

SCHRIFTENREIHE DER FAKULTÄT FÜR WIRTSCHAFT DER DUALEN HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG RAVENSBURG

2023/02

Die Bereitschaft zur Nutzung autonomer Busse – eine empirische Untersuchung anhand der Theorie der Innovationsdiffusion

Franziska Baar, Daniel Blochinger

**SCHRIFTENREIHE DER FAKULTÄT FÜR WIRTSCHAFT
DER DUALEN HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG
RAVENSBURG**

2023/02

Die Bereitschaft zur Nutzung autonomer Busse – Eine empirische
Untersuchung anhand der Theorie der Innovationsdiffusion

Franziska Baar, Daniel Blochinger

IMPRESSUM

Schriftenreihe der Fakultät für Wirtschaft
der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

Herausgeber

Prof. Dr. Simon Ottler
Prorektor und Dekan der Fakultät für Wirtschaft

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

Baden-Wuerttemberg Cooperative State University
Marienplatz 2
88212 Ravensburg
Deutschland

<http://www.ravensburg.dhbw.de>

2023/02, Oktober 2023

ISBN 978-3-945218-10-5

ISSN 2198-5626

DOI 10.12903/DHBW_RV_2023_02_BAAR_BLOCHINGER

© Franziska Baar, Daniel Blochinger, 2023
Alle Rechte vorbehalten.

Der Inhalt der Publikation wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität des Inhalts übernimmt der Herausgeber keine Haftung.

Druck und Verarbeitung

Gestaltung

DHBW Ravensburg
Marienplatz 2, 88212 Ravensburg

Die Bereitschaft zur Nutzung autonomer Busse – eine empirische Untersuchung anhand der Theorie der Innovationsdiffusion

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Der Begriff der Innovation	3
3	Innovationsdiffusion.....	4
4	Innovationsdiffusion von autonomen Bussen	9
5	Methodik	13
6	Auswertung	15
7	Fazit	23
8	Literaturverzeichnis.....	24

1 EINLEITUNG

Die Mobilitätswende ist derzeit ein omnipräsentes Thema – politisch, medial, gesellschaftlich. Denn der Verkehr hat aufgrund seines Energieverbrauchs und der Emissionen negativen Einfluss auf den Klimawandel. Daher sieht der Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung vor, die Emissionen im Verkehr bis 2050 um 40 bis 42 Prozent zu reduzieren (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016). Ein aussichtsreicher Schritt hierfür wird der Umstieg vom MIV (motorisierter Individualverkehr) auf andere Mobilitätskonzepte sein. Öffentliche Verkehrsmittel im Personennahverkehr stoßen auf den einzelnen Fahrgast gerechnet über 50 Prozent weniger Treibhausgas- und Feinstaub-Emissionen aus, als es bei der Nutzung eines Pkw der Fall ist (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2019). Als flexible Ergänzung zum liniengebundenen ÖPNV (öffentlicher Personennahverkehr), der besonders im ländlichen Raum und aufgrund von Fahrer*innenmangel eine zu geringe Abdeckung aufweist, wird das autonome Fahren gehandelt (Agora Verkehrswende, 2017, S. 44; Horn et al., 2018). Fahrerlose Kleinbusse haben das Potenzial, neue Möglichkeiten für kollaborative Mobilitätsangebote zu schaffen, wie etwa On-Demand-Services. So kann voraussichtlich insbesondere in ländlichen und suburbanen Räumen die Taktung des Fahrplans erhöht werden, zudem On-Demand-Angebote und allenfalls ein ÖPNV von Tür zu Tür angeboten werden.

In einigen Städten und Landkreisen werden bereits Pilotprojekte mit automatisierten Bussen durchgeführt. Die verwendeten Busse fahren meist auf SAE-Level 3¹, d.h. der*die Fahrer*in greift nur ein, wenn das Fahrzeug sie*ihn dazu auffordert, etwa aufgrund eines auftauchenden Hindernisses oder eines Defekts. Zwei besonders umfassende Projekte werden in Bad Birnbach (Bayern) und in Monheim (Nordrhein-Westfalen) umgesetzt, wo autonome Busse im Linienverkehr im Einsatz sind.

Die autonomen Busse können aufgrund ihrer Neuartigkeit als Innovationen betrachtet werden. Die Theorie der Innovationsdiffusion von Rogers (2003) beleuchtet, wie Innovationen den Markt durchdringen und welche Voraussetzungen seitens Mensch und Innovation gegeben sein müssen.

¹ Die Level bilden den Grad der Automatisierung ab, sie reichen nach SAE International (2018) von 0 – driver only bis 5 – autonomous. Die SAE (ehemals Society of Automotive Engineers) ist eine Organisation, die sich aus technischer und wissenschaftlicher Sicht mit dem Fortschritt der Mobilitätstechnologie beschäftigt.

Die Forschungsfrage, die beantwortet werden soll, ist nun also folgende:

Welche Eigenschaften der Menschen und der autonomen Kleinbusse beeinflussen die Adoption oder Nicht-Adoption der Innovation?

Diese Frage soll nach der theoretischen Eingrenzung der Innovation und ihrer Diffusion mithilfe einer quantitativen Befragung beantwortet werden. Zwei Dimensionen werden hierbei betrachtet: autonomes Fahren und fahrer*innengelenktes Fahren sowie der MIV (motorisierