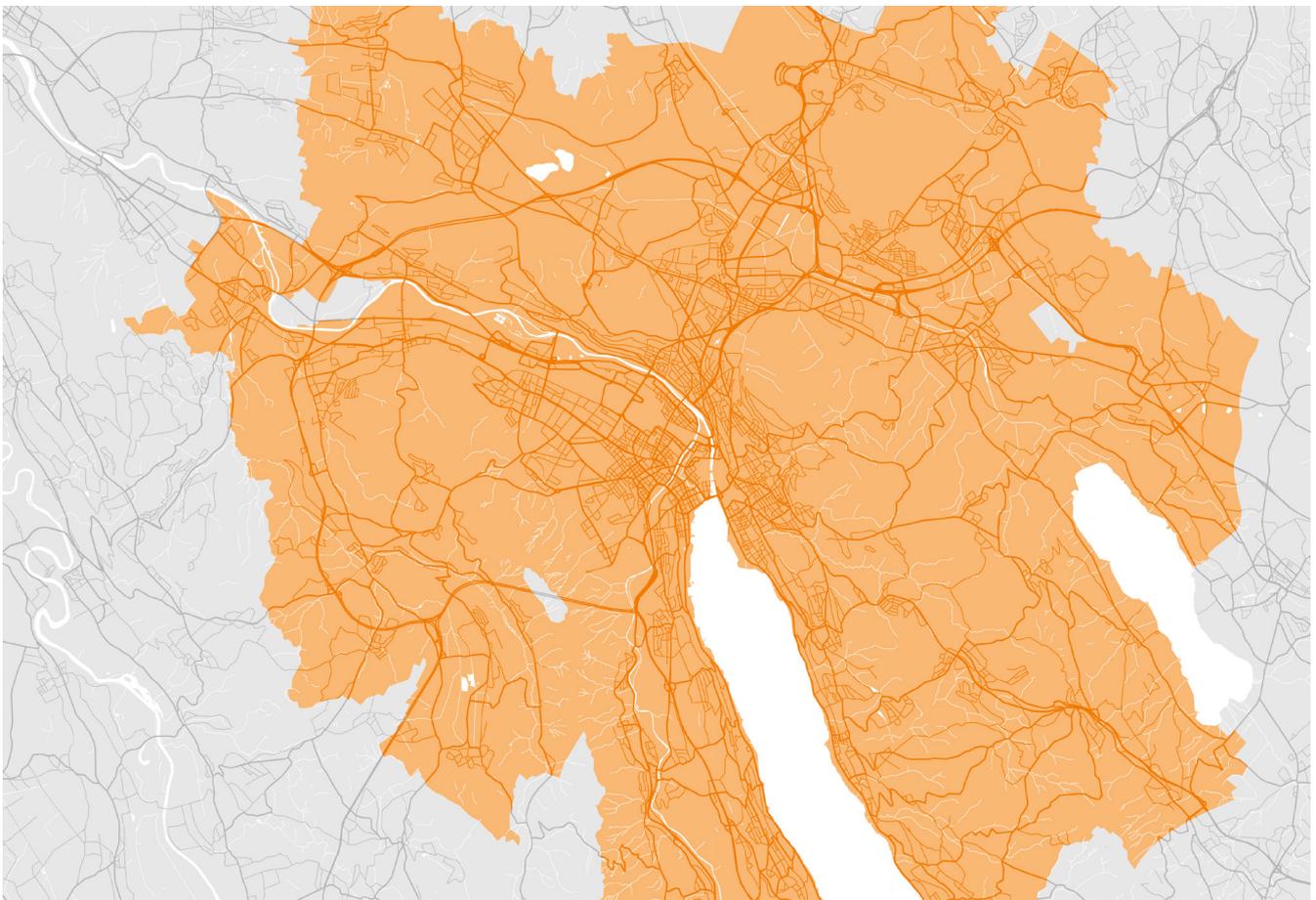


Abbildung 2 Geographisch eingeschränktes Gebiet von Zürich, das den Umfang des Robotaxi-Dienstes bestimmt

2.2 Ableitung der Kosten zur Bereitstellung des Robotaxi-Service

Das Verfahren zur Ermittlung der Kosten und Gewinne einer Robotaxi-Flotte basiert weitestgehend auf der Studie von Boesch et al. (2018) und stellt einen Bottom-up-Ansatz dar,

welcher Daten aus Praxis und Literatur kombiniert. Die Kostenableitung wird um drei Kostenszenarien (geringe-, mittlere- und hohe Kosten) erweitert, welche auch von Chen et

al. (2016) und Loeb und Kockelman (2019) verwendet werden, um den Grad der Unsicherheit bei der Kostenprognose zu berücksichtigen. Die Robotaxi-Kosten unterteilen sich in drei Kategorien: Die Flottenkosten umfassen die physische Bereitstellung der Fahrzeuge, Betriebskosten entstehen durch die tägliche Nutzung und indirekte Kosten umfassen die Verwaltung des Betriebs im Hintergrund. Die betrachteten Kosten beziehen sich auf die Stadt Zürich und sind in Schweizer Franken (CHF) angegeben. Da es sich bei den Preisen teilweise um Bruttopreise handelt, wird die Schweizer Mehrwertsteuer i.H.v. 7,7 % (ESTV, 2020), sofern zutreffend, abgezogen, um realistische Ergebnisse zu ermöglichen (Boesch et al., 2018).

Flottenkosten: Der Kaufpreis eines Robotaxis basiert auf dem Kaufpreis eines Volkswagen e-Golf mit Basiskonfiguration. Zudem werden Kosten zur Automatisierung des Fahrzeuges berücksichtigt. In dieser Studie wird ein Fahrzeugkaufpreis von 40.000 CHF angenommen (Volkswagen, 2020) und die Kosten für die autonome Technologie auf 10.000 CHF festgelegt (Fagnant & Kockelman, 2015). Autonome Fahrzeuge werden voraussichtlich drei Jahre auf dem Markt sein und Lern- und Skalierungsraten werden berücksichtigt (0 %, 5 % und 10 % p.a.) (Wadud, 2017). Nach dem Ansatz von Boesch et al. (2018) wird ein Flottenrabatt (10 %, 20 % und 30 %) gewährt. Es wird angenommen, dass der Kaufpreis linear über die kilometerbasierte Lebenserwartung des Fahrzeugs von 300.000 km abgeschrieben wird (Deloitte, 2019). Die Zinsen zur Finanzierung der Flotte werden auf 3 %, 3,5 % und 4 % festgesetzt und jährlich diskontiert. Die Zinsraten werden auf der Grundlage einer mehrstufigen Annäherung ermittelt und berücksichtigen Kapitalmarktraten, Unternehmensanleihen von Flottenbetreibern und private Annuitätsdarlehen. Potenzielle Kapitalkosten oder cashflowrelevante Geldbewegungen werden nicht berücksichtigt. In Anbetracht üblicher Batteriegarantien von 160.000 km (ADAC, 2014) muss die Batterie einmal während der Fahrzeug-Lebensdauer ausgetauscht werden. Die Batteriekapazität des e-Golf von 35,8 kWh (ADAC, 2020) wird mit den unteren und oberen Grenzen und dem Mittelwert der Kostenprognosen für 2025 im Bericht von Lutsey und Nicholas (2019) kombiniert. Unter Berücksichtigung der Schweizer Mehrwertsteuer und einer Gewinnspanne von 5 % summieren sich die Kosten für die Ersatzbatterie auf 93, 24, 129 und 145,89 CHF pro kWh. Die Zulassungskosten des Fahrzeuges betragen 100 CHF (STVA, 2020). Die Versicherungskosten richten sich nach dem durchschnittlichen Kostensatz eines E-Golf i.H.v. 800 CHF (Comparis, 2018). Um Versicherungsrabatte aufgrund der Automatisierung zu berücksichtigen (MacKenzie et al., 2014; Wadud, 2017), werden für zwei der Szenarien Rabatte von 25 % und 50 % gewährt.

Betriebskosten: Die Wartungskosten betragen 300, 400,

500 CHF (Repcheck, 2020) und decken Kosten für den Batteriewechsel und mögliche Reparaturen ab. Die Analyse folgt der Empfehlung von Volkswagen (ADAC, 2014), wonach ein Fahrzeug alle 30.000 km gewartet werden soll. Die Reifenkosten für vier Ganzjahresreifen basieren auf den Preisen von Pneuexperte (2020) (220 CHF) und einer Lebensdauer von 50.000 km (Lange, 2020). Mengenrabatte i.H.v. 10 % und 20 % werden für das mittlere und geringe Kostenszenario angenommen. Der zum Antrieb des Fahrzeugs benötigte Strom basiert auf dem Kraftstoffverbrauch des e-Golf mit 12,9 kWh pro 100 km (Volkswagen, 2020). Basierend auf den variablen Ladekosten von Swisscharge (2021) werden Strompreise i.H.v. 0,35, 0,40 und 0,45 CHF für die drei Szenarien festgelegt, welche zudem die Parkkosten während des Ladevorgangs decken. Zusätzliche Parkkosten werden in der Analyse nicht berücksichtigt, um weit hergeholte Prognosen zu vermeiden. Da die Reinigungsintervalle sehr subjektiv sind (Loeb & Kockelman, 2019), wird unter Einbezug von Experten eine Gesamtreinigungszeit von 20 Minuten pro Robotaxi und Tag während des Ladevorgangs angenommen. Der Stundenlohn des Reinigers wird auf 35 CHF (Quitt, 2020) festgesetzt, um die Kosten für den Einsatz von Reinigungsutensilien einzuschließen. Da sich der Simulationsrahmen auf den städtischen Raum beschränkt, werden Mautgebühren vernachlässigt.

Indirekte Kosten: Die indirekten Kosten umfassen Gemein- und indirekte Betriebskosten und werden aus der Berechnung von Boesch et al. (2019) mit 14 bzw. 10 CHF pro Robotaxi und Tag übernommen. Es wird davon ausgegangen, dass keine weiteren Investitionen in die Infrastruktur (z.B. die Einrichtung privater Lade- oder Parkstationen) erforderlich sind. Dieser Ansatz wird durch die Tatsache gestützt, dass der Stadtrat von Zürich den Aufbau der Ladeinfrastruktur aktiv unterstützt (Stadt Zürich, 2019). Eine Übersicht der berücksichtigten Kosten wird in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Übersicht der Kosten zur Bereitstellung eines Robotaxi Services nach Kategorie

Kostenkategorie	Spezifikation	geringe Kosten	mittlere Kosten	hohe Kosten
Fahrzeug Lebenserwartung ¹	in km	300.000	300.000	300.000
Flottenkosten				
Fahrzeugpreis * ²	in CHF	40.000	40.000	40.000
Autonome Technologie * ³	in CHF	10.000	10.000	10.000
Skalierung und Lernrate ⁴	in % pro Jahr	10	5	0
Abschreibungszeitraum	in Jahren	3	3	3
Flottenrabatt für Fahrzeuge ⁵	in %	30	20	10
Zinssatz * ⁶	in % pro Jahr	3	3,5	4
Batteriekapazität ⁷	in kWh	35,8	35,8	35,8
Austausch der Batterie * ⁸	in CHF pro kWh	93,24	129	145,89
Fahrzeuganmeldung * ⁹	in CHF	100	100	100
Versicherung * ¹⁰	in CHF pro Jahr	800	800	800
Versicherungsrabatt ¹¹	in %	50	25	0
Betriebskosten				
Wartung & Service * ¹²	in CHF	300	400	500
Wartung & Service ¹³	jede ... km	30.000	30.000	30.000
Reifenkosten * ¹⁴	in CHF pro Reifen	55	55	55
Flottenrabatt für Reifen	in %	20	10	0
Lebensdauer der Reifen ¹⁵	in km	50.000	50.000	50.000
Energieverbrauch ¹⁶	in kWh pro 100 km	12,9	12,9	12,9
Elektrizitäts- & Parkkosten * ¹⁷	in CHF pro kWh	0,35	0,4	0,45
Reinigungspersonal ¹⁸	in CHF pro Stunde	35	35	35
Reinigungsdauer ¹⁸	in Min pro Tag	20	20	20
Indirekte Kosten				
Overhead ⁵	in CHF pro Tag	14	14	14
Indirekte Betriebskosten ⁵	in CHF pro Tag	10	10	10

Hinweis: * MwSt. abzugsfähig; ¹ Deloitte, 2019; ² Volkswagen, 2020; ³ Fagnant & Kockelman, 2019; ⁴ Wadud, 2017; ⁵ Boesch et al., 2018; ⁶ Finanzen.net, 2020; Migrosbank, 2021; ⁷ ADAC, 2020; ⁸ Lutsey & Nicholas, 2019; ⁹ STVA, 2020; ¹⁰ Comparis, 2018; ¹¹ MacKenzie et al., 2014; Wadud, 2017; ¹² Repcheck, 2020; ¹³ ADAC, 2014; ¹⁴ Pneuexperte, 2020; ¹⁵ Lange, 2020; ¹⁶ Volkswagen, 2020; ¹⁷ Swisscharge, 2021; ¹⁸ Quitt, 2020

3. Ergebnisse

Die entscheidenden Parameter für die Finanzanalyse werden durch das Verkehrssimulationsmodell bestimmt. Die zurückgelegten Gesamtkilometer der 500 Fahrzeuge belaufen sich auf 310.173 km, während jedes der Fahrzeuge im Durchschnitt 630 km pro Tag zurücklegt. Während jedes Robotaxi dabei für etwa 15 Stunden und 11 Minuten Fahrgäste

bedient, verteilt sich der Rest des Tages auf Ladevorgänge, Leerfahrten oder Inaktivität aufgrund keiner zugeordneten Fahrtwünsche. Aus nachfragebasierter Sicht werden 44.667 Fahrtwünsche bedient, was einem Durchschnitt von 89 Fahrgastfahrten pro Fahrzeug entspricht. Während sich die mit Passagieren gefahrenen Kilometer auf 567 km pro Fahr-

zeug belaufen, beträgt die ursprünglich angefragte Strecke, ohne den durch Ride-Sharing verursachten Umweg, 507 km pro Robotaxi.

Tabelle 2

Angebotsbasierte Ausgabeparameter der Simulation pro Robotaxi und Tag (n=500)

	Anteil	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gefahrene Fahrzeugkilometer	100	629,88	70,31	184,48	687,78
- davon mit Fahrgästen	90,12	567,32	63,83	161,25	687,78
- davon ohne Fahrgäste	9,88	62,56	10,44	20,53	89,97

Tabelle 3

Nachfragebasierte Ausgabeparameter der Simulation für alle Fahrten (n=44,667)

	Gesamt	Mittelwerte	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Gefahrene Passagierkilometer	283.145,93	6,34	4,24	0,04	39,59
Angefragte Passagierkilometer	253.558,08	5,68	4,09	0,01	39,59

Tabelle 4

Struktur der Kosten pro Fahrzeugkilometer (in CHF)

Szenario	geringe Kosten		mittlere Kosten		hohe Kosten	
	K_{FK}	Anteil	K_{FK}	Anteil	K_{FK}	Anteil
Flottenkosten						
Fahrzeug-Abschreibung	0,102	44,6 %	0,120	45,7 %	0,139	47,0 %
Zinssatz	0,003	1,3 %	0,004	1,6 %	0,006	1,9 %
Ersatzbatterie	0,010	4,5 %	0,014	5,5 %	0,016	5,5 %
Registrierung & Versicherung	0,002	1,2 %	0,004	1,5 %	0,005	1,8 %
Betriebskosten						
Wartung & Service	0,009	4,0 %	0,012	4,7 %	0,015	5,2 %
Reifen	0,003	1,4 %	0,004	1,4 %	0,004	1,4 %
Elektrizitäts- & Parkkosten	0,042	18,2 %	0,048	18,2 %	0,054	18,2 %
Reinigung	0,019	8,1 %	0,019	7,0 %	0,019	6,2 %
Indirekte Kosten						
Overhead & indirekter Betrieb	0,038	16,6 %	0,038	14,5 %	0,038	12,9 %
K_{FK}	0,230	100 %	0,263	100 %	0,296	100 %

Hinweis: K_{FK} = Kosten pro Fahrzeugkilometer

Ermittlung der Kosten pro Fahrzeugkilometer

Um die Kosten pro Fahrzeugkilometer zu betrachten, werden einmalige Fixkosten auf die Fahrzeuglebensdauer von 300.000 km normiert. Wiederkehrende Kosten (z.B. Wartung oder Reifen) werden zudem durch die kilometerbezogene Lebensdauer geteilt, um die benötigte Nutzung zu ermitteln. Tägliche Kosten werden durch die simulierten 630 Fahrzeugkilometer pro Robotaxi und Tag dividiert. Für die jährlichen Kosten (z.B. Versicherung oder Zinsen) werden sowohl die täglichen Fahrzeugkilometer als auch die kilometerbezogene Lebenserwartung berücksichtigt. Da laut dem Schweizer BFS (2019) die Fahrstrecke pro Person und Tag im Verlauf der Woche relativ konstant ist, werden die täglichen Nutzungsmuster auf das Jahr extrapoliert (Fagnant et al., 2015). Daher wird zunächst die Betriebszeit der Flotte anhand der täglichen Fahrzeugkilometer und der Lebenserwartung in Jahren berechnet, bevor die jährlichen Kosten addiert und durch 300.000 km geteilt werden.

Die sich daraus ergebenden Kosten pro Fahrzeugkilometer sind in Tabelle 4 dargestellt. Basierend auf der Analyse ist zu erwarten, dass jedes Robotaxi zu etwa 0,23 bis 0,30 CHF pro Fahrzeugkilometer betrieben werden kann. Die angegebene Spanne beinhaltet mögliche Umwege und Leerfahrten, die durch die Pooling-Funktionalität des Service entstehen. Für den Flottenbetreiber ergeben sich daraus unter simulierten Bedingungen je nach Kostenszenario durchschnittliche Kosten von 144,73 bis 186,70 CHF pro Fahrzeug und Tag.

Bestimmung des Preisniveaus

Um mögliche Preisniveaus zu analysieren, müssen die Kosten auf Personenkilometer-Basis transferiert werden. Die täglich anfallenden Kosten werden demnach gemäß der simulierten gefahrenen Personenkilometer aufgeschlüsselt.

Dieser Ansatz impliziert, dass mögliche Umwege, die aufgrund des Ride-Sharing entstehen, dem Nutzer nicht in Rechnung gestellt werden. Außerdem werden in der vorliegenden Arbeit die Einnahmen nach der Anzahl der Fahrten und nicht nach der Anzahl der Fahrgäste berechnet, ähnlich wie bei herkömmlichen Taxis in Zürich (Stadt Zürich, 2015). Die Berechnung des Preises pro Personenkilometer erfolgt analog zu Boesch et al. (2018) und berücksichtigt die Schweizer Transaktionsgebühr (t) i.H.v. 0,44 % (WEKO, 2014) und die Mehrwertsteuer. Um zudem die Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen, wird der aktuelle Median der Gewinnmarge (m) im Transportsektor von 4,6 % (CSI Market, 2020) verwendet. Der Nachfrage wird im Rahmen der Studie Preisunelastizität unterstellt und das Preisniveau wird als variable, kilometerbasierte Gebühr ausgedrückt.

$$P_{PK} = \frac{K_{PK} \cdot (1 + \text{MwSt.})}{(1 - t) \cdot (1 - m)}$$

Daraus ergibt sich ein Preisniveau von 0,32, 0,37 und 0,42 CHF pro Passagierkilometer, zu welchen Robotaxis mit branchenüblichen Gewinnmargen angeboten werden können. Eine Anpassung der Formel, wie unten angegeben, ermöglicht darüber hinaus die Ableitung der entsprechenden Marge.

$$m = 1 - \frac{K_{PK} \cdot (1 + \text{MwSt.})}{(1 - t) \cdot (P_{PK})}$$

Wie in Abbildung 3 dargestellt, kann der Flottenbetreiber unter den simulierten Bedingungen und unter der Annahme einer unelastischen Nachfrage je nach Kostenszenario mit einem Preisniveau zwischen 0,3 und 0,4 CHF pro Personenkilometer kostendeckend arbeiten.

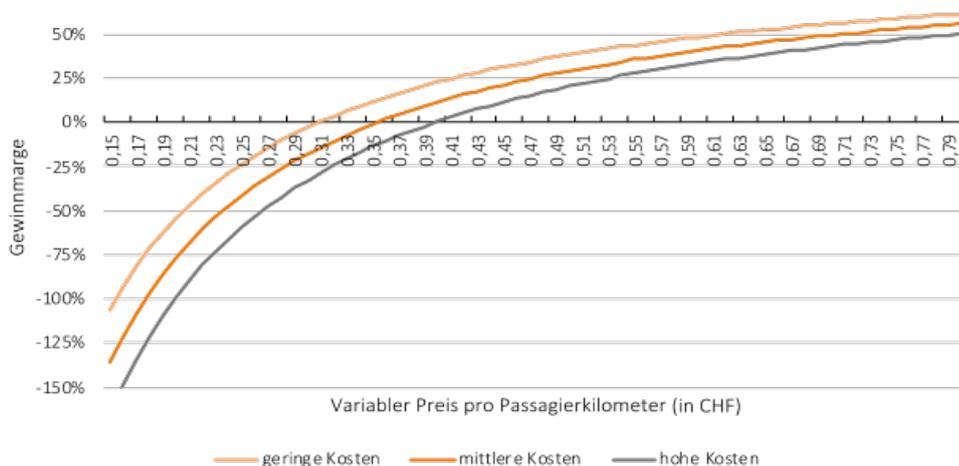


Abbildung 3:

Variable Preise pro Passagierkilometer mit entsprechenden Gewinnmargen

4. Diskussion

Wie viel Gewinn kann ein Flottenbetreiber unter simulierten Bedingungen erzielen?

Um den Gewinn in absoluten Zahlen zu bewerten, werden die täglichen Kosten berechnet, indem die Kosten pro Fahrzeugkilometer mit den täglich zurückgelegten Fahrzeugkilometern multipliziert werden. Analog dazu wird der tägliche

Ertrag mit dem realisierbaren Preis pro Personenkilometer von 0,32 bis 0,42 CHF und den angeforderten Personenkilometern pro Tag, wie oben angegeben, berechnet. Für die Berechnung des Gewinns werden die täglichen Kosten und die Transaktionsgebühr von den täglichen Einnahmen abgezogen.

Kosten pro Tag (K_{Tag}) = gefahrene Fahrzeugkilometer $\cdot K_{\text{FK}}$

Umsatz pro Tag (U_{Tag}) = $\frac{P_{\text{PK}}}{(1 + \text{MwSt.})} \cdot \text{angefragte Passagierkilometer}$

Gewinn pro Tag (G_{Tag}) = $U_{\text{Tag}} \cdot (1 - t) - K_{\text{Tag}}$

Tabelle 5

Gewinn pro Tag für eine 500-Fahrzeuge Robotaxi Flotte bei einem realisierbaren Preisniveau (in CHF)

	geringe Kosten	mittlere Kosten	hohe Kosten
Kosten	72.362,54	82.962,36	93.351,95
Umsatz	76.186,94	87.346,97	98.285,66
Gewinn	3.489,18	4.000,28	4.501,25

Der Betrieb einer Robotaxi-Flotte ermöglicht die Erwirtschaftung eines Gewinns je nach Kostenszenario und entsprechendem Preisniveau zwischen 6,98 und 9,00 CHF pro Fahrzeug und Tag. Da das Mobilitätsnutzungsverhalten in Form von Personenkilometern über alle Tage des Jahres relativ konstant ist (Fagnant et al., 2015), ergibt sich für eine Robotaxi-Flotte mit 500 Fahrzeugen ein Jahresgewinn von 1,3 bis 1,6 Mio. CHF. Da dieser Wert lediglich fahrpreisbasierte Einnahmen berücksichtigt, ergibt sich weiteres Gewinnpotential durch das Anbieten weiterer Services oder beispielsweise die gezielte Monetisierung der Daten. Es muss jedoch auch darauf hingewiesen werden, dass diese Gewinnhöhe ein Zukunftsszenario betrachtet, welches eine hohe Akzeptanz der Nutzer impliziert und durch Nachfrage- und Angebotsparameter des Modells determiniert wird.

Preisvergleich für verschiedene Verkehrsmittel in Zürich

Um zu validieren, inwieweit Robotaxis mit dem Preisniveau anderer Mobilitätslösungen konkurrieren können, wird der Preis pro Personenkilometer in einen praktischen Kontext gestellt. Gemäß BFS (2012; 2019) beträgt die durchschnittliche tägliche Fahrleistung pro Schweizer 36,8 km und wird in 5 Fahrten zurückgelegt, die insgesamt 90,4 Min bean-

spruchen. Unter Einbezug der berechneten Parameter würde dies für Robotaxis zu Fahrtkosten zwischen 11,91 und 15,36 CHF führen, im mittleren Preisszenario zu 13,65 CHF. Tabelle 6 gibt einen Überblick über das Preisniveau des Szenarios mit mittlerem Preisniveau im Vergleich zu anderen Verkehrsmodi. Für den öffentlichen Nahverkehr dienen die 3-Zonen-Tageskarte und das Jahresabonnement der lokalen Verkehrsbetriebe in Zürich als Richtwerte (Stadt Zürich, 2021a; 2021b). Die täglichen Kosten für private Fahrzeuge werden mit den vom Touring Club Schweiz (2019) angegebenen Betriebskosten von 0,71 CHF pro Kilometer berechnet. Als Vergleichswert für Mikromobilität dient der Festpreis von 1 CHF pro Fahrt und die flexible Minuten-Gebühr i.H.v. 0,35 CHF des Roller-Sharing-Dienstes Circ als Referenz (Auer, 2019). Für Ride-Hailing dienen die Preise von Uber mit einer Fixgebühr von 3 CHF, einer Minutenpauschale von 0,3 CHF, 1,8 CHF pro Kilometer sowie Servicegebühr und Mehrwertsteuer als Vergleichswert (Uber, 2017). Der Preis für konventionelle Taxis orientiert sich am Taxitarif der Stadt Zürich mit einer fixen Gebühr von 8 CHF und einem flexiblen Preis von 5 CHF pro Kilometer (Stadt Zürich, 2015). Die Ergebnisse legen nahe, dass Robotaxis das Potential haben die Mobilitätskosten erheblich zu senken und fahr-

zeugbasierte Mobilität zum Preis des öffentlichen Nahverkehrs anzubieten. Robotaxi-Nutzer würden nur etwa 6 % bis 10 % dessen zahlen, was derzeit von Taxiunternehmen, bzw. herkömmlichen Ride-Hailing-Diensten verlangt wird. Diese Ergebnisse decken sich mit den von Boesch et al. (2018) be-

rechneten 11 % Ersparnis von autonomen gegenüber traditionellen Taxis im städtischen Gebiet. Allerdings muss auch hier beachtet werden, dass der berechnete Preis nur für eine geteilte Fahrtnutzung gilt und bei Einzelfahrten höhere Kosten zu erwarten sind.

Tabelle 6

Preisvergleich für verschiedene Transportmodi in Zürich

Transportmodus	Quelle der Preisfunktion	Preis (in CHF)	als vielfaches des Robotaxis
Öffentlicher Verkehr (Abonnement)	City of Zurich, 2020a	3,15	0,23
Öffentlicher Verkehr (Tagesticket)	City of Zurich, 2020b	13,60	1,00
AMoD (mittlere Kosten)	-	13,65	-
Privatfahrzeug	Touring Club Schweiz, 2019	26,13	1,91
Mikromobilität	Auer, 2019	36,85	2,70
Ride-Hailing	Uber, 2017	138,29	10,13
Traditioneller Taxiservice	City of Zurich, 2015	224,00	16,41

Hinweis: Die Preise beziehen sich auf die durchschnittliche tägliche Reisedistanz von 36,8 km pro Schweizer, die tägliche Reisezeit von 90,4 Minuten und 5 Fahrten pro Tag (BFS, 2012; 2019)

5. Fazit

Dieser Artikel adaptiert, aktualisiert und erweitert die Kostenanalyse von Robotaxis im geteilten Einsatz aus der Studie von Boesch et al. (2018) durch die Integration von drei Kostenszenarien, wie sie von Chen et al. (2016) und Loeb und Kockelman (2019) realisiert werden. Des Weiteren wird die Analyse der Robotaxi-Kosten auf Basis einer makroskopischen Verkehrssimulation in der Stadt Zürich angewendet.

Die Motivation der Studie ist es, festzustellen, bei welchem Preisniveau der Betrieb einer Flotte aus Sicht eines Mobilitätsdienstleisters rentabel ist. Der Fokus liegt dabei auf einem Szenario mit einer Flottengröße von 500 Robotaxis, in welchem die Fahrzeuge das Transportnetz erweitern, anstatt es komplett zu ersetzen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Betrieb einer Flotte von 500 Robotaxis innerhalb der Stadt Zürich auch bei einem vergleichsweise niedrigen Preisniveau profitabel sein kann. Bei branchenüblicher Gewinnmarge kann die Flotte einen Gewinn von etwa 4.000 CHF pro Tag erwirtschaften. Die Mobilitätskosten auf Tagesbasis wurden zudem in Relation zu anderen Verkehrsmitteln gesetzt, um die Wettbewerbsfähigkeit zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass die Nutzung von Robotaxis teurer als öffentliche Verkehrsmittel ist, jedoch deutlich günstiger als die Nutzung eines konventio-

nellen Privatfahrzeugs und sogar günstiger als andere Mobilitätsdienste, wie Mikromobilität, Ride-Hailing oder traditionelle Taxidienste.

Limitationen des vorliegenden Ansatzes sind das Fehlen von psychologischen Faktoren, wie z.B. mangelnde Akzeptanz für autonome Fahrzeuge oder fehlendes Vertrauen, welche die Verkehrsmittelwahl beeinflussen würden. Weitere Einschränkungen ergeben sich aus der Kostenableitung. Obwohl für diese Arbeit umfangreiche Recherchen durchgeführt wurden, verbleibt für einige der Kostenkomponenten eine gewisse Unsicherheit, da noch nicht klar ist, wie sich Robotaxi-Systeme und die entsprechende Infrastruktur bis zu ihrer Einführung genau entwickeln. Diese betrifft z.B. die Park- oder die indirekten Kosten.

Aufgrund des sich schnell entwickelnden Marktes wird empfohlen die Kostenstruktur der Robotaxi Flotte in Zukunft kontinuierlich zu aktualisieren. Zukünftige Forschung sollte zudem Experimente in der realen Welt inkludieren, um den Effekt von psychologischen Barrieren und Preissensibilität auf verschiedene Preisfunktionen weiter zu evaluieren.

6. Literatur

- AAA. (2019). Your driving costs: How much are you really paying to drive? Retrieved from <https://exchange.aaa.com/wp-content/uploads/2019/09/AAA-Your-Driving-Costs-2019.pdf>
- ADAC. (2014). VW e-Golf. Retrieved from https://www.adac.de/_ext/itr/tests/autotest/at5134_vw_e_golf/vw_e_golf.pdf
- ADAC. (2020). VW e-Golf (ab 04/17). Retrieved from <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/vw/golf/vii-facelift/266575/>
- Auer, A. (2019). E-Trottinett & Co.: Was kosten Sharinganbieter? Retrieved from <https://www.comparis.ch/preisvergleich/elektromobilitat/information/e-scooter-sharing>
- Barceló Budgea, J., Montero Mercadé, L., & Ros Roca, X. (2018). Virtual mobility lab: a systemic approach to urban mobility challenges. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/113344>
- Bates, J., & Leibling, D. (2012). Spaced out - Perspectives on parking. Retrieved from https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/2017/11/spaced_out-bates_leibling_jul12.pdf
- Becker, H., Balac, M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2019). Assessing the welfare impacts of shared mobility and mobility as a service (MaaS). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 131, 228-243. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.027>
- BFS. (2012). Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/348719/master>
- BFS. (2019). Mobilität und Verkehr: Statistischer Bericht 2018. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfsstatic/dam/assets/6666756/master>
- Boesch, P. M., Ciari, F., & Axhausen, K. W. (2016). Autonomous vehicle fleet sizes required to serve different levels of demand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2542, 111-119. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000104743>
- Boesch, P. M., Becker, F., Becker, H., & Axhausen, K. W. (2018). Cost-based analysis of autonomous mobility services. *Transport Policy*, 64, 76-91. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.005>
- Burns, L. D., Jordan, W., & Scarborough, B. (2012). Transforming Personal Mobility. Retrieved from <http://wordpress.ei.columbia.edu/mobility/files/2012/12/Transforming-Personal-Mobility-Aug-10-2012.pdf>
- Chen, T. D., Kockelman, K. M., & Hanna, J. P. (2016). Operations of a shared, autonomous, electric vehicle fleet: Implications of vehicle & charging infrastructure decisions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 243-254. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.08.020>
- Comparis. (2018). Elektrofahrzeuge: Bis 56 Prozent billigere Versicherungsprämien. Retrieved from <https://www.comparis.ch/autoversicherung/elektromobilitat/analyse/elektrofahrzeuge-praemien-vergleichCSI>
- CSI Market. (2020). *Transport & Logistics Industry Profitability*. Retrieved from https://csimarket.com/Industry/industry_Profitability_Ratios.php?ind=1101
- Deloitte. (2019). Urban Mobility and Autonomous Driving in 2035: How robotaxis will affect cities and automakers. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/Datenland%20Deutschland%20Autonomes%20Fahren_EN_Safe.pdf
- Dia, H., & Javanshour, F. (2017). Autonomous shared mobility-on-demand: Melbourne Pilot Simulation Study. In H. B. Celikoglu, A. H. Lav & M. A. Silgu (Eds.), *Transportation Research Procedia* (Vol. 22, pp. 285-296). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.035>
- ESTV. (2020). Was ist die Mehrwertsteuer. Retrieved from <https://www.estv.admin.ch/estv/de/home/mehrwertsteuer/fachinformationen/was-ist-die-mehrwertsteuer.html>
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.12.001>
- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003>
- Fagnant, D. J., Kockelman, K. M., & Bansal, P. (2015). Operations of shared autonomous vehicle fleet for Austin, Texas, market. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2536, 98-106. <https://doi.org/10.3141/2536-12>

- Fagnant, D. J., & Kockelman, K. M. (2018). Dynamic ride-sharing and fleet sizing for a system of shared autonomous vehicles in Austin, Texas. *Transportation*, 45, 143-158. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9729-z>
- Farhan, J., & Chen, T. D. (2018). Impact of ridesharing on operational efficiency of shared autonomous electric vehicle fleet. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 93, 310-321. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.04.022>
- Finanzen.net. (n.d.). Daimler Anleihen. Retrieved from <https://www.finanzen.net/anleihen/daimler-anleihen>
- Gurumurthy, K. M., Kockelman, K. M., & Loeb, B. J. (2019). Sharing vehicles and sharing rides in real-time: Opportunities for self-driving fleets. In E. Fishman (Ed.), *Advances in Transport Policy and Planning* (Vol. 4, pp. 59-85). <https://doi.org/10.1016/bs.atpp.2019.09.001>
- Kanton Zürich Volkswirtschaftsdirektion Amt für Verkehr. (2011). Gesamtverkehrsmodell. Retrieved from https://afv.zh.ch/internet/volkswirtschaftsdirektion/afv/de/verkehrsgrundlagen/instrumente_und_erhebungen/gesamtverkehrsmodell.html
- Lange, A. (2020). Wie lange sind Ganzjahresreifen haltbar. *Ganzjahresreifen Ratgeber*. Retrieved, from <https://ganzjahresreifen-testsieger.de/wie-lange-sind-ganzjahresreifen-haltbar/>
- Loeb, B., & Kockelman, K. M. (2019). Fleet performance and cost evaluation of a shared autonomous electric vehicle (SAEV) fleet: A case study for Austin, Texas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, 374-385. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.025>
- Lutsey, N., & Nicholas, M. (2019). Update on electric vehicle costs in the United States through 2030. Retrieved from <https://www.theicct.org/publications/update-US-2030-electric-vehicle-cost>
- MacKenzie, D., Wadud, Z., & Leiby, P. N. (2014). A first order estimate of energy impacts of automated vehicles in the united states. Paper presented at the Transportation Research Board Annual Meeting, Vol. 93rd, Washington, DC. Retrieved from <http://faculty.washington.edu/dwhm/wp-content/uploads/2016/01/MacKenzie-Wadud-Leiby-14-2193-as-submitted.pdf>
- Migrosbank. (2021). Autokredit- Fahrzeug kaufen und flexibel bleiben. Retrieved from <https://www.migrosbank.ch/de/privatpersonen/kredit/autokredit.html>
- Milakis, D., Snelder, M., van Arem, B., van Wee, G., & Correia, G. (2017). Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands: Scenarios for 2030 and 2050. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(1), 63-85. <https://doi.org/10.18757/ej-tir.2017.17.1.3180>
- Noekel, K., & Schaefer, T. (2018). RegioMove: Optimierte Planung von Mobility-as-a-Service-Angeboten. *EI - Der Eisenbahningenieur*, 69(10), 16-19. Retrieved from https://www.ptvgroup.com/fileadmin/user_upload/Innovation_Research/Projects/Downloads/EI_10_2018_Noekel_Schaefer.pdf
- Pavone, M. (2015). Autonomous Mobility-on-Demand systems for future urban mobility. In M. Maurer, J. Gerdes, B. Lenz & H. Winner (Eds.), *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* (pp. 399-416). Berlin: Springer Vieweg.
- Pneuexperte. (2020). Ganzjahresreifen. Retrieved from <https://www.pneuexperte.ch/shop/ganzjahresreifen.html>
- PTV Group. (2017). The Next Move - Mobility As A Service. Retrieved from https://www.ptvgroup.com/fileadmin/user_upload/Our_Story/Documents/PTV_Unternehmensbrosch_2017_EN.pdf
- Quitt. (2020). Merkblatt Mindestlöhne. https://quitt.ch/wp-content/uploads/Mindestlohn_DE.pdf
- Repcheck. (2020). Kosten / Preise fuer Service bei einem VW Golf. Retrieved from <https://www.repcheck.ch/de/reparaturen/offerten-Service-VW/1VC952-vw-golf.html>
- Spieser, K., Ballantyne, K., Treleaven, K., Zhang, R., Frazzoli, E., Morton, D., & Pavone, M. (2014). Toward a systemic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: A case study in Singapore. In G. Meyer & S. Beiker (Eds.), *Road Vehicle Automation. Lecture Notes in Mobility* (pp. 229-245). Cham: Springer.
- Stadt Zürich. (2015). Taxitarif der Stadt Zuerich. Retrieved from https://www.stadtzuerich.ch/content/dam/stzh/portal/Deutsch/AmtlicheSammlung/Erlasse/935/440/935.440_Taxitarif%20V3.pdf
- Stadt Zürich. (2019). Stadtrat regelt Verleih von «Free-Floating»-Zweiradfahrzeugen. Retrieved from https://www.stadt-zuerich.ch/pd/de/index/das_departement/medien/medienmitteilung/2019/maerz/190307a.html
- Stadt Zürich. (2021a). Jahresabo. Retrieved from <https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/tickets/Abonnemente/NetzPass/Jahresabo.html>
- Stadt Zürich. (2021b). VBZ Tageskarten. Retrieved from

<https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/tickets/tickets/tageskarten/tageskarten.html>

Stocker, A., & Shaheen, S. (2017). Shared Automated Vehicles: Review of Business Models. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/11bcbc7c-en.pdf?expires=1589186397&id=id&accname=guest&checksum=C387E1968006894C1B10896443354B35>

STVA. (2020). Gebuehren: Fahrzeug: Fahrzeugausweise. Retrieved from <https://stva.zh.ch/internet/sicherheitsdirektion/stva/de/StVAgeb/GEbgebuehr/GEbfahrzeug.html>

Swisscharge. (2021). Ladestation finden. Retrieved from <https://map.swisscharge.ch/>

Touring Club Switzerland. (2019). Ein Durchschnittsfahrzeug kostet 2019 leicht mehr pro Kilometer. Retrieved from https://www.tcs.ch/assets/docs/presse/2018/medienmitteilung_kilometerkosten_2019.pdf

Uber. (2020). Juntos - How does Juntos work? Retrieved from <https://www.uber.com/br/en/ride/uber-juntos/>

Volkswagen. (2020). Der e-Golf. Retrieved from <https://www.volkswagen.ch/de/modelle/e-golf.html>

Wadud, Z. (2017). Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 101, 163-176. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.005>

WEKO. (2014). WEKO bewirkt Senkung der Interchange Fees. Retrieved from <https://www.weko.admin.ch/weko/de/home/aktuell/medieninformationen/nsb-news.msg-id-55663.html>

Zhao, Y., & Kockelman, K. M. (2018). Anticipating the Regional Impacts of Connected and Automated Vehicle Travel in Austin, Texas. Journal of Urban Planning and Development, 144(4), 1-10. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000463](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000463)

Rechtliche Herausforderungen sozialer Mobilitätsplattformen – am Beispiel des „Umweltmobilitätshub“ des Research Lab for Urban Transport*

Petra K. Schäfer, Domenik H. Wendt, Franziska Weiser, Deike Alauda Tamm

siehe AutorInnenangaben

Abstract

Das ReLUT forscht zu einem neuartigen Mobilitätskonzept namens „Umweltmobilitätshub“, das auf die Bedürfnisse von Quartieren im suburbanen Raum ausgerichtet ist. Durchgeführt wird eine interdisziplinäre Potenzialanalyse, welche neben Fragen zu Nachhaltigkeit, Nutzungsbereitschaft und Wirtschaftlichkeit auch Fragen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen begutachtet, die in diesem Aufsatz präsentiert werden sollen.

Schlagwörter/Keywords:

Mobilitätsplattform, Ride Sharing, Car Sharing, nachbarschaftlicher Lieferservice, Social Entrepreneurship, Sharing Economy, Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Personenbeförderungsgesetz, Rechtsrahmen

1. Einführung: „Umweltmobilitätshub“

Die klassischen Verkehrsträger sind in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend durch neue Antriebstechnologien (batterieelektrisch, Brennstoffzelle, usw.) und neue Mobilitätsangebote, wie z.B. Car-Sharing (stationsbasiert oder Free-Floating), Ride-Sharing und digital-unterstützte Lieferdienste, ergänzt worden, um eine umweltfreundlichere Mobilität zu schaffen. Nahezu alle der in diesem Feld aktiven Mobilitätsanbieter fokussieren sich mit ihren Lösungen jedoch ausschließlich auf den urbanen Raum, wo bereits eine Vielzahl an Mobilitäts- und Versorgungsmöglichkeiten besteht¹; nicht aber auf den suburbanen Raum, in dem die Herausforderungen für die Bewohner häufig größer sind. Denn dort gibt es meist nur einen moderaten öffentlichen Verkehr, eine geringere Anzahl an Versorgungsmöglichkeiten und nahezu keine Sharing-Möglichkeiten². Aus diesem Grund ist hier der allein-genutzte Verbrenner-Pkw, mit seinen umweltbelastenden Auswirkungen, das Hauptverkehrsmittel.³ Die wenigen Sharing-Angebote, die existieren, sind ausschließlich stations-basiert und befinden sich meistens

an Points-of-Interest (z.B. Bahnhof, Rathaus, usw.). Dies lässt vermuten, dass deren Nutzungsraten vergleichsweise geringer ausfallen, da die letzten Kilometer zu den Fahrzeugen überbrückt werden müssen und diese Form der Mobilität daher vermutlich weniger oft in die Alltagsmobilität der Anwohnenden integriert wird.

Um das Wohnen im suburbanen Raum auch ohne den privaten Besitz eines Pkws möglich und attraktiv zu machen, müssen die geschilderten mobilitätsbezogenen Herausforderungen des suburbanen Raums bewältigt werden. Dieses Ziel verfolgt das Konzept des „Umweltmobilitätshubs“. In seinem Rahmen soll eine bedarfsgerechte und vor allem nachhaltige Mobilität direkt in den suburbanen Wohnquartieren umgesetzt werden, womit keine langen Wege mehr zu den Sharing-Stationen zu überbrücken sind. Idealerweise wird so der Weg zu dem eigenen Fahrzeug genauso lang oder länger als zum geteilten Fahrzeug. Das „Umweltmobilitätshub“-Konzept definiert Mobilität zudem nicht nur als reine Nutzung von Fahrzeugen, sondern schließt weitere Formen der Personen- und Gütermobilität mit ein. Insgesamt sollen drei Funktionen ermöglicht werden, die alle über eine digitale Plattform gebucht und bezahlt werden können:

1 Landeshauptstadt München sowie Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin: „WiMobil“ (2016).

2 Vgl. Bundesverband Carsharing e.V. (<https://www.carsharing.de/>).

3 Vgl. Mobilität in Deutschland Report des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, S. 4.

* ReLUT: www.relut.de; das Forschungsprojekt wird gefördert durch das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen

Fahrzeugübergreifendes, stationsbasiertes Sharing: In den Quartieren wird ein individueller, nachhaltiger Fahrzeugmix für die Anwohnenden bereitgestellt. Dieser Mix kann aus einer Mischung aus Fahrrädern, Pedelecs, (E)-Motorrollern und (E)-Autos bestehen. Die Fahrzeuge können entweder durch einen integrierten Sharing-Provider, durch ein Unternehmen oder von einer privaten Person aus der Gemeinschaft bereitgestellt werden. Alle Fahrzeuge sollen über eine digitale Plattform buch- und bezahlbar sein.

Fahrgemeinschaftsfunktion: Über die digitale Plattform können sich Anwohnende eines Quartiers suchen/finden und gleiche Ziele bzw. gleiche Wegabschnitte aus und in das Quartier zusammen zurücklegen. Dabei stellt entweder der Fahrer eine ohnehin für ihn anstehende Fahrt über die digitale Plattform ein und kommuniziert so, dass er jemanden mitnehmen kann oder jemand aus der Nachbarschaft stellt ein Gesuch ein und fragt so die Gemeinschaft, ob ihn jemand zu seinem Ziel mitnehmen kann. Die dabei verwendeten Fahrzeuge können entweder vorher über die Plattform gebuchte Sharing-Fahrzeuge oder das private Fahrzeug des Fahrers sein. Der Fahrer bekommt für seine Leistung eine finanzielle Entschädigung von den Mitfahrenden.

Mitbring-Funktion: Mit Hilfe von digitalen Einkaufslisten können Anwohnende der Nachbarschaftsgemeinschaft gegenseitig oder dem lokalen Gewerbe direkt mitteilen, welche Dinge des täglichen Bedarfs sie benötigen. Wenn das lokale Gewerbe miteinbezogen ist, können diese die Kommissionierung der Ware übernehmen. Der freundliche Helfer aus der Nachbarschaft kann die Einkaufslisten akzeptieren und die Güter mitbringen. Die Zustellung der Güter kann zu Fuß oder mit privaten bzw. einem geteilten Fahrzeug erfolgen. Der Mitbringende bekommt für seine Leistung eine finanzielle Entschädigung von dem Nachfragenden.

Die finale Ausgestaltung der Mobilitätsbestandteile soll in einem stark partizipativen Verfahren mit den Anwohnenden gemeinsam entwickelt und eingeführt werden.

Das übergeordnete Ziel des Konzepts ist es, eine nachhaltigere und günstigere Mobilität für die Anwohnenden zu ermöglichen und gleichzeitig zu einem Gemeinschaftsaufbau im Quartier beizutragen. Eine erhöhte Nachhaltigkeit kann durch die Verwendung von den bereitgestellten emissionsarmen oder –freien Fahrzeugen, durch das Wegfallen von doppelten Wegen und durch das gemeinsame Fahren zum gleichen Ziel (Fahrgemeinschaften) erreicht werden. Eine kostengünstigere Mobilität soll dadurch erreicht werden können, dass nur noch dann gezahlt werden muss, wenn die Fahrzeuge bzw. die Mobilitätsmöglichkeiten wirklich verwendet werden (Mobility-as-a-Service-Ansatz). Fixkosten wie Steuern, Versicherungen, TÜV und Wartung entfallen. Eine gestärkte Gemeinschaft soll sich durch die erhöhte

Interaktion zwischen den Anwohnenden einstellen, da sich gegenseitig etwas mitgebracht und mitgenommen werden kann. Außerdem können sich die Anwohner im Rahmen von den Einführungs- und Begleitveranstaltungen sowie den Probier-Parcours kennenlernen.

In der Umsetzung soll das Konzept des „Umweltmobilitätshubs“ nach dem Aufbau entsprechender baulicher, organisatorischer und digitaler Strukturen an die Anwohnenden eines Quartiers gemeinsam mit den lokalen Akteuren (Stadt, Stadtwerke, kommunales Bauunternehmen) kommuniziert werden. Wenn der Endkunde Interesse an dem vorgestellten Konzept des „Umweltmobilitätshubs“ hat, soll er sich einfach über die digitale Plattform entsprechend anmelden können. Bei der Anmeldung müssen Führerschein- und Zahlungsinformationen hinterlegt und die jeweiligen Nutzungsbedingungen der Funktionen akzeptiert werden. Danach können alle Funktionen genutzt werden. Alle eingehenden (z.B. Gutschriftauszahlung) oder ausgehenden Zahlungsströme (z.B. Sharing-Rechnung) sollen über die App abwickelbar und einsehbar sein. Das durch Mitbring- oder Mitfahr-Aktionen verdiente Guthaben soll durch den Nutzenden auf sein hinterlegtes Girokonto ausgezahlt werden können.

Bei einer erfolgreichen Umsetzung des Konzepts könnte eine solche Lösung zu einer geringeren Verkehrsbelastung, weniger Emissionen und einer erhöhten Versorgungssicherheit in den Quartieren führen.

2. Rechtliche Herausforderungen

Bei der Realisierung des „Umweltmobilitätshubs“ ergeben sich rechtliche Herausforderungen. Das „Umweltmobilitätshub“ ist – wie oben gezeigt – ein neuartiges Verkehrskonzept. Innovationen dieser Art begegnen häufig dem Problem, dass das geltende Rechtssystem nicht auf ihre Bedürfnisse ausgelegt ist. Neuen Ideen und Geschäftsmodellen werden Vorschriften zu etablierten Geschäftszweigen übergestülpt. Dieses „Korsett“ an Normen passt nicht jedem neuartigen Konzept und mag schlimmstenfalls sogar innovationshemmend wirken. Für die Zukunftsfähigkeit moderner Gesellschaften werden Innovationen jedoch überwiegend als unverzichtbar angesehen.⁴ Das deutsche Rechtssystem befindet sich in einem stetigen Wandel, um sich an gesellschaftliche Entwicklungen anzupassen. Sofern eine Differenz zwischen geltendem Recht und den Bedürfnissen des „Umweltmobilitätshubs“ sichtbar wird, könnte den daraus entstehenden rechtlichen Herausforderungen durch politische Entscheidungen mittels einer innovationsfreundlichen Gesetzgebung begegnet werden.

⁴ Hoffmann-Riem, in: Hoffmann-Riem, Innovationen im Recht, S. 11.

Dieser Beitrag untersucht, welche rechtlichen Herausforderungen sich nach der derzeitigen Rechtslage bei der Umsetzung des „Umweltmobilitätshubs“ ergeben. Anschließend werden vertragliche Lösungsansätze evaluiert und ein Ausblick gegeben.

2.1 Anwendbarkeit geltender Gesetze auf Funktionen des „Umweltmobilitätshubs“

Nachfolgend werden zu jeder Funktion des „Umweltmobilitätshubs“ die einschlägigen geltenden Gesetze aufgegriffen, welche bei ihrer Anwendung rechtliche Herausforderungen darstellen könnten.

2.1.1 Funktion 1: Fahrgemeinschaften

Die durch das „Umweltmobilitätshub“ organisierten Fahrgemeinschaften befördern Personen, sodass ein genauer Blick ins Personenbeförderungsgesetz (PBefG) geboten ist. Des Weiteren sollen die für die Haftung relevanten Rechtsbeziehungen der verschiedenen Akteure skizziert werden.

2.1.1.1 Personenbeförderungsgesetz

Falls die Funktion „Fahrgemeinschaften“ des „Umweltmobilitätshubs“ in den Anwendungsbereich des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) fiele, würde sich daraus eine Vielzahl an Anforderungen ergeben.

2.1.1.1.1 Verkehrsart/-form der Fahrgemeinschaften

Das Personenbeförderungsgesetz nennt verschiedene Verkehrsarten bzw. -formen, welche gem. § 2 Abs. 1 PBefG alle genehmigungspflichtig sind. Entsprechend der Verkehrsart/-form wird eine solche Genehmigung unter jeweils anderen Voraussetzungen erteilt. Um zu verstehen, welche Anforderungen das „Umweltmobilitätshub“ erfüllen müsste, bedarf es einer Einordnung der Funktion „Fahrgemeinschaften“ in eine der vom Personenbeförderungsgesetz genannten Verkehrsarten und -formen.

Verkehrsart: Gelegenheitsverkehr

Bei den Fahrgemeinschaften würde es sich um die Verkehrsart Gelegenheitsverkehr handeln. Darunter versteht man laut § 46 Abs. 1 PBefG die Beförderung von Personen mit Kraftfahrzeugen, die nicht Linienverkehr ist. Jede Personenbeförderung mittels Kraftfahrzeugen, welche kein Linienverkehr nach §§ 42, 42a oder 43 PBefG ist, ist somit

Gelegenheitsverkehr.⁵ Linienverkehr zeichnet sich durch vom Unternehmer eingerichtete Verkehrsverbindungen, regelmäßige Beförderung der Fahrgäste und Fahrgastfreiheit aus.⁶ Die Fahrgemeinschaften des „Umweltmobilitätshubs“ sind weder an einen festen Fahrplan gebunden, noch gibt das „Umweltmobilitätshub“ ihnen bestimmte Routen vor. Für die Einordnung als Linienverkehr fehlt es ihnen mithin bereits an der durch das Unternehmen eingerichteten Verkehrsverbindung, ebenso wie an der Regelmäßigkeit. Daraus ergibt sich, dass die Fahrgemeinschaften als Gelegenheitsverkehr zu klassifizieren wären.

Fahrgemeinschaften als nicht zulässige Verkehrsform

Für den Gelegenheitsverkehr gilt gem. § 46 Abs. 2 PBefG die Vorgabe, dass er nur in bestimmten Verkehrsformen zulässig ist: als Verkehr mit Taxen, als Ausflugsfahrten und Ferienziel-Reisen oder als Verkehr mit Mietomnibussen und mit Mietwagen. Diese Auflistung ist abschließend, sodass andere denkbare Formen des Gelegenheitsverkehrs nicht genehmigungsfähig sind.⁷ Die Anforderungen unterscheiden sich je nach Verkehrsform. Die Fahrgemeinschaften des „Umweltmobilitätshubs“ zeichnen sich dadurch aus, dass das Fahrtziel vom Fahrgast bestimmt wird. Damit scheidet eine Zuordnung in die Kategorie der Ausflugsfahrten und Ferienziel-Reisen aus, da für diese Fahrten ein Fahrplan vorgegeben wird (§ 48 Abs. 1 Satz 1, Abs. 2 Satz 1 PBefG). Zur Klassifizierung als Taxen fehlt es den Fahrgemeinschaften bereits an einer Beförderungspflicht der Fahrer. Ebenso wenig wären die Fahrzeuge als Taxen erkennbar oder würden i.S.v. § 47 Abs. 1 Satz 1 PBefG an behördlich zugelassenen Stellen bereitgehalten werden. Der Verkehr mit Mietwagen setzt gem. § 49 Abs. 4 Satz 3 PBefG voraus, dass der Wagen nach Ausführung der Beförderung unverzüglich zum Betriebssitz zurückkehrt. Dies würde dem Sinn der Fahrgemeinschaft-Funktion widersprechen. D.h., diese Funktion des „Umweltmobilitätshubs“ kann keiner der drei zulässigen Gelegenheitsverkehrsformen zugeordnet werden.⁸

2.1.1.1.2 Verbot bei fehlender Genehmigung

Als Gelegenheitsverkehr wäre die Funktion Fahrgemeinschaften des „Umweltmobilitätshub“ nach § 2 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 PBefG genehmigungspflichtig. Falls das Verkehrskonzept nicht einer der in § 46 Abs. 2 PBefG zugelassenen Ver-

⁵ Bauer, PBefG, § 46 Rn. 2; Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 46 Rn. 2. 6 VG Hamburg, VRS 57, 233.

⁷ Bauer, PBefG, § 46 Rn. 3; Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 2 Rn. 49; Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 46 Rn. 2.

⁸ So argumentiert auch das OVG Hamburg, MMR 2015, 115 (116) zum Verbot des Mitfahrdienstes „Uber“. Eine Verfassungsbeschwerde von „Uber“ gegen den Beschluss des OVG Hamburg wurde vom BVerfG am 13.11.2014 – 1 BvR 2861/14 als unzulässig zurückgewiesen.

kehrformen zugeordnet werden kann, folgt daraus nicht der Wegfall der Genehmigungsbedürftigkeit, sondern ein Verbot.⁹ Dieses Ausschließlichkeitsprinzip des „Typenzwangs“ wurde allerdings vom Bundesverfassungsgericht (BVerfG) in der „Mitfahrerzentralen-Entscheidung“ vom 7.4.1964 – 1 BvL 12/63 als verfassungswidrig erklärt, da nur dann eine Verkehrsform verboten und damit die Berufsfreiheit nach Art. 12 GG eingeschränkt werden darf, wenn damit die Interessen des Allgemeinwohls geschützt werden. Daraufhin wurde mit § 2 Abs. 6 PBefG eine Möglichkeit geschaffen, auch untypischen Verkehr zu genehmigen.¹⁰ Falls nicht alle Merkmale einer geregelten Verkehrsform vorliegen, kann eine Genehmigung dennoch erteilt werden, soweit dies öffentlichen Verkehrsinteressen nicht entgegensteht. Das Verwaltungsgericht Berlin (VG Berlin) kritisiert, dass durch das fehlende Erfordernis einer Fahrerlaubnis nach § 48 FeV die Tauglichkeit zur Personenbeförderung nicht (wie bei Taxifahrern) überprüft werde.¹¹ Im Falle der „Umweltmobilitätshub“-Fahrgemeinschaften könnte dies einer Genehmigung nach § 2 Abs. 6 PBefG entgegenstehen, da dies ein Sicherheitsmanko darstellen und gegen die öffentlichen Verkehrsinteressen sprechen könnte. Dem lässt sich entgegenhalten, dass die Fahrertauglichkeit durch ein strenges Bewertungssystem des „Umweltmobilitätshubs“ gewährleistet wird. Es sei aber darauf hingewiesen, dass es sich bei § 2 Abs. 6 PBefG um einen Auffangtatbestand handelt, der Behörden Ermessensspielraum einräumt.¹² Fiele das „Umweltmobilitätshub“ darunter, bestünde kein Rechtsanspruch auf eine Genehmigung.

2.1.1.1.3 Pflichten nach dem Personenbeförderungsgesetz

Wenn die Fahrgemeinschaften dem Personenbeförderungsgesetz unterfallen, muss das „Umweltmobilitätshub“ die Betriebspflicht aus § 21 PBefG sowie die Beförderungspflicht i.S.d. § 22 PBefG erfüllen. Ziel der Betriebspflicht ist es, den regelmäßigen Betrieb der Verkehrsarten sicherzustellen,¹³ Ziel der Beförderungspflicht, in der Regel keinen Fahrgast abzuweisen.¹⁴ Damit soll das öffentliche Verkehrsbedürfnis befriedigt werden.¹⁵ Das „Umweltmobilitätshub“ müsste

demnach gewährleisten, dass regelmäßig genügend Fahrgemeinschaften zustande kommen. Die Einhaltung der Betriebspflicht hinge somit maßgeblich vom Nutzerverhalten der Plattform ab. Weiterhin könnte sich der Fahrer der Fahrgemeinschaft die Fahrgäste aufgrund der Beförderungspflicht nicht aussuchen, da (mit Ausnahme von besonderen Gründen) bereits mit einseitiger Willenserklärung des Fahrgastes ein Beförderungsvertrag geschlossen würde¹⁶.

2.1.1.1.4 Ausnahmetatbestände des Personenbeförderungsgesetzes

Das Personenbeförderungsgesetz selbst nennt Möglichkeiten, wie ein Verkehrskonzept zum Einsatz kommen kann, ohne dass alle Anforderungen des Gesetzes erfüllt werden.

Genehmigung zur Erprobung neuer Verkehrsarten/-mittel

§ 2 Abs. 7 PBefG ist ebenso wie § 2 Abs. 6 PBefG ein Resultat der „Mitfahrerzentralen-Entscheidung“ des BVerfG¹⁷ und bricht das zuvor geltende Ausschließlichkeitsprinzip des Typenzwangs.¹⁸ Falls ein öffentliches Interesse an der Durchführung von Verkehrstypen besteht, die nicht im Personenbeförderungsgesetz aufgenommen sind, bietet § 2 Abs. 7 PBefG die Option der Genehmigung zur Erprobung neuer Verkehrsarten und -mittel.¹⁹ Ein öffentliches Interesse könnte z.B. im „Sharing“-Aspekt des „Umweltmobilitätshubs“ gesehen werden: Das Konzept zielt nicht nur auf einen ressourcenschonenden und nachhaltigeren Verkehr ab, sondern dient auch der sozialen Vernetzung. Die Vorschrift wird auch Experimentierklausel genannt. Sie ermöglicht, über einen Erprobungszeitraum von maximal vier Jahren neue Verkehrsdienstleistungen auszutesten und ihre Auswirkungen zu beobachten, ohne dass direkt eine gesetzliche Etablierung ins Personenbeförderungsgesetz nötig wird.²⁰ Wenn das neue Verkehrskonzept zu großer Ähnlichkeit mit bereits erprobten Verkehrsarten/-mitteln hat, scheidet eine Genehmigung nach § 2 Abs. 7 PBefG aus.²¹ Ein Anspruch auf Genehmigung zur Erprobung besteht nicht; die Entscheidung liegt im Ermessen der Behörde.²² Betreiber des „Umweltmobilitätshubs“ könnten also nicht davon ausgehen, sondern müssten darauf hoffen, dass die zuständige Behörde eine

9 Linke, NVwZ 2015, 476 (477); Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, juris, § 2 Rn. 49, § 46 Rn. 1; Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 46 Rn. 2.

10 Bauer, PBefG, juris, § 2 Rn. 26 f.; Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 2 Rn. 50.

11 Vgl. VG Berlin, B.v. 26.9.2014 – 11 L 353.14, juris, Rn. 51, bestätigt durch OVG Berlin-Brandenburg, B.v. 10.4.2015 – OVG, 1 S 96.14, juris, Rn. 13.

12 Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 2 Rn. 10.

13 Bauer, PBefG, § 21 Rn. 4.

14 Bauer, PBefG, § 22 Rn. 2 f.; Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 22 Rn. 1.

15 Bauer, PBefG, § 21 Rn. 4, § 22 Rn. 3; Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 21 Rn. 3, § 22 Rn. 1.

16 Bauer, PBefG, § 22 Rn. 3; Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 22 Rn. 9.

17 BVerfG, E. v. 7.4.1964 – 1 BvL 12/63.

18 Bauer, PBefG, § 2 Rn. 26 f., 30; Lampe, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 2 Rn. 12.

19 Bauer, PBefG, § 2 Rn. 30.

20 Bauer, PBefG, § 2 Rn. 30.

21 VG Augsburg, U. v. 9.3.2010 – Au 3 K 08.1343: Zu Anruf-Sammeltaxen anstelle von Linienbussen in bevölkerungsschwachen Regionen; Bauer, PBefG, § 2 Rn. 30.

22 Bauer, PBefG, § 2 Rn. 30; Heinze, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, juris, § 2 Rn. 58, welcher das behördliche Ermessen allerdings durch Art. 12 GG eingeschränkt sieht.

Genehmigung nach § 2 Abs. 7 PBefG erteilt. Hinzu käme, dass der weitere Betrieb nach vier Jahren von einer Gesetzesänderung abhinge.

Entgelt entspricht Betriebskosten

§ 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 Alt. 2 PBefG lässt eine Ausnahme für entgeltliche Personenbeförderungen zu: Diese unterfallen dem sachlichen Geltungsbereich des PBefG auch dann nicht, wenn das Gesamtentgelt die Betriebskosten der Fahrt nicht überschreitet. Unter Gesamtentgelt ist die Summe der von den Mitfahrern geleisteten Einzelentgelte zu verstehen.²³ Für die Fahrgemeinschaften würde das bedeuten, dass das Entgelt anteilig je nach Anzahl der Mitfahrer berechnet und der Fahrer selbst dabei miteinbezogen werden müsste. Betriebskosten sind die Verbrauchskosten der Fahrt, d.h. nur „bewegliche“ Kosten (wie Treibstoff, Öl), und ausdrücklich keine „festen“ Kosten wie Versicherungen, Steuern, etc.²⁴ Die Rechtsprechung hat teilweise ein Entgelt von 0,35 € pro km als vertretbare Betriebskosten angenommen.²⁵ Diese Annahme ist allerdings nicht gemeingültig. Die Betriebskosten müssen stets im Einzelfall, u.a. nach Fahrzeugtyp und -verbrauch, berechnet werden. Die Rechtmäßigkeit von Pauschalberechnungen durch Beförderungsdienstleister wurde deshalb bezweifelt.²⁶ Es wird vertreten, die Entstehungsgeschichte des Gesetzes spreche dafür, dass § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 Alt. 2 PBefG nur Gefälligkeitsfahrten erfasse.²⁷ Zum Teil wird der Sinn der Vorschrift darin gesehen, Beförderungen zum Zweck der Gewinnerzielung von dem Ausnahmetatbestand auszunehmen.²⁸ Das „Umweltmobilitätshub“ soll hingegen gewinnbringend geführt werden. Um den Ausnahmetatbestand zum geringen Beförderungsentgelt für sich nutzen zu können, müssten Nutzer finanzielle Abstriche machen und aus anderen Gründen (z.B. Nachhaltigkeit, soziale Vernetzung) Fahrgemeinschaften anbieten.

2.1.1.2 Haftung des „Umweltmobilitätshubs“

Im Zusammenhang mit der Personenbeförderung sind verschiedene Schadensfälle denkbar, in denen eine Haftung der Betreiberin/des Betreibers des „Umweltmobilitätshubs“²⁹ zu diskutieren wäre. Insbesondere könnten Schäden durch Unfälle verursacht werden. Ebenso könnten durch Ausfall oder Verspätung der Fahrt Schäden entstehen. Zu unterscheiden

23 OLG Hamm, NJW 1962, 1207 (1208); *Heinze*, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 1 Rn. 28; *Lampe*, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 1 Rn. 8.

24 *Lampe*, in: Erbs/Kohlhaas, PBefG, § 1 Rn. 7.

25 OVG Hamburg, MMR 2015, 115 (116).

26 *Wimmer/Weiß*, MMR 2015, 80 (83).

27 *Ludwigs*, NVwZ 2017, 1646 (1648); *Bauer*, PBefG, § 1 Rn. 8.

28 *Heinze*, in: Fehling/Fiedler/Heinze, PBefG, § 1 Rn. 28.

29 Der Einfachheit halber wird nachstehend von „Umweltmobilitätshub“ gesprochen, wenn dessen Betreiberin gemeint ist.

ist zwischen vertraglicher, quasi-vertraglicher und deliktischer Haftung. Pauschale Bewertungen der Haftungsverhältnisse verbieten sich, sodass hier nur allgemeine Grundsätze skizziert werden können.

2.1.1.2.1 Vertragliche Haftung

Die Leistungspflichten aus dem Vertrag zwischen „Umweltmobilitätshub“ und Nutzer setzen den Rahmen für eine mögliche Haftung gem. §§ 280 ff. BGB. Zu differenzieren sind Haupt- und Nebenleistungs- sowie Schutzpflichten. Die Hauptleistungspflicht des „Umweltmobilitätshubs“ könnte entweder in der Vermittlung oder der Erbringung des Fahrdienstes liegen. Wird die Erbringung des Fahrdienstes geschuldet, reichen die Pflichten im Vergleich zur Vermittlungsdienstleistung deutlich weiter.³⁰

2.1.1.2.2 Quasi-vertragliche Haftung

Unter quasi-vertragliche Haftung fallen Schadensersatzansprüche von Personen, die erkennbar dem Lager des Nutzers zuzuordnen sind, mit denen das „Umweltmobilitätshub“ aber keine eigenen Vertragsbeziehungen eingegangen ist (z.B. Kind eines Fahrgastes). Hinzu kommen Merkmale wie die Leistungsnähe und die Schutzbedürftigkeit des Dritten. Nach den Grundsätzen des Vertrags mit Schutzwirkung zugunsten Dritter steht diesen Personen im Schadensfall ein Anspruch aus dem Vertragsverhältnis zu. Die Haftung des „Umweltmobilitätshubs“ ist entsprechend dem Plattform-Nutzer-Vertrag zu beurteilen.

2.1.1.2.3 Deliktische Haftung

Begeht ein Angestellter des „Umweltmobilitätshubs“ eine Rechtsgutverletzung, kommt des Weiteren eine deliktische Haftung in Betracht. Eine deliktische Haftung ist gegenüber jedermann möglich; es ist kein Vertragsverhältnis nötig. Dementsprechend können auch Dritte (z.B. Unfallopfer) Schadensersatzberechtigte sein. Voraussetzung ist entweder eine rechtswidrige Rechtsgutverletzung gem. § 823 Abs. 1 BGB oder die Verletzung eines Schutzgesetzes nach § 823 Abs. 2 BGB durch den Angestellten. Falls eine Exkulpation nicht möglich ist, kommt zudem eine Haftung gem. § 831 BGB für Verrichtungsgehilfen (wozu Angestellte zählen) in Betracht.

30 Zur Frage, ob im Rahmen der Funktion „Fahrgemeinschaften“ ein geringeres Haftungsrisiko für das „Umweltmobilitätshub“ als Vermittler besteht vgl. die Ausführungen unter **2.2.4**.

2.1.2 Funktion 2: Mitbring-Funktion

Im Rahmen der Mitbring-Funktion stellen sich in erster Linie haftungsrechtliche Fragen. Dazu sind die Rechtsbeziehungen der verschiedenen Akteure genauer zu beleuchten. Sowohl zwischen den Nutzern und dem „Umweltmobilitätshub“ als auch zwischen den Nutzern untereinander bestehen vertragliche Rechtsbeziehungen.

2.1.2.1 Rechtsbeziehung zwischen Nutzer und „Umweltmobilitätshub“

Zwischen dem Nutzer und dem „Umweltmobilitätshub“ liegt - wie oben unter **2.1.1.2.1** beschrieben - ein Vertragsverhältnis vor, welches vertragliche und quasi-vertragliche Haftungsansprüche auslöst. Daneben können grundsätzlich auch deliktische Ansprüche stehen. Die Natur der Verpflichtungen aus dem Plattform-Nutzer-Vertrag ist bei den beiden Funktionen „Mitbringen“ und „Fahrgemeinschaften“ ähnlich. So stellt sich auch für die „Mitbring“-Funktion wiederholt die Frage, ob das „Umweltmobilitätshub“ seine Haftung auf die Rolle des Vermittlers beschränken kann (z.B. als Handelsvertreter (§ 84 ff. HGB) oder Makler (§ 93 ff. HGB)) oder sich bereits aus der Tätigkeit konkludent die Übernahme von weiteren Verpflichtungen ergibt. Der Unterschied zur Fahrgemeinschaften-Funktion liegt selbstverständlich darin, dass ein anderer Fahrdienst, nämlich der Kauf sowie die Lieferung einer Sache, geschuldet ist. Neben den Vermittlungsverpflichtungen kommen also auch Auftrags- und Lieferverpflichtungen in Betracht.

2.1.2.2 Rechtsbeziehung der Nutzer untereinander

Indem die Nutzer miteinander kommunizieren und etwas vereinbaren, schließen sie einen Vertrag, nach dem sich die Haftungsverhältnisse richten. Der Fahrer erklärt sich bereit, für den anderen Nutzer eine gewünschte Sache zu kaufen und ihm diese anschließend zu liefern. Beide Nutzer werden in der Regel keine Kaufleute sein, sodass lieferrechtliche Vertragstypen aus dem Handelsgesetzbuch (HGB) ausscheiden³¹. Zudem handelt es sich durch die Verpflichtung, für den anderen im Laden einen Kaufvertrag abzuschließen, sowieso nicht um einen reinen Liefervertrag. Ein Auftrag nach § 662 BGB scheidet wegen der Entgeltlichkeit ebenso aus. Stattdessen könnte es sich um einen entgeltlichen Geschäftsbesorgungsvertrag i.S.d. § 675 Abs. 1 BGB handeln. Dieser kann in Form eines Dienstleistungs- (§ 611 BGB) oder Werkvertrags (§ 631 BGB) vorliegen. Als Abgrenzungsmerkmal dient der Erfolg, der im Rahmen des Werkvertrags ge-

schuldet wird, während der Dienstleistungsvertrag nur zum Tätigsein verpflichtet.³² Als Erfolg steht am Ende die Übergabe der gewünschten Kaufsache, sodass ein entgeltlicher Geschäftsbesorgungsvertrag in Form eines Werkvertrags angenommen werden darf. Im Laden handelt der Fahrer i.S.d. § 164 BGB als Vertreter des anderen Nutzers. Den Besteller trifft die Pflicht der Abnahme, indem er die Sache entgegennimmt und den Kaufpreis begleicht.

2.1.3 Funktion 3: Fahrzeug-Sharing

Die Fahrzeuge, die im Rahmen der Funktion Fahrzeug-Sharing zur Verfügung gestellt werden sollen, könnten aus drei verschiedenen Lagern stammen. Zum einen wird durch das „Umweltmobilitätshub“ ein unternehmerisch eigenständiger Carsharing-Anbieter vermittelt. Zum anderen könnten entweder Unternehmen oder Privatpersonen ihre Fahrzeuge auf der Plattform zur Miete bereitstellen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Vermietung von privaten Fahrzeugen weniger genutzt wird. Deshalb soll hier der Fokus auf die anderen beiden Szenarien gelegt werden. Neben einer Darstellung der Haftungsverhältnisse wird separat auf die Frage eingegangen, ob der Unternehmensgegenstand um das Nebengeschäft des Fahrzeug-Sharing erweitert werden sollte.

2.1.3.1 Haftungsverhältnisse

Das „Umweltmobilitätshub“ arbeitet für die Funktion des Fahrzeug-Sharings mit unabhängigen Carsharing-Unternehmen zusammen. Im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen Funktionen wird hier eine Dienstleistung zwischen einem Verbraucher und einem Unternehmer vermittelt und nicht zwischen zwei Verbrauchern. Die Konsequenz daraus könnte sein, dass das „Umweltmobilitätshub“ nur im Zusammenhang mit der Vermittlungsleistung vertraglich haftbar gemacht werden kann. Hierfür spricht die Tatsache, dass die Geschäftstätigkeit des Carsharing-Anbieters gerade in der Autovermietung besteht. Auf der anderen Seite liegt das Geschäftsmodell des „Umweltmobilitätshubs“ darin, dass die Miete des Fahrzeuges ausschließlich über die eigene Plattform stattfindet. Um sicherzustellen, dass der Vertrag nicht an der Plattform vorbei geschlossen wird, müsste das „Umweltmobilitätshub“ die Kommunikation mit dem Kunden vollständig übernehmen. Daran würde sich eine Rechnungsstellung anschließen. Gleichzeitig müsste das Fahrzeug beim Carsharing-Anbieter gebucht werden. Damit übernehme das „Umweltmobilitätshub“ die Vermieterrolle und würde den Carsharing-Anbieter als Subunternehmer einsetzen. So bleibt der Mobilitätsplattform Spielraum zur Preisgestaltung,

³¹ Knorre, in: Knorre/Demuth/Schmid, Handbuch des Transportrechts, Rn. 7.

³² MüKo-BGB/Busche, § 631 Rn. 16.

und als Herrin über die Vertragsbedingungen legt sie alle weiteren Konditionen fest. Die andere Seite der Medaille ist die vollständige Haftung in der Rolle des Vermieters dem Nutzer und in der Rolle des Mieters dem Carsharing-Unternehmen gegenüber.

2.1.3.2 Erweiterung des Unternehmensgegenstandes

Sofern ein Unternehmen seine Fahrzeuge auf der Mobilitätsplattform zur Vermietung bereitstellt, ansonsten aber noch nicht in diesem Geschäftszweig tätig war, ist möglicherweise eine Erweiterung des in der Satzung angegebenen Unternehmensgegenstandes nötig. Der Unternehmensgegenstand zeigt, in welchem konkret-abstrakten Betätigungsfeld sich das Unternehmen bewegt, und gibt Aufschluss über den Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit.³³ Er gehört üblicherweise zum notwendigen Teil der Satzung (z.B. bei der GmbH gem. § 3 Abs. 1 Nr. 2 GmbHG) und wird somit durch Satzungsänderung mittels notarieller Beurkundung erweitert (§ 53 GmbHG). Die Satzungsänderung ist wiederum im Handelsregister einzutragen (§ 54 GmbHG). Das könnte für entsprechende Nutzer des „Umweltmobilitätshubs“ hohe notarielle Kosten bedeuten, wenn sie eine Vermietung als Nebengeschäft planen. Es ließe sich daran zweifeln, ob ein derartiger Aufwand im Verhältnis zur gelegentlichen Vermietung steht. Der Unternehmensgegenstand muss nämlich nicht Aufschluss über alle Einzelheiten der Geschäftsplanung geben, sondern so individualisiert sein, dass der Geschäftsschwerpunkt in groben Zügen erkennbar wird.³⁴ Sofern also nur ein geringfügiger Teil des Umsatzes mit der Fahrzeugvermietung erzielt wird, scheint eine Erweiterung des Unternehmensgegenstandes nicht zwingend notwendig.

2.1.4 Anreizsystem

Übergeordnet wirft das Anreizsystem weitere rechtliche Fragen auf. Das Fahrzeug-Sharing wird von einem separaten Unternehmen angeboten. Hinsichtlich der Fahrgemeinschaften und der Mitbring-Funktion könnten sich jedoch Konsequenzen daraus ergeben, dass für die Nutzer finanzielle Anreize geschaffen werden. Zum einen besteht die Gefahr, dass die Nutzung der Plattformen in den gewerblichen Bereich fällt. Zum anderen muss der (europäisch geprägte) Arbeitnehmerbegriff im Auge behalten werden, durch den auch ohne ausdrücklichen Arbeitsvertrag Arbeitnehmerrechte ausgelöst werden können.

2.1.4.1 Gewerbliche Nutzung der Plattform

Auch wenn sich Nutzer auf der Mobilitätsplattform in dem Verständnis anmelden, sie erbringen als Privatpersonen in ihrer Freizeit Fahrdienste, so kann je nach Einzelfall das Fahrverhalten innerhalb des „Umweltmobilitätshubs“ dem gewerblichen Bereich zuzuordnen sein. Als mögliche Folge drohen u.a. zusätzliche Steuerverpflichtungen oder nicht ausreichend bestehender Versicherungsschutz. Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass durch die Konkurrenz zum Taxen-Gewerbe auch Wettbewerbsvorschriften des UWG zum Tragen kommen könnten.

2.1.4.1.1 Steuerpflicht

§ 2 Abs. 1 Satz 3 UStG enthält die Legaldefinition der gewerblichen Tätigkeit: „Gewerblich [...] ist jede nachhaltige Tätigkeit zur Erzielung von Einnahmen, auch wenn die Absicht, Gewinn zu erzielen, fehlt [...]“. Eine nachhaltige Tätigkeit wird durch die Rechtsprechung bei einer wiederholten Tätigkeit angenommen³⁵, kann aber auch schon bei bloßer Wiederholungsabsicht vorliegen³⁶. Spätestens wenn ein Nutzer des „Umweltmobilitätshubs“ also immer wieder durch das Anbieten von Fahrdiensten Einnahmen erzielt, könnte er nach § 12 UStG umsatzsteuerpflichtig und gem. § 2 EStG einkommensteuerpflichtig sein. Mit Blick auf das Schwarzarbeitergesetz und vor dem Hintergrund, dass Steuerhinterziehung eine Straftat nach § 370 AO darstellt, bei der das „Umweltmobilitätshub“ die Rolle eines Beteiligten einnehmen könnte, ist auf eine pflichtgemäße Besteuerung zu achten.

2.1.4.1.2 Versicherungsschutz

Sobald auf der Fahrt, z.B. durch Unfall, ein Schaden eintritt, stellt sich die Frage, ob die Versicherung des Fahrzeugführers dafür aufkommt. In den meisten Fällen wird der Fahrer nur eine private Kfz-Versicherung abgeschlossen haben. Wenn das Fahrverhalten des einzelnen Nutzers im Rahmen des „Umweltmobilitätshubs“ jedoch bereits in den gewerblichen Bereich fällt, stellt sich das Problem eines nicht im ausreichenden Maße bestehenden Versicherungsschutzes. Ohne Versicherungsschutz müssen das „Umweltmobilitätshub“ oder der Fahrer das Schadensersatzrisiko alleine tragen. Mit Blick auf die hohen Schadenssummen (insbesondere bei Personenschäden) muss in diesem Zusammenhang auch an das Insolvenzrisiko des Schädigers gedacht werden, was dann wiederum der Geschädigte zu tragen hätte.³⁷

33 Römermann/Seibt, GmbH-Recht, § 2 Rn. 55.

34 BeckOK-GmbHG/Jaeger, § 3 Rn. 4.

35 BFH, U. v. 23.10.87 – III R 275/83, juris, Rn. 14.

36 Bunjes/Korn, UStG, § 2 Rn. 65 m.w.N.

37 Siehe hierzu auch Solmecke/Lengersdorf, MMR 2015, 493 (496).

2.1.4.2 Nutzer als Arbeitnehmer der Plattform

Das „Umweltmobilitätshub“ könnte durch das Anreizsystem Gefahr laufen, ungewollt Arbeitgeber für die Nutzer zu werden. Daran würden sich Arbeitgeberpflichten sowie Arbeitnehmerrechte anschließen. Laut § 5 Abs. 1 Satz 2 ArbGG können natürliche Personen auch dann als Arbeitnehmer gelten, wenn kein Arbeitsvertrag i.S.d. § 611a BGB geschlossen wurde. Voraussetzung hierzu ist wirtschaftliche Abhängigkeit. Wirtschaftlich abhängig ist, wer seiner sozialen Stellung nach einem Arbeitnehmer vergleichbar schutzbedürftig ist.³⁸ Die Schutzbedürftigkeit ist nach dem Grad der Abhängigkeit zu beurteilen, der dem eines üblichen Arbeitsverhältnisses gleich kommen sollte. Dabei müssen Dienste geleistet werden, die ihrer sozialen Typik nach denen eines Arbeitnehmers entsprechen.³⁹ Die im Zusammenhang mit dem „Umweltmobilitätshub“ zu erbringenden Fahrdienste haben zu einem gewissen Teil Ähnlichkeit mit Beförderungsleistungen durch Taxen oder KEP-Dienstleister. Bei regelmäßiger Diensterbringung mag deshalb ein Schutz der Fahrer von Vorteil sein, wie die Einhaltung bestimmter Arbeitszeiten, -bedingungen oder sogar die Bildung von Gewerkschaften. Was hingegen einer Klassifizierung als Arbeitnehmer widersprechen würde, wäre eine so geringe finanzielle Entlohnung, dass eine wirtschaftliche Abhängigkeit gar nicht erst entstehen kann.

2.2 Vertragliche Lösungsansätze

Für den Fall, dass geltende Gesetze nicht den passenden Rechtsrahmen für das „Umweltmobilitätshub“ bilden, könnten vertragliche Grundlagen geschaffen werden.

2.2.1 Chancen des Vertragsrechts

Das Vertragsrecht hat im Vergleich zu gesetzlichen Regelungen den Vorteil, auf neue Entwicklungen schnell reagieren zu können, ohne dass der Gesetzgebungsprozess durchlaufen werden müsste. Teilweise wird vertreten, dass das Vertragsrecht als „Infrastruktur“ für Innovationen dienen könnte.⁴⁰ Insbesondere für Dienstleistungsinnovationen, wie dem Car-Sharing oder Vermittlungsplattformen, komme dem Instrument der vertraglichen Ausgestaltung eine immens hohe Bedeutung zu.⁴¹ Deshalb sollen im folgenden Abschnitt vertragliche Lösungsansätze aufgezeigt und evaluiert werden, welche für die Realisierung des „Umweltmobilitätshub“ hilf-

38 BAG NZA 1991, 239; BGH, NZA 1999, 110 (112); MüKo-BGB/Spinner, § 611a, juris, Rn. 131.

39 MüKo-BGB/Spinner, § 611a, juris, Rn. 131.

40 Grundmann/Möslein, ZfPW 2015, 435 ff.

41 Grundmann/Möslein, ZfPW 2015, 435 (452).

reich sein könnten.

2.2.2 Grenzen des Vertragsrechts

Der Grundsatz der Privatautonomie besagt, dass Vertragsparteien ihre Vertragsbeziehungen grundsätzlich frei gestalten dürfen. Zu unterscheiden ist abdingbares von zwingendem Recht - auch dispositives und nicht-dispositives Recht genannt. Zusammen mit allgemeinen Verboten wie der Sittenwidrigkeit oder Strafbarkeit vertraglicher Regelungen setzt das zwingende Recht dem Vertragsrecht Grenzen. Nicht jedes rechtliche Problem ist mittels vertraglicher Ausgestaltung lösbar. Nachfolgend werden nur Lösungsansätze zu dispositivem Recht präsentiert.

2.2.3 Lösungsansatz 1: Veränderbares Beförderungsentgelt anstelle von Pauschalbeträgen

Um den Ausnahmetatbestand des § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1 Alt. 2 PBefG nutzen zu können, wird teilweise eine Vertragsklausel eingeführt, welche den Nutzer zur Anpassung des Entgeltes je nach persönlichen Betriebskosten auffordert.⁴² Auf diese Weise soll gezeigt werden, dass eine Berechnung je nach Einzelfall stattfindet. In der Benutzeroberfläche wird bspw. ein Wert (Berechnungsgrundlage: 0,35 € pro km) als Vorschlag eingetragen. Die Rechtsprechung reagierte auf diese Klausel ablehnend: Das OLG Frankfurt⁴³ nennt sie „juristisch motiviert“ und vermutet, dass das Unternehmen darauf spekuliere, dass kein nennenswerter Anteil der Fälle die Reduktionsmöglichkeit der Fahrgäste wahrnehme. Andernfalls sei das Geschäftsmodell für das beklagte Unternehmen nämlich gar nicht rentabel.⁴⁴ Mithin sieht das OLG Frankfurt den Anwendungsbereich des Personenbeförderungsgesetzes als eröffnet an. Um dieser Argumentation zu entgehen, könnte das Geschäftsmodell des „Umweltmobilitätshubs“ nicht primär auf die Einnahmequelle der Beförderungsentgelt(-provisionen) abzielen.

42 So bspw. in Klausel 5.1 *Kostenbeitrag* der „BlaBlaCar“-AGB (Comuto AG): „Wenn Sie eine Anzeige schalten, wird BlaBlaCar einen Betrag für den Kostenbeitrag vorschlagen, der insbesondere die Art der Fahrt und die zurückgelegte Reise berücksichtigt. Dieser Betrag wird ausschließlich als Orientierungshilfe angegeben und es ist Ihre Entscheidung, ihn zu erhöhen oder zu senken, um den Kosten Rechnung zu tragen, die Ihnen für die Fahrt tatsächlich entstehen. Zur Vermeidung von Missbrauch beschränkt BlaBlaCar die Kostenbeitragsspanne.“ (<https://blog.blablacar.de/about-us/terms-and-conditions>, abgerufen am 01.03.2021).

43 OLG Frankfurt, GRUR-RR 2017, 17.

44 OLG Frankfurt, GRUR-RR 2017, 17 Rn. 34.

2.2.4 Lösungsansatz 2: Vermittlung statt Erbringung von Fahrdiensten

Manche Online-Plattformen betonen, dass sie die Rolle des Vermittlers und nicht des Erbringers von Personenbeförderungen einnehmen.⁴⁵ Sie versprechen sich dadurch, rechtlich nicht als „Beförderer“ i.S.d. Personenbeförderungsgesetz klassifiziert zu werden und somit dessen Anforderungen entgehen zu können. Hierin sah das LG Berlin eine gem. § 6 PBefG verbotene Umgehung durch Vertragsvereinbarung.⁴⁶ Die an die Plattformen zu entrichtenden Leistungen werden u.a. als „Provisionen“⁴⁷ oder „Nutzungspaketpreise“⁴⁸ bezeichnet. Per Definition ist derjenige „Beförderer“, der sowohl die wirtschaftlichen Vorteile als auch Risiken trägt und gegenüber dem Fahrgast als Vertragspartner auftritt.⁴⁹ Es kommt ausdrücklich nicht darauf an, wer die eigentliche Beförderung letztlich durchführt.⁵⁰ Für die Beförderer-Eigenschaft des „Umweltmobilitätshubs“ könnte sprechen, dass die Plattform gegenüber dem Nutzer als Ansprechpartner auftritt und für Beförderungen Rechnungen stellt. Andererseits überlässt das „Umweltmobilitätshub“ den Nutzern die Absprache des Fahrdienstes, was die Vermittler-Rolle unterstreicht. In der Rechtsprechung lässt sich allerdings die Tendenz erkennen, die Beförderer-Eigenschaft von Online-Plattformen trotz gegenteiliger Vertragsausgestaltung zu bejahen⁵¹, sodass eine entsprechende Klausel nicht den gewünschten Effekt erzielt.

2.2.5 Lösungsansatz 3: Inklusiver Abschluss einer Versicherung

Im Schadensfall kann eine Versicherung einige Haftungsrisiken auffangen. Wie oben unter **2.1.4.1.2** beschrieben, besteht das Risiko des nicht ausreichend bestehenden Versicherungsschutzes z.B. bei der gewerblichen Nutzung. Dieser rechtlichen Herausforderung könnte man durch eine Vertragsklausel begegnen, welche automatisch mit Schließen

45 Bspw. Uber B.V.: „Uber vermittelt Beförderungsaufträge an professionelle und lizenzierte Mietwagenunternehmen. Uber selbst bietet keine Beförderungsdienstleistungen an und ist für die Beförderung als solche nicht verantwortlich.“ (<https://www.uber.com/global/de/u/wir-sind-hier/>, abgerufen am 01.03.2021).

46 LG Berlin, U. v. 11.4.2014 – 15 O 43/14, juris, Rn. 57.

47 Früher bei mitfahrzentrale.de (heute „BlaBlaCar“): https://www.focus.de/reisen/service/tid-30661/gebuehr-kostet-mitfahrgelegenheit-de-kunden-wo-sie-ohne-provision-mitfahren-koennen_aid_962641.html (abgerufen am 01.03.2021).

48 Klausel 5.2. der „BlaBlaCar“-AGB (Comuto AG) (<https://blog.blablacar.de/about-us/terms-and-conditions>, abgerufen am 01.03.2021).

49 Wimmer/Weiß, MMR 2015, 80 (81).

50 VG Berlin, B. v. 26.9.2014 – 11 L 353.14, juris, Rn. 26; Wimmer/Weiß, MMR 2015, 80 (81).

51 VG Hamburg, B. v. 27.8.2014 – 5 E 3534/14; bestätigt durch OVG Hamburg, MMR 2015, 115.

des Vertrags den Abschluss einer Versicherung auslöst.⁵² Eine Versicherungslösung dieser Art könnte im Zuge aller drei Funktionen des „Umweltmobilitätshubs“ zum Einsatz kommen. Die Akteure hätten im Schadensfall nicht untereinander das Insolvenzrisiko zu tragen und der Geschädigte müsste nicht – teilweise umständlich – den Schadensersatzpflichtigen ermitteln.

2.2.6 Lösungsansatz 4: Haftungsausschlüsse

Unternehmerisch optimal wäre wohl, mit den jeweiligen Vertragspartnern jegliche gesetzliche Haftung auszuschließen, um auf diese Weise möglichst wenig Risiko eingehen zu müssen. Wie die Ausführungen unter **2.2.2 Grenzen des Vertragsrechts** aber erahnen lassen, wusste der Gesetzgeber dies durch nicht-dispositives Recht zu verhindern.

2.2.6.1 Verbot des Haftungsausschlusses durch AGB für vorsätzliches und grob fahrlässiges Handeln

So kann die Haftung bei vorsätzlichem oder grob fahrlässigem Handeln nicht durch AGB ausgeschlossen werden, § 309 Nr. 7 BGB. Dies hat den Hintergrund, dass die umfangreichen AGB häufig dazu missbraucht wurden, eine entsprechende Klausel einzuführen, die den Vertragspartner schutzlos stellte.⁵³

2.2.6.2 Schutz des Verbrauchers

Ebenso sollte das Verhältnis Verbraucher zu Unternehmer bei Stellung der AGB berücksichtigt werden. Der Kunde der Mobilitätsplattform wird grundsätzlich ein Verbraucher nach § 13 BGB sein, während das „Umweltmobilitätshub“ als Unternehmer i.S.d. § 14 BGB auftritt. Der Verbraucher genießt in unserem Rechtssystem einen hohen Schutz.⁵⁴

2.2.6.3 Eingeschränkter Haftungsausschluss bei geschäftsmäßiger Personenbeförderung

Soll die Haftung nach dem Straßenverkehrsgesetz (StVG)

52 Bspw. unter 3.3. *Versicherung* der AGB der PaulCamper GmbH (Wohnmobil-Vermietung): „PaulCamper unterhält einen Flottenversicherungsvertrag bei der Allianz, in deren Rahmen wir unter folgenden Bedingungen Versicherungsschutz anbieten: Besondere Bedingungen zur Versicherung für Campingfahrzeuge. Darüber hinaus erhalten alle Vermieter den Camper-Interieurschutz im Rahmen des von uns mit unserem Versicherungspartner, der AWP P&C S.A, Bahnhofstraße 16, 85609 Aschheim („AWP“), abgeschlossenen Gruppenversicherungsvertrags. Die Versicherungsbedingungen für den Interieurschutz sind hier abrufbar.“ (<https://paulcamper.de/docs/terms-and-conditions-2019-01/>, abgerufen am 01.03.2021).

53 MüKO-BGB/Wurmnest, § 309 Nr. 7 Rn. 1.

54 MüKO-BGB/Micklitz, § 13 Rn. 4 ff.

ausgeschlossen werden, darf die Personenbeförderung nicht entgeltlich bzw. geschäftsmäßig erfolgen. Die Fahrzeughalterhaftung nach § 7 StVG und die Fahrzeugführerhaftung gem. § 18 StVG können bei unentgeltlicher Personenbeförderung ausgeschlossen werden. § 8a StVG ordnet jedoch an, dass sich bei Entgeltlich- und Geschäftsmäßigkeit der Beförderung ein Haftungsausschluss zu § 7 StVG verbietet. Da laut § 18 Abs. 1 Satz 1 StVG die §§ 8 bis 15 StVG auf die Fahrzeugführerhaftung ebenso anwendbar sind, scheidet auch dafür ein Haftungsausschluss aus.

Solange bei der Vertragsgestaltung des „Umweltmobilitätshubs“ die genannten Grenzen nicht überschritten werden, ist eine Klausel zum Haftungsausschluss bzw. zur Haftungsminimierung eine leicht zu implementierende Lösung, um sich abzusichern und strenge gesetzliche Haftungsverhältnisse abzuschwächen.

2.3 Ausblick

Nachdem die aktuell geltenden gesetzlichen Bestimmungen auf die Funktionen des „Umweltmobilitätshubs“ angewendet und die vertraglichen Lösungsansätze zur Anpassung der derzeitigen Rechtslage evaluiert wurden, ergibt sich folgender Schwerpunkt: Die größten rechtlichen Herausforderungen bestehen im Zusammenhang mit dem Personenbeförderungsgesetz. Ohne eine Zulassung für die Verkehrsform der rentablen Fahrgemeinschaften müsste das Geschäftsmodell des „Umweltmobilitätshub“ auf andere Einnahmequellen gestützt werden. Es bieten sich die Mitbring-Funktion und das Fahrzeug-Sharing an, die derzeit weniger hemmenden rechtlichen Herausforderungen begegnen. Eine Anpassung der Haftungsverhältnisse ist durch vertragliche Haftungsausschlüsse/-begrenzungen möglich. Daneben sind passgenaue Versicherungslösungen denkbar.

Da sich ein Trend zur Etablierung neuartiger Verkehrskonzepte, wie das des „Umweltmobilitätshubs“, abzeichnet, ist eine Anpassung der derzeitigen Rechtslage (evtl. auch durch europarechtliche Vorgaben) nicht fernliegend. Das PBefG ist seit seiner Einführung 1961 bereits mehrfach reformiert worden.⁵⁵ Das gesellschaftliche Bedürfnis nach nachhaltigen und sozialen Mobilitätsformen zeigt sich auch in der Forderung nach neuen Gesetzesgrundlagen zur Personenbeförderung.⁵⁶ Die Debatte zum Abbau rechtlicher Hemmnisse für neuartige Verkehrsformen ist nicht nur im Zusammenhang mit dem „Umweltmobilitätshub“ zu führen, sondern könnte

generell zu einer nachhaltigeren und sozialen Zukunft der Mobilität beitragen.

⁵⁵ *Kment*, NVwZ 2020, 366; Vorwort zu *Bauer*, PBefG, S. V.; siehe auch aktuell den Entwurf eines Gesetzes zur Modernisierung des Personenbeförderungrechts BT-Drucks. 19/26175 sowie BR-Drucks. 200/21.

⁵⁶ *Solmecke/Lengersdorf*, MMR 2015, 493 (497); *Kment*, NVwZ 2020, 366 (368).

3. Literatur

Bauer, Michael Personenbeförderungsgesetz – Kommentar, 1. Auflage 2009 (zit.: Bauer, PBefG, §).

Beck'scher Online-Kommentar zum GmbHG 45. Edition, Stand: 01.08.2020 (zit.: BeckOK-GmbHG/Verfasser, §).

Bunjes, Johann Umsatzsteuergesetz – Kommentar, 19. Auflage 2020 (zit.: Bunjes/Verfasser, UStG, §).

Erbs, Georg/Kohlhaas, Max Strafrechtliche Nebengesetze, Band 1, Stand: August 2020 (zit.: Verfasser, in: Erbs/Kohlhaas, §).

Grundmann, Stefan/Möslein, Florian Vertragsrecht als Infrastruktur für Innovation, ZfPW 2015, 435.

Heinze, Christian/Fehling, Michael/Fiedler, Lothar H. Personenbeförderungsgesetz – Kommentar, 2. Auflage 2014 (zit.: Verfasser, in: Heinze/Fehling/Fiedler, PBefG, §).

Hoffmann-Riem, Wolfgang Innovationen im Recht, 1. Auflage 2016 (zit.: Verfasser, in: Hoffmann-Riem, Innovationen im Recht, S.).

Kment, Martin Inklusion neuer Mobilitätsformen in den urbanen Verkehr - Erweiterung und Anpassung des Personenbeförderungsgesetzes, NVwZ 2020, 366.

Knorre, Jürgen/Demuth, Klaus/Schmid, Reinhard Handbuch Transportrecht, 2. Auflage 2015 (zit.: Verfasser, in: Knorre/Demuth/Schmid, Handbuch des Transportrechts, Rn.).

Linke, Benjamin Gewerbefrei oder „Uber“-reguliert? – Die Vermittlung von Personenbeförderungsdiensten auf dem Prüfstand, NVwZ 2015, 476.

Ludwigs, Markus Rechtsfragen der Sharing Economy am Beispiel der Modelle Uber und Airbnb, NVwZ 2017, 1646.

Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch, Band 5, 8. Auflage 2020 (zit.: MüKo-BGB/Verfasser, §).

Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch, Band 2, 8. Auflage 2019 (zit.: MüKo-BGB/Verfasser, §).

Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch, Band 6, 8. Auflage 2020 (zit.: MüKo-BGB/Verfasser, §).

Römermann, Volker Münchener Anwaltshandbuch GmbH-Recht, 4. Auflage 2018 (zit.: Römermann/Verfasser, §).

Solmecke, Christian/Lengersdorf, Bonny Rechtliche Probleme bei Sharing Economy - Herausforderungen an die Gesetzgebung auf dem Weg in eine geteilte Welt, MMR 2015, 493.

Wimmer, Norbert/Weiß, Mari Taxi-Apps zwischen Vermittlertätigkeit und Personenbeförderung- Die verwaltungsgerichtliche Entscheidungspraxis zu den Uber-Angeboten, MMR 2015, 80.

AutorInnen

Prof. Dr.-Ing. Petra K. Schäfer

Geschäftsführende Direktorin des ReLUT und Professorin für Verkehrsplanung an der Frankfurt University of Applied Sciences

E-Mail: petra.schaefer@fb1.fra-uas.de

Prof. Dr. jur. Domenik H. Wendt LL.M.

Professur für Bürgerliches Recht, Europäisches Wirtschaftsrecht und Europarecht an der Frankfurt University of Applied Sciences und Mitglied des ReLUT

E-Mail: wendt@fb3.fra-uas.de

Franziska Weiser M.Eng.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin des ReLUT

E-Mail: franziska.weiser@fb1.fra-uas.de

Dipl.-Jur. Deike Alauda Tamm

Wissenschaftliche Mitarbeiterin des ReLUT

E-Mail: deike.tamm@fb3.fra-uas.de

Research Lab for Urban Transport

der Frankfurt University of Applied Sciences, Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt am Main

Akzeptanz eines automatisierten Shuttles in einer Kleinstadt Analyse anhand einer Trendstudie und Fahrgastbefragung

Rebekka Mantel

Technische Universität Hamburg, Institut für Verkehrsplanung und Logistik, Am Schwarzenberg-Campus 3, 21073 Hamburg, Deutschland

Abstract

Die durchgeführte Trendstudie und Befragung der Fahrgäste untersucht die Akzeptanz des automatisierten Shuttles im Laufe seiner Einführung in der Kleinstadt Lauenburg/Elbe. Dabei werden Einstellungsunterschiede der Befragten mit und ohne Testfahrt untersucht. Um Einflussfaktoren auf eine annehmende oder ablehnende Haltung zu identifizieren, werden die Akzeptanzaspekte des fahrerlosen Shuttles sowie der Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft differenziert. Insgesamt wird die Fahrt mit dem Shuttle positiv wahrgenommen.

Schlagwörter/Keywords:

Akzeptanz von automatisierten Shuttles, Nutzerakzeptanz, Automatisierung im ÖPNV

1. Einleitung

Seit einigen Jahren wird der Einsatz von automatisierten Shuttles im ÖPNV in zahlreichen Pilotprojekten in Europa und insbesondere in Deutschland erprobt. Die gesetzlichen Bestimmungen lassen derzeit die Automatisierungsstufe SEA Level 3 – das bedingt-automatisierte Fahren – im öffentlichen Raum zu. Mögliche Einsatzgebiete der zukünftig marktreifen automatisierten Shuttles sind im urbanen und ländlichen Raum vielfältig vorhanden und besitzen das Potenzial, die Mobilität für verschiedene Bevölkerungsgruppen zu verbessern. Die elektrisch angetriebenen Shuttles reduzieren die Lärm- und CO₂-Emissionen am Einsatzort im Gegensatz zu konventionell eingesetzten Busverkehren. Neben den technischen Herausforderungen ist die Akzeptanz der fahrerlosen Shuttles durch die Nutzer*innen für die erfolgreiche Implementierung entscheidend. Mit der Frage, wie die automatisierten Shuttles von der Bevölkerung angenommen werden, beschäftigt sich die Akzeptanzforschung von diesen Angebotsformen.

Im Oktober 2019 begann im Rahmen des Projekts TaBuLa* („Aufbau eines Testzentrums für automatisiert verkehrende Busse im Kreis Herzogtum Lauenburg“) der Testbetrieb des automatisierten TaBuLa Shuttles (vgl. Abbildung 1) in

der Kleinstadt Lauenburg/Elbe (im Folgenden als Lauenburg bezeichnet; 11.402 Einwohner*innen [1]). Realisiert wurde das Projekt durch die Technische Universität Hamburg und den Kreis Herzogtum Lauenburg. Der TaBuLa Shuttle wird durch die Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH betrieben und operiert mit einem*r Fahrzeugbegleiter*in im Shuttle. Die 2,5 Kilometer lange Strecke verbindet die Oberstadt Lauenburgs mit der historischen Altstadt. Besondere Anforderungen stellt die Strecke durch die engen, kopfsteingepflasterten Gassen der Altstadt, Streckenabschnitte mit bis zu 16 % Steigung bzw. Gefälle sowie die Benutzung einer Bundesstraße mit Lichtsignalanlagen. Mit einer maximalen Geschwindigkeit von 18 Stundenkilometern bewältigt der Shuttle die Strecke in durchschnittlich 30 Minuten und operiert für die Fahrgäste kostenlos an fünf Tagen pro Woche im öffentlichen Betrieb. Der Live-Standort des aktuell fahrplanlos operierenden TaBuLa Shuttles kann während der Betriebszeiten zwischen 10 und 17 Uhr auf einer Homepage ermittelt werden. Während der Einschränkungen der Corona-Pandemie durften maximal drei Fahrgäste befördert werden. Normalerweise bietet der Shuttle Platz für zehn Fahrgäste. Bislang war kein durchgängig stabiler öffentlicher Betrieb möglich, da der Betrieb an 37 % der Betriebstage

* Die dieser Veröffentlichung zugrundeliegenden Arbeiten wurden durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren“ mit 1,9 Millionen Euro gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt liegt ausschließlich bei der Autorin.

aufgrund von pandemiebedingten Betriebspausen, technischen Gründen und anderen Rahmenbedingungen des Projekts, ausgesetzt werden musste. Um die Akzeptanz des TaBuLa Shuttles durch die Fahrgäste und die Bevölkerung Lauenburgs zu erfassen, wurde eine Trendstudie in Form von Haushaltsbefragungen vor dem Einsatz des Shuttles in Lauenburg und während des Betriebs durchgeführt. Diese hatte das Ziel, Veränderungen im Meinungsbild der Bevölkerung während der Einführung des automatisierten Shuttles zu identifizieren. Zusätzlich konnte durch die Befragung der Fahrgäste die Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle bewertet werden.



Abbildung 1

Automatisierter TaBuLa Shuttle in Lauenburg
(Foto: M. Grote)

2. Literaturüberblick und Forschungsfragen

Die Akzeptanz des automatisierten Busverkehrs im ÖPNV wird seit dessen Einführung im öffentlichen Raum erforscht. Eine Vielzahl von Modellen, Systemen und Ansätzen aus der Technikakzeptanzforschung wurden angewendet, um ein besseres Verständnis des Akzeptanzphänomens zu erzielen und Faktoren zu identifizieren, welche die Entstehung von Akzeptanz fördern oder hemmen [2]. Darüber hinaus dient die Forschung der akzeptanzerhöhenden Ausgestaltung der Einsatzmöglichkeiten von automatisierten Shuttles.

Eine Vielzahl von Studien zur Bewertung der Einstellungen zu automatisierten Shuttles und der Nutzungsbereitschaft bedienen sich deskriptiver Auswertungsmethoden [3 bis 7]. Zusätzlich werden multivariate Analysemethoden wie die Hauptkomponenten- oder Clusteranalyse genutzt, um Akzeptanzgruppen zu bilden und Einflussfaktoren zu identifizieren, welche die Akzeptanz bedingen [8 bis 10]. Bestehende Technikakzeptanzmodelle wie das „Technology Acceptance Model“ [11] und die „Unified Theory of Acceptance and Use of Technology“ (UTAUT) [12] sowie UTAUT 2 [13] wurden hinsichtlich der Rahmenbedingungen des automatisierten ÖPNV modifiziert und weiterentwickelt [8, 14 bis 17]. Dadurch konnten Konstrukte identifiziert werden,

welche die Nutzungsbereitschaft von automatisierten Shuttles bedingen. Madigan et al. [15] fanden heraus, dass die Faktoren Leistungserwartung (wahrgenommener Nutzen des Verkehrsmittels), sozialer Einfluss, begleitende Randbedingungen und die hedonistische Motivation (die Freude an der Benutzung des Verkehrsmittels) die Nutzungsintention beeinflussen. Nordhoff et al. [18] identifizierten weitere Faktoren wie die Kompatibilität mit bisher genutzten Verkehrsmitteln und die Ride-Sharing-Bereitschaft.

Die Akzeptanz automatisierter Shuttles lässt sich nicht nur durch die Nutzungsbereitschaft beschreiben. Lucke [19] differenziert zwischen folgenden Dimensionen: dem Akzeptanzobjekt, dem Akzeptanzsubjekt und den Akzeptanzkontextfaktoren, welche die Akzeptanz bedingen. Demnach wird das Akzeptanzobjekt – das automatisierte Shuttle – aufgrund seiner Eigenschaften und den gegebenen Kontextfaktoren bei den Akzeptanzsubjekten angenommen oder abgelehnt. Ein weiterer Dimensionierungsansatz ist es, die Akzeptanz als Prozess der Einstellungs-, Handlungs- und Nutzungsakzeptanz zu beschreiben [19, 20]. Rauh et al. [10] nutzen das dynamische Akzeptanzmodell nach Kollmann [20], um die Akzeptanz eines automatisierten Shuttles zu analysieren. Jede der Dimensionen beinhaltet eine (erwartete) Einstellungs-, Handlungs- und Nutzungsebene. Die Einstellungsakzeptanz bildet sich aus dem Bewusstsein, dem Interesse und der Erwartung gegenüber dem Akzeptanzobjekt. Die Handlungsakzeptanz stellt die aktive Akzeptanz dar. Das Akzeptanzsubjekt hat die Möglichkeit das Akzeptanzobjekt zu testen und zu entscheiden, ob sich dieses für eine alltägliche Nutzung eignet. Zuletzt entsteht die Nutzungsakzeptanz, welche sich in einer tatsächlichen alltäglichen Nutzung des Verkehrsmittels offenbart.

Die vorliegende Studie hat das Ziel, die Einstellungs- und Handlungsakzeptanz des TaBuLa Shuttles durch die Triangulation der Akzeptanzsubjekte, der Bevölkerung Lauenburgs und der Fahrgäste im Shuttle, zu analysieren. Nur wenige Studien haben die Einstellungen der Bevölkerung im Einsatzgebiet während des Projektverlaufs erhoben [6]. An dieser Stelle knüpft die Akzeptanzforschung des Projekts TaBuLa mit einer Trendstudie an. Die forschungsleitenden Fragen sind:

- Wie verändert sich die Einstellung der Bevölkerung Lauenburgs mit der Einführung des TaBuLa Shuttles in Lauenburg?
- Inwiefern unterscheiden sich die Einstellungen der Befragten, welche bereits mit dem TaBuLa Shuttle gefahren sind, von den Befragten, welche den TaBuLa Shuttle nicht getestet haben?
- Hinsichtlich welcher Merkmale unterscheiden sich Personen mit annehmender und ablehnender Haltung? Welche Einflussfaktoren bedingen die Akzeptanz?
- Wie wird die Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle wahrgenommen?

3. Datengrundlage

Die postalisch durchgeführten Haushaltsbefragungen richteten sich an die 5.000 Haushalte der Stadt Lauenburg. Erhoben wurden die Einstellungen der Bevölkerung Lauenburgs vor dem Einsatz des TaBuLa Shuttles im Mai 2019 (HHBw1) und im August 2020 als der Shuttle bereits mehrere Monate im öffentlichen Betrieb war (HHBw2). In diesem Zeitraum hatte die Bevölkerung ausreichend Gelegenheit, den TaBuLa Shuttle zu testen. Als Stichprobenziehung wurde jeweils die Person im Haushalt angesprochen, die als letztes Geburtstag hatte. Der Rücklauf betrug in der HHBw1 8,7 % (n=434) und in der HHBw2 4,8 % (n=240) der Lauenburger Haushalte. Mit einem Online-Fragebogen richtete sich die Fahrgastbefragung (FGB) an die 977 Fahrgäste des TaBuLa Shuttles im Befragungszeitraum von Juni bis Dezember 2020. 9,6 % der Fahrgäste nahmen an der Befragung teil (n=94). Im Gegensatz zu den Haushaltsbefragungen kamen diese nicht nur

aus Lauenburg, sondern aus ganz Deutschland und nutzten den TaBuLa Shuttle vornehmlich mit dem Fahrtzweck der Testfahrt. Im Folgenden werden die drei Stichproben charakterisiert (vgl. Abbildung 2).

Die Altersverteilungen der drei Erhebungen sind linksschief. Der Altersdurchschnitt der Befragten liegt über dem der Stadt Lauenburg und dem Bundesdurchschnitt von 45 Jahren [1, 21]. Weiterhin ist der Anteil der Ruheständler*innen in der HHBw1 und HHBw2 im Vergleich zu Lauenburgs Anteil an Ruheständler*innen (28 %) überrepräsentiert [21]. In der FGB hingegen ist dieser für Deutschland repräsentativ [ebd.]. Bei der weiteren Analyse ist zu beachten, dass die Befragungen aufgrund der Altersverteilungen und der hohen Anteile an Berufstätigen in den Haushaltsbefragungen statistisch nicht repräsentativ sind. Die Verkehrsmittelverfügbarkeit vergleichend fällt zum einen auf, dass die Befragten der FGB vermehrt Monatskarten für den ÖPNV besitzen, zum anderen aber auch einen höheren Führerscheinbesitz haben als bei den Befragten der HHBw1 und HHBw2. Die Pkw-Nutzung ist in den drei Befragungen ähnlich verteilt und wird als zutreffend definiert, wenn an mindestens einem bis drei Tagen der Woche der Pkw genutzt wird. Die Pkw-Nutzung der FGB und HHBw2 beziehen sich auf das Verkehrsmittelwahlverhalten vor der Corona-Pandemie, welches die Befragten rückwirkend einschätzen sollten.

Merkmalsgruppen		HHBw1	HHBw2	FGB
Geschlecht	männlich	48 %	46 %	50 %
	weiblich	49 %	49 %	46 %
	divers	0 %	0 %	0 %
	keine Antwort	2 %	4 %	4 %
Altersklassen	unter 18 Jahre	0 %	0 %	1 %
	18 bis 25 Jahre	2 %	4 %	1 %
	26 bis 45 Jahre	15 %	16 %	26 %
	46 bis 65 Jahre	42 %	39 %	50 %
	über 65 Jahre	35 %	37 %	17 %
	keine Antwort	6 %	4 %	5 %
	Altersdurchschnitt (Jahre)	59	58	53
Beschäftigung	berufstätig/ selbstständig	48 %	47 %	65 %
	im Ruhestand	41 %	43 %	24 %
	andere	9 %	9 %	7 %
	keine Antwort	2 %	1 %	3 %
Monatskarte ÖPNV	ja	14 %	14 %	28 %
	nein	83 %	85 %	70 %
	keine Antwort	3 %	1 %	2 %
Führerschein	ja	88 %	89 %	94 %
	nein	11 %	10 %	4 %
	keine Antwort	1 %	1 %	2 %
Pkw-Nutzung	ja	79 %	77 %	81 %
	nein	19 %	23 %	18 %
	keine Antwort	2 %	0 %	1 %
Gesamt		434	240	94

Abbildung 2 Übersicht Erhebungen – Soziodemographische Eigenschaften und Verkehrsmittelverfügbarkeit

4. Analyse der Einstellungen der Lauenburger Bevölkerung und der Fahrgäste

In den Fragebögen bewerteten die Befragten Aussagen zu automatisierten Shuttles im Allgemeinen und zum TaBuLa Shuttle im Speziellen auf einer Skala von 1 („stimme zu“) bis 4 („stimme nicht zu“), bzw. bei der FGB bei einigen Aussagen von 1 („stimme zu“) bis 5 („stimme nicht zu“). Mithilfe von zweistufigen T-Tests für unabhängige Stichproben können signifikante Mittelwertunterschiede der Aussagenbewertungen zwischen der HHBw1 und HHBw2 identifiziert werden. Des Weiteren werden innerhalb der Erhebungen signifikante Mittelwertunterschiede der Bewertungen hinsichtlich verschiedener Merkmalsgruppen bestimmt. Ab einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ ist der Mittelwertunterschied in der Standardliteratur als statistisch signifikant zu erachten. Im Folgenden werden die erwarteten Mittelwertunterschiede zum einen in der Trendanalyse und zum anderen innerhalb der Befragungen hinsichtlich Merkmalsgruppen in Hypothesen formuliert.

Beschreibung der Hypothesen

In einigen Studien wurde herausgefunden, dass in Städten mit automatisierten Testbetrieben die Einstellungen automatisiertem ÖPNV gegenüber positiver sind [6, 22]. Wicki und Bernauer [6] schlossen, dass das Erlebnis und die Gewohnheitseffekte zu einer Erhöhung des Akzeptanzlevels

führen. Aufgrund dessen ist bei der Trendanalyse der Haushaltsbefragungen zu erwarten, dass sich das Meinungsbild in der HHBw2 durch den Kontakt zum automatisierten Shuttle verbessern wird (H1). Weiterhin werden die Bewertungen der FGB positiver sein als jene der Befragten, welche nicht mit dem Shuttle gefahren sind (H2), da in einigen Studien ermittelt wurde, dass die Fahrt eine positive Auswirkung auf die Einstellung gegenüber automatisierten Verkehrsmitteln und das Sicherheitsgefühl hat [23 bis 25].

Die Aussagen zu den Einflussfaktoren Geschlecht und Alter sind hinsichtlich der Nutzungsbereitschaft von automatisierten Shuttles unter einer Vielzahl von Studien inkonsistent [4, 7 bis 9, 14, 16, 24]. Schoettle und Sivak [26] ermittelten, dass Frauen bezüglich autonomen Fahrens besorgter sind und Wicki und Bernauer [6] stellten heraus, dass Männer mehr Vertrauen in die Technologie von automatisierten Shuttles haben. Aufgrund dessen wird in dieser Studie angenommen, dass Männer eine höhere Akzeptanz gegenüber automatisierten Shuttles aufweisen (H3). In dieser Studie wird anstelle des Alters die Beschäftigung betrachtet und auf die Ausprägungen Berufstätige und Ruheständler*innen reduziert, da diese die Stichprobe dominierten (vgl. Abbildung 2). Hinzukommt, dass das Alter mit der Beschäftigung korreliert ($r=0,72$). Weiterhin zeigten Nordhoff et al. [16] auf, dass Ältere es weniger einfach finden, automatisierte Shuttles zu nutzen. Daher ist anzunehmen, dass Ruheständlern*innen ein*e Ansprechpartner*in im Shuttle wichtiger ist als Berufstätigen (H4).

Die gewöhnlich genutzten Verkehrsmittel haben Einfluss auf die Nutzungsbereitschaft automatisierter Shuttles. Kostorz et al. [9] ermittelten, dass Befragte, welche hauptsächlich Verkehrsmittel des Umweltverbundes nutzen oder ein hochmultimodales Mobilitätsverhalten aufweisen, eine höhere Nutzungsbereitschaft haben als Pkw-Nutzer*innen. Einen negativen Effekt der Pkw-Nutzung auf die Nutzungsbereitschaft von automatisierten Shuttles konnten Pakusch und Bossauer [7] sowie Nordhoff et al. [17] feststellen. Nordhoff et al. [18] entdeckten zusätzlich, dass die Kompatibilität mit bisher genutzten Verkehrsmitteln die stärkste Vorhersagekraft für die Nutzungsbereitschaft aufweist. In dieser Studie wird der ÖPNV-Monatskartenbesitz und die Pkw-Nutzung herangezogen, um die Verkehrsmittelwahl zu beschreiben. Es wird angenommen, dass Monatskartenbesitzer*innen eine höhere Nutzungsbereitschaft aufweisen (H5) und Pkw-Nutzer*innen eine geringere (H6).

In einigen Studien konnten Zusammenhänge zwischen vorhergehender Erfahrung oder Vorkenntnissen mit automatisierten Shuttles und der Nutzungsbereitschaft ermittelt werden [7, 9, 22, 26]. Aufgrund dessen, wird erwartet, dass Befragte der FGB mit Vorkenntnissen von automatisierten Verkehrsmitteln eine höhere Nutzungsbereitschaft aufweisen (H7). In der FGB gaben 26 % an, bereits mit automatisierten Verkehrsmitteln gefahren zu sein. Hauptsächlich waren dies selbstfahrende Bahnen.

Eine Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle verläuft anders als in

einem Bus im regulären manuellen Fahrbetrieb. Es kommt häufiger zu starken Bremsungen und wiederkehrend übernimmt der*die Fahrzeugbegleiter*in die Steuerung, beispielsweise aufgrund von Falschparkenden, in den Fahrweg hineinragenden Bewuchs oder einem Verlust der Ortung. Die Fahrgäste wurden befragt, ob sie Vorkommnisse während der Fahrt erlebt hätten. 83 % der Fahrgäste der FGB berichteten, Vorkommnisse erlebt zu haben. 66 % hatten eine starke Bremsung und 22 % Probleme mit der Technik erlebt. Es ist anzunehmen, dass das Wahrnehmen von Vorkommnissen negative Auswirkungen auf den Fahrtkomfort hat (H8).

Trendanalyse der Einstellungen in den Haushaltsbefragungen

In der HHBw1 wurden die Einstellungen der Bevölkerung vor dem öffentlichen Einsatz des TaBuLa Shuttles in Lauenburg erhoben. Obwohl zu dem Zeitpunkt bereits 87 % der Befragten von dem Projekt gehört hatten, ist unklar, welche Vorstellungen die Bevölkerung von einem automatisiert fahrenden Shuttle hatte. Aufgrund dessen beschreibt die HHBw1 die Einstellungsakzeptanz des Shuttles. Der Großteil der Befragten (79 %) war bereit den TaBuLa Shuttle zu testen, wenn er in Lauenburg fährt. In der HHBw2 hingegen hatten bereits 94 % von dem Projekt gehört. Hinzu kommt, dass der in der Innenstadt Lauenburgs operierende TaBuLa Shuttle von der Bevölkerung deutlich wahrgenommen wurde. Da sich die Befragten aktiv für oder gegen den Test des TaBuLa Shuttles entschieden, beziehen sich die Einstellungen der HHBw2 auf die Handlungsakzeptanz. Unter den Befragten hatten 19 % den TaBuLa Shuttle getestet. 53 % gaben an, diesen noch nicht getestet zu haben, es aber noch vorhätten und 28 % hatten keinen Test vor. Im Folgenden werden die Mittelwertunterschiede der HHBw1 und HHBw2 hinsichtlich der Entwicklung des Einstellungstrends analysiert.

Die in der Signifikanzniveau-Spalte "a-b" (Abbildung 3) abgebildeten Mittelwertunterschiede der HHBw1 und HHBw2 betrachtend, wird deutlich, dass eine generelle Offenheit gegenüber dem Projekt TaBuLa besteht (T1). Bei dem Gedanken mit einem Bus ohne Busfahrer*in zu fahren, ist das Stimmungsbild ambivalent. Beide Aussagen unterscheiden sich zwischen den Befragungen nur marginal voneinander. Das Erlebnis des TaBuLa Shuttles hat keinen signifikanten Einfluss auf diese Einstellungen. Signifikante Unterschiede zwischen den Befragungen wurden hinsichtlich der erwarteten Verbesserungen der Angebotsqualität des ÖPNV durch automatisierte Shuttles ermittelt. In der HHBw1 wurde eher erwartet, dass automatisierte Shuttles die Zukunft des Nahverkehrs sind. Eine Zukunftsperspektive wurde demnach für diese gesehen. Weiterhin wurde eher erwartet, dass der ÖPNV verlässlicher wird und sich die Taktung und Flexibilität erhöhen werden, als in der HHBw2. Es wird deutlich, dass die Einstellungsakzeptanz der Befragten vor dem Einsatz des TaBuLa Shuttles durch hohe Erwartungen an das neue



Abbildung 3 Mittelwerte der Bewertungen (HHBw1, HHBw2, FGB) und Ergebnisse der T-Tests (HHBw1, HHBw2), Signifikanzniveaus: *: $p \leq 0,05$, **: $p \leq 0,01$, ***: $p \leq 0,001$, -: nicht signifikant

Verkehrssystem geprägt war, welche sich durch das Erlebnis des TaBuLa Shuttles an ein realistischeres Maß in der Handlungsakzeptanz anglichen. Dieser Trend steht im Gegensatz zu den in H1 erwarteten und in anderen Studien gezeigten Einstellungsauswirkungen durch das Erlebnis des automatisierten Shuttles. Möglich ist, dass die Befragten einen höheren Automatisierungsgrad oder einen verlässlicheren Betrieb des TaBuLa Shuttles erwarteten. Durch das Pilotprojekt haben sie in der HHBw2 eine realistischere Vorstellung von den Einsatzchancen und den zum Entwicklungsstand bestehenden Einsatzhindernissen erlangt.

Weiterhin wurden in beiden Erhebungen signifikante Unterschiede der Mittelwerte (MW) unter den betrachteten Merkmalsgruppen mit T-Tests identifiziert und verglichen. Einen Einstellungsunterschied konnte unter den Monatskartenbesitzern*innen (MK) und denjenigen ohne Monatskarte (kMK) festgestellt werden. In der HHBw1 waren die Monatskartenbesitzer*innen insgesamt skeptischer gegenüber dem TaBuLa Shuttle. Sie fanden es weniger gut ($MW_{MK}=1,8$), dass es das Projekt TaBuLa gibt als die Befragten ohne Monatskarte ($MW_{kMK}=1,5$, $p_{HHBw1,T1}=0,015$) und erwarteten weniger eine Zukunftsperspektive automatisierter Shuttles ($MW_{MK}=2,5$) als Befragte ohne Monatskarte ($MW_{kMK}=2,0$, $p_{HHBw1,T3}=0,002$). In der HHBw2 hingegen erwarteten die Monatskartenbesitzer*innen eher einen verlässlicheren ÖPNV ($MW_{MK}=1,9$, $MW_{kMK}=2,3$, $p_{HHBw2,T4}=0,038$) und eine höhere Nutzungsbereitschaft stellte sich heraus ($MW_{MK}=2,0$, $MW_{kMK}=2,6$, $p_{HHBw2,T8}=0,015$). Die anfängliche Skepsis der

Monatskartenbesitzer*innen entwickelte sich durch das Erlebnis des TaBuLa Shuttles augenscheinlich in eine höhere Handlungsakzeptanz und Nutzungsbereitschaft – die erwartete Nutzungsakzeptanz –, wie es in H1 und H5 erwartet wurden. Ein Grund für die höhere Nutzungsbereitschaft unter den Monatskartenbesitzern*innen kann die Kompatibilität mit den bisher genutzten Verkehrsmitteln sein, wie sie Nordhoff et al. [18] ermittelten.

Vergleichende Analyse der Einstellungen der Fahrgastbefragung und der Haushaltsbefragungen

Die Ergebnisse der FGB und der Haushaltsbefragungen vergleichend, fällt auf, dass den Fahrgästen das Projekt TaBuLa besser gefällt (T1) als den Befragten der HHBw1 und HHBw2 (vgl. Abbildung 3). Die Bewertungen der Aussagen bezüglich der Zukunftsperspektive und Erwartungen bezüglich der Angebotsqualität des ÖPNV ähneln denen der HHBw1. Grund dafür kann sein, dass die Befragten der FGB den TaBuLa Shuttle zumeist einmalig während einer Testfahrt erlebten, da 80 % Gäste der Stadt Lauenburgs waren. Ein alltäglicher Kontakt auch mit Infrastruktureinschränkungen und Verkehrsbeeinträchtigungen des Shuttles, wie es die Befragten der HHBw2 erlebten, ist weder bei der FGB noch bei der HHBw1 gegeben. Während die Haushaltsbefragungen die Einstellungen der bereits gefahrenen, der Fahrt-bereiten und Fahrt-Ablehnenden Bevölkerung beinhalten, stellt die FGB ausschließlich die Meinungen von bereits gefahrenen Personen dar. Aufgrund dessen werden die Mittel-

werte der HHBw2 im Folgenden hinsichtlich der Fahrtbereitschaft differenziert betrachtet. Während ein negativer Zusammenhang zwischen der Ablehnung der Testfahrt und der Akzeptanz zu erwarten ist, ist fraglich, inwiefern sich die Einstellungen der Fahrt-bereiten Befragten und denjenigen, welche bereits gefahren sind, unterscheiden. Insbesondere werden die Akzeptanz des fahrerlosen Shuttles sowie die durch die Befragten eingeschätzte Zukunftsperspektive und deren Nutzungsbereitschaft analysiert.

Akzeptanz fahrerloser Shuttles

Voraussetzung für die Implementierung von automatisierten bzw. autonomen Shuttles als Angebotsform im ÖPNV ist, dass diese von den Fahrgästen akzeptiert werden. Mit der Automatisierung geht die Abwesenheit des*der Busfahrers*in einher. Derzeitig ist die Überwachung des automatisierten Shuttles durch eine*n Fahrzeugbegleiter*in oder von einem Kontrollzentrum aus nötig. Für die Akzeptanz und Nutzung von fahrerlosen Shuttles ist es zum einen unumgänglich, dass sich die Fahrgäste in einem Shuttle ohne Busfahrer*in wohlfühlen (T2) und zum anderen, dass sie der Technik der Shuttles vertrauen (T6). Die Befragten der FGB haben größeres Vertrauen in die Technik des Shuttles als die Befragten der HHBw2, doch bei dem Gedanken mit einem

Bus ohne Busfahrer*in zu fahren, fühlen sie sich weniger wohl (vgl. Abbildung 4). Bei der HHBw2 weisen die Gruppen mit Fahrt und Fahrt-bereit ähnliche Einstellungen auf. Mehr als die Hälfte akzeptieren den fahrerlosen Shuttle. Die Fahrt-Ablehnenden hingegen stehen in ihren ablehnenden Bewertungen heraus. Es ist anzunehmen, dass die Akzeptanz des fahrerlosen Shuttles bei den Fahrgästen bereits vor der Testfahrt mit dem Shuttle vorhanden war.

Um die Befürwortenden und Ablehnenden des fahrerlosen Shuttles zu identifizieren, werden beide Aussagen T2 und T6 in einer Kreuztabelle gegenübergestellt (vgl. Abbildung 5). Dabei werden die Erhebungen FGB und HHBw2 aggregiert betrachtet und die Bewertungen auf die dichotomen Variablen ja: Zustimmung („stimme zu“ und „stimme eher zu“) und nein: keine Zustimmung („teils, teils“, „stimme eher nicht zu“ und „stimme nicht zu“) reduziert. Insgesamt stimmt knapp die Hälfte der Befragten beiden Aussagen zu und akzeptiert die Aspekte T2 und T6. Auf der anderen Seite lehnen 29 % beide Aussagen ab. 79 % der Fahrt-Ablehnenden der HHBw2 fallen in diese Gruppe. Mit einem Pearson Chi²-Test wurde ermittelt, dass der Anteil der Frauen, welche beide Aussagen ablehnen mit 35 % signifikant größer ist als der Anteil der Männer (25 %, p=0,053), wie es in H3 angenommen wurde.

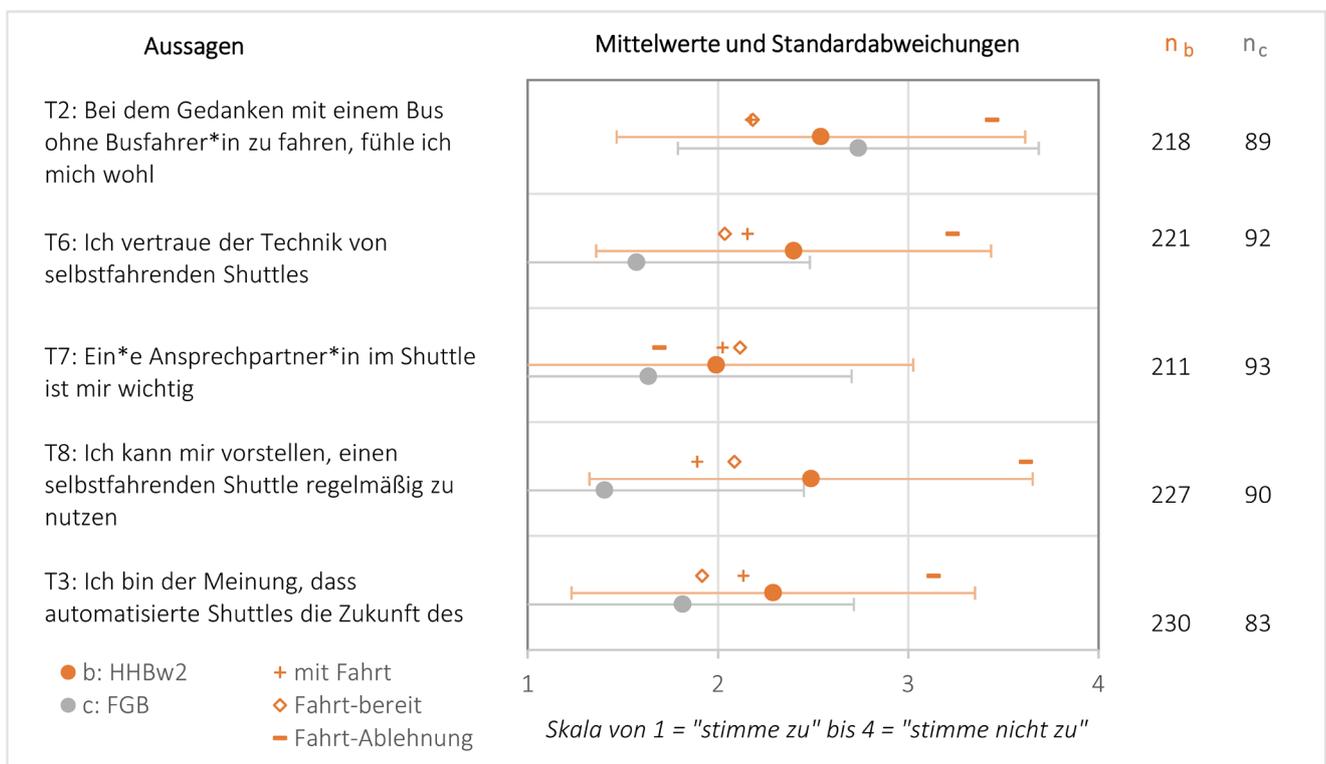


Abbildung 4 Mittelwerte der Bewertungen nach Fahrtbereitschaft, HHBw2 und FGB

		<i>T3: Bei dem Gedanken mit einem Bus ohne Busfahrer*in zu fahren, fühle ich mich wohl</i>		
		ja	nein	gesamt
<i>T5: Ich vertraue der Technik von automatisierten Shuttles</i>	ja	49 %	15 %	64 %
	nein	7 %	29 %	36 %
	gesamt	56 %	44 %	100 %

Abbildung 5
Kreuztabelle fahrerloser Shuttle (FGB und HHBw2), n=294

Im Allgemeinen ist der Anteil derjenigen, die der Technik von automatisierten Shuttles vertrauen, größer als derjenigen, die sich in einem fahrerlosen Shuttle wohlfühlen. Der Aspekt fehlende*r Busfahrer*in spielt demnach eine größere Rolle bei der Nicht-Akzeptanz als das Vertrauen in die Technik. Abbildung 4 betrachtend, fällt auf, dass sich am ehesten die Befragten der FGB und die Fahrt-Ablehnenden der HHBw2 eine*n Ansprechpartner*in wünschten. Weiterhin konnten mithilfe von T-Tests in beiden Erhebungen ermittelt werden, dass sich insbesondere Frauen (W) im Vergleich zu Männern (M) eine*n Ansprechpartner*in im Shuttle wünschten (HHBw2: $MW_W=1,7$, $MW_M=2,3$, $p_{HHBw2,T7} \leq 0,001$; FGB: $MW_W=1,5$, $MW_M=1,8$, $p_{FGB,T7}=0,039$). In der HHBw2 war dieser Mittelwertunterschied ebenfalls für die Ruheständler*innen (R) im Vergleich zu den Berufstätigen (B) (HHBw2: $MW_R=1,8$, $MW_B=2,1$, $p_{HHBw2,T7}=0,031$) signifikant, wie es in H4 angenommen wurde. Neben der Fahrtätigkeit gibt der*die Busfahrer*in den Fahrgästen als Ansprechpartner*in ein Gefühl der Sicherheit. In anderen Studien wurde ermittelt, dass das Thema Fahrgastsicherheit einer der wichtigsten Anliegen der Nutzer*innen ist [27] und, dass die Akzeptanz von fahrerlosen Shuttles mit einem*r Ansprechpartner*in im Fahrzeug größer ist [28]. Durch die geringe Fahrzeuggröße steht diese*r in engem Kontakt mit den Fahrgästen, versorgt die Fahrgäste mit Informationen zum Shuttle und zu den Vorkommnissen während der Fahrt.

Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft

Inwiefern die Befragten automatisierte Shuttles als zukunfts-fähige Verkehrsmittel im ÖPNV (T3) sehen und sich persönlich eine Nutzung vorstellen können (T8), wird im Folgenden analysiert. Da sich der TaBuLa Shuttle im Testbetrieb befindet, ist eine alltägliche Nutzung nur bei wenigen Fahrgästen vorhanden. Die Einschätzung der Nutzungsbereitschaft stellt demnach keine Verkehrsmittelwahlentscheidung dar, sondern eine Prognose. Bei den Befragten der FGB ist die Nutzungsbereitschaft deutlich höher als bei den Befragten der HHBw2 (vgl. Abbildung 4). Wie in H2 angenommen, über-

steigt diese auch den Mittelwert der Befragten der HHBw2, welche den Shuttle getestet haben. Da die Befragten der FGB vermehrt ÖPNV-Nutzer*innen sind und Monatskarten besitzen (vgl. Abbildung 2), ist die Nutzung automatisierter Shuttles für sie kompatibler. Auch eine Zukunftsperspektive sehen eher die Befragten der FGB und die der HHBw2, welche sich eine Fahrt vorstellen können. Insgesamt ähneln sich wieder die Einstellungen der Gruppen der HHBw2 mit Fahrt und Fahrt-bereit und setzen sich im Gegensatz zu den Fahrt-Ablehnenden in positiver Richtung ab.

Die Kreuztabelle in Abbildung 6 betrachtend, fällt auf, dass ähnlich wie bei der Akzeptanz des fahrerlosen Shuttles die Hälfte (52 %) beiden Aussagen zustimmt und eine Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft sieht, während 27 % beide Aussagen ablehnen. 76 % der Fahrt-Ablehnenden der HHBw2 entfallen in letztere Gruppe. Zwischen den Ablehnenden beider Aussagen und dem Monatskartenbesitz ist wiederum ein signifikanter Zusammenhang ermittelbar. Der Anteil der Befragten mit Monatskarte, welche beide Aussagen ablehnen, ist mit 17 % signifikant kleiner als der Anteil der Befragten ohne Monatskarte (32 %, χ^2 -Test: $p=0,023$), wie es in H5 angenommen wurde. Der Einfluss der Pkw-Nutzung (H6) hat hingegen keinen Einfluss. Die regelmäßigen ÖPNV-Nutzer*innen sind es gewohnt, Angebote des ÖPNV auf alltäglichen Wegen zu nutzen, wenn diese deren Mobilität und Erreichbarkeit erhöhen. Die neuen Verkehrsmittel – automatisierte Shuttles – sind daher mit der alltäglichen Verkehrsmittelwahl der Monatskartenbesitzer*innen kompatibler als der ÖPNV-Nichtnutzer*innen, wie es bereits Nordhoff et al. [18] ermittelten. Generell ist die Nutzungsbereitschaft von insgesamt 59 % hoch, da unter den Befragten nur 26 % an mindestens einem Tag der Woche Angebote des ÖPNV nutzen. Ein Nutzungspotenzial besteht demzufolge auch bei Befragten, welche den ÖPNV bislang nicht regelmäßig nutzen.

		<i>T7: Ich kann mir vorstellen, einen automatisierten Shuttle regelmäßig zu nutzen</i>		
		ja	nein	gesamt
<i>T6: Automatisierte Shuttles sind die Zukunft des Nahverkehrs</i>	ja	52 %	14 %	66 %
	nein	7 %	27 %	34 %
	gesamt	59 %	41 %	100 %

Abbildung 6
Kreuztabelle Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft (FGB und HHBw2), n=293

Fahrerlebnis mit dem TaBuLa Shuttle

Weiterhin wurde in der FGB erhoben, wie die Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle wahrgenommen wurde (vgl. Abbildung 7). Ein Großteil der Fahrgäste empfand die Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle als aufregend und nicht langweilig. Insgesamt wurde der Fahrtkomfort sehr positiv bewertet. Die meisten Befragten haben sich während der Fahrt wohlgefühlt und das Fahrgefühl wurde als eher angenehm empfunden. Nur wenige haben sich die Fahrt anders vorgestellt. Während der Fahrt waren nur Wenige angespannt, noch weniger haben sich Sorgen um ihre Sicherheit gemacht. Insgesamt wurde die Nutzung des Shuttles als einfach erachtet. Grund für das positiv wahrgenommene Fahrerlebnis kann die Anwesenheit des*der Fahrzeugbegleiters*in sein. Welche Einflussfaktoren auf das Fahrerlebnis wirken, wurden mit T-Tests ermittelt. Wie bereits angenommen wurde (H8), konnte gezeigt werden, dass sich die Befragten, welche angaben, Vorkommnisse (V) erlebt zu haben, während der Fahrt weniger wohl fühlten ($MW_V=1,6$, $MW_{KV}=1,0$, $p_{FGB,F2}=0,012$) und das Fahrgefühl als weniger angenehm empfanden ($MW_V=2,1$, $MW_{KV}=1,3$, $p_{FGB,F4}=0,006$) als diejenigen, welche keine Vorkommnisse (KV) erlebt hatten. Weiterhin hatten die Befragten, welche Vorkommnisse erlebt hatten weniger Vertrauen in die Technik von automatisierten Shuttles ($MW_V=2,0$, $MW_{KV}=1,4$, $p_{FGB,T6}=0,015$). Die abrupten Bremsungen machen deutlich, dass die Technik von automatisierten Shuttles zum jetzigen Zeitpunkt noch weiterer Entwicklung bedarf. Die Erfahrung mit automatisierten Fahrzeugen hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Akzeptanz und das Fahrerlebnis (H7). Weiterhin war die am häufigste genannte Voraussetzung für die Nutzung von automatisierten Shuttles eine höhere Fahrtgeschwindigkeit, welche von 39 % der Befragten angegeben wurde.

5. Diskussion und Fazit

Ziel dieser Studie war es, die Akzeptanz eines automatisierten Shuttles zum einen durch die Bevölkerung am Einsatzort und zum anderen durch die Fahrgäste des Shuttles zu untersuchen. Mit einer Trendstudie der Einstellungen der Bevölkerung wurden Veränderungen im Meinungsbild identifiziert. Die Ergebnisse der FGB ergänzten die Erkenntnisse hinsichtlich der Einstellung zu automatisierten Shuttles im ÖPNV und des Fahrerlebnisses. Bei der Interpretation müssen die Randbedingungen des Testbetriebs berücksichtigt werden. Durch intern und extern bedingte Ausfalltage war kein zuverlässiger, durchgängiger Betrieb möglich, weshalb die Nutzer*innen des TaBuLa Shuttles diesen vornehmlich zum Austesten nutzten. Weiterhin war die Teilnahmebereitschaft an der HHBw2 im Vergleich zur HHBw1 eher gering. Pandemiebedingt nutzten weniger Personen den Shuttle, woraufhin die Stichprobengröße der FGB ebenfalls eher gering war. Die statistische Repräsentativität der Erhebungen ist eingeschränkt, da die Befragten ein zu hohes Durch-

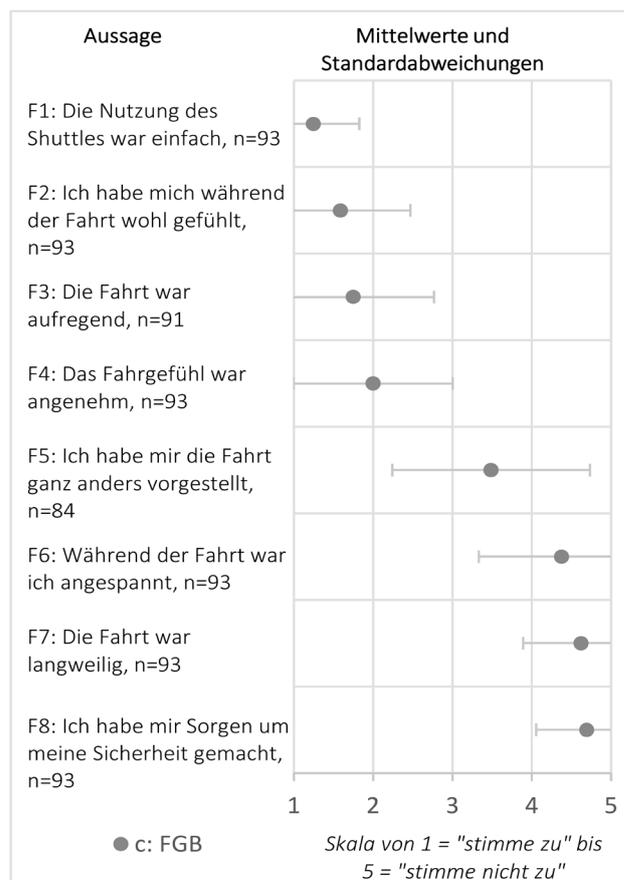


Abbildung 7

Mittelwerte der Bewertungen der Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle (FGB)

schnittsalter aufwiesen.

In der Trendstudie der Haushaltsbefragungen wurde ermittelt, dass die Einstellungsakzeptanz vor dem Einsatz des Shuttles durch hohe Erwartungen an das neue Verkehrssystem geprägt war und eine generelle Offenheit dem Projekt gegenüber bestand. Nachdem in der HHBw1 vor dem Einsatz des Shuttles eine hohe Testbereitschaft ermittelt wurde, hatte in der HHBw2 nur jeder Fünfte den Shuttle genutzt. Die Akzeptanz auf der Handlungsebene war demnach geringer. Weiterhin wurde im Vergleich zu anderen Studien in der HHBw2 ein gegenläufiger Einstellungstrend ermittelt, da sich das Meinungsbild hinsichtlich der erwarteten Angebotsqualitätsverbesserungen signifikant minderte. Ein positiver Einstellungstrend hingegen wurde bei der Gruppe der Monatskartenbesitzer*innen festgestellt, welche vor dem Einsatz des Shuttles diesem gegenüber skeptisch eingestellt war und in der HHBw2 eher eine Zukunftsperspektive sah und Nutzungsbereitschaft signalisierte.

Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass sich die Befragten der HHBw2 in den Einstellungen automatisiertem Fahren gegenüber hinsichtlich der Fahrtbereitschaft deutlich voneinander abgrenzten. Die Einstellungen der Befragten, welche noch nicht mit dem Shuttle gefahren waren,

dies aber noch vorhatten, ähnelten den Einstellungen der Befragten, welche den Shuttle bereits genutzt hatten, stark. Auf der anderen Seite lehnten diejenigen, die eine Testfahrt ablehnten, auch eher den TaBuLa Shuttle und automatisierten ÖPNV im Allgemeinen ab. Es ist anzunehmen, dass die Akzeptanz bei der Offenheit gegenüber automatisierten Pilotprojekten beginnt und somit auf der Ebene der Einstellungsakzeptanz. Im Gegensatz zu anderen Studien hatte die Fahrt an sich bei der Bevölkerung Lauenburgs kaum Auswirkungen auf deren Einstellungen.

Die Einstellungen der Befragten, welche die Möglichkeit hatten, den TaBuLa Shuttle zu testen, wurden tiefergehend hinsichtlich der Akzeptanz des fahrerlosen Shuttles und der erwarteten Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft analysiert. Es konnte bei beiden Aspekten herausgestellt werden, dass die Hälfte der Befragten diese akzeptierte, während ca. 30 % diese ablehnte. Weiterhin konnten Einflussfaktoren auf die annehmende bzw. ablehnende Haltung identifiziert werden. Hinsichtlich des fahrerlosen Shuttles hatten eher Frauen eine ablehnende Haltung sowie die Befragten, welche eine Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle ablehnten. Insgesamt war das Technikvertrauen, welches vor allem bei den Befragten der FGB vorlag, größer als das Wohlfühlgefühl in einem Shuttle ohne Busfahrer*in zu befinden. Dies zeigt sich auch darin, dass der Wunsch eines*r Ansprechpartners*in im Shuttle groß war. Die Anwesenheit des*der Fahrzeugbegleiters*in hat demnach einen Einfluss auf die Akzeptanz von automatisierten Shuttles. Bezüglich des Aspektes der erwarteten Zukunftsperspektive und Nutzungsbereitschaft zeigten vor allem die Befragten der FGB, welche vermehrt Angebote des ÖPNV nutzten, eine annehmende Haltung. Eine ablehnende Haltung hingegen wiesen insbesondere die Befragten auf, welche keine Monatskarte besaßen, und solche, welche eine Fahrt mit dem TaBuLa Shuttle ablehnten. Die von Nordhoff et al. [18] ermittelte Kompatibilität mit den bisher genutzten Verkehrsmitteln als bestimmender Faktor der Nutzungsbereitschaft konnte in dieser Arbeit bestätigt werden. Ein Nutzungspotenzial wurde durch die Nutzungsbereitschaft der bisherigen ÖPNV-Nicht-Nutzer*innen identifiziert.

Die in der Studie ermittelten Erkenntnisse zeigen, dass es hohe Erwartungen an das Verkehrssystem „Automatisierter ÖPNV“ gibt, welches mit dem jetzigen Stand der Technik und den gesetzlichen Bestimmungen noch nicht für eine alltägliche Nutzung geeignet ist. Die persönliche Fahrt mit dem Shuttle wurde von den Fahrgästen sehr positiv wahrgenommen und die Nutzungsbereitschaft war insbesondere unter den bisherigen ÖPNV-Nutzer*innen groß. Weiterhin stellte sich heraus, dass es Bevölkerungsgruppen mit Vorbehalten gibt, welche automatisierte Shuttles ablehnen. Weitere Studien sollten sich dieser Gruppe annehmen und deren Motive mit qualitativen Studien tiefergehend erfassen, um akzeptanzfördernde Handlungsempfehlungen ableiten zu können. Insgesamt sollten automatisierte Shuttle-Angebote mit den bestehenden ÖPNV-Angeboten stärker vernetzt werden, so-

dass ein Anreiz zur alltäglichen intermodalen Nutzung auch bei den ÖPNV-Nichtnutzer*innen geschaffen wird.

6. Literatur

- [1] Regionalstatistik Lauenburg/Elbe. Stand 31.12.2019, Statistikamt Nord, 2019
- [2] Schäfer, M. & Keppler, D.: Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung. Überblick und Reflexion am Beispiel eines Forschungsprojekts zur Implementierung innovativer technischer Energieeffizienz-Maßnahmen, Technische Universität Berlin Discussion Paper. Berlin 2013
- [3] Christie, D. et al.: Pioneering Driverless Electric Vehicles in Europe: The City Automated Transport System (CATS). *Transportation Research Procedia* 13 (2016), S. 30–39
- [4] Portouli, E. et al.: Public attitudes towards autonomous mini buses operating in real conditions in a Hellenic city. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*. Piscataway, NJ: IEEE 2017, S. 571–576
- [5] Wicki, M. & Bernauer, T.: Public Opinion on Route 12: Interim report on the first survey on the pilot experiment of an automated bus service in Neuhausen am Rheinfall. *ISTP Paper Series 3* (2018)
- [6] Wicki, M. & Bernauer, T.: Public Opinion on Route 12. *ISTP Paper Series 5* (2020)
- [7] Pakusch, C. & Bossauer, P.: User Acceptance of Fully Autonomous Public Transport. *Proceedings of the 14th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications. ICETE, Bd. 2*. 2017, S. 52–60
- [8] Nordhoff, S. et al.: User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 58 (2018), S. 843–854
- [9] Kostorz, N. et al.: Automatisierte Kleinbusse im Öffentlichen Personennahverkehr – Akzeptanz und Nutzungsin-tentionen in Deutschland. *Journal für Mobilität und Verkehr* (2019) 2, S. 23–32
- [10] Rauh, J. et al.: Empirische Beobachtungen zur Akzeptanz des Pilotprojektes „Autonom fahrender Kleinbus“ unter den Bürgerinnen von Bad Birnbach. In: Riener, A., Appel, A. u. Dorner, W. (Hrsg.): *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht*. Berlin: Springer 2020, S. 159–176
- [11] Davis, F. D.: Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13 (1989) 3, S. 319–340
- [12] Venkatesh, V. et al.: User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly* 27 (2003) 3, S. 425
- [13] Venkatesh, V. et al.: Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly* 36 (2012) 1, S. 157
- [14] Madigan, R. et al.: Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): An Adaptation of the UTAUT Model. *Transportation Research Procedia* 14 (2016), S. 2217–2226
- [15] Madigan, R. et al.: What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 50 (2017), S. 55–64
- [16] Nordhoff, S. et al.: User acceptance of driverless shuttles running in an open and mixed traffic environment. *Proceedings of the 12th ITS European Congress: ITS Beyond Borders*. 2017
- [17] Nordhoff, S. et al.: Interrelationships among predictors of automated vehicle acceptance: A structural equation modelling approach. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* (2020), S. 1–26
- [18] Nordhoff, S. et al.: A structural equation modeling approach for the acceptance of driverless automated shuttles based on constructs from the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology and the Diffusion of Innovation Theory. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 78 (2021), S. 58–73
- [19] Lucke, D.: *Akzeptanz. Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“*. Wiesbaden, s.l.: VS Verlag für Sozialwissenschaften 1995
- [20] Kollmann, T.: *Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme. Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen. Neue betriebswirtschaftliche Forschung*, Bd. 239. Wiesbaden, s.l.: Gabler Verlag 1998
- [21] *Ergebnisse des Zensus 2011, Statistische Ämter des Bundes und der Länder*
- [22] Alessandrini, A. et al.: Investigating users' attitudes towards conventional and automated buses in twelve European cities. *International journal of transport economics* 43 (2016) 4, S. 413–436

[23] Soe, R.-M. & Mür, J.: Mobility Acceptance Factors of an Automated Shuttle Bus Last-Mile Service. *Sustainability* 12 (2020) 13, S. 5469

[24] Salonen, A. & Haavisto, N.: Towards Autonomous Transportation. Passengers' Experiences, Perceptions and Feelings in a Driverless Shuttle Bus in Finland. *Sustainability* 11 (2019) 3, S. 588

[25] Wintersberger, P. et al.: Man vs. Machine: Comparing a Fully Automated Bus Shuttle with a Manually Driven Group Taxi in a Field Study. *AutomotiveUI '18: Adjunct Proceedings of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. New York, USA: ACM Press 2018, S. 215–220

[26] Schoettle, B. & Sivak, M.: A survey of public opinion about connected vehicles in the U.S., the U.K., and Australia. *2014 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE)*. Piscataway, NJ: IEEE 2014, S. 687–692

[27] Piao, J. et al.: An assessment of user acceptance of intelligent speed adaptation systems. *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. Piscataway, NJ: IEEE 2005, S. 1045–1049

[28] Dong, X. et al.: Transit user perceptions of driverless buses. *Transportation* 46 (2019) 1, S. 35–50

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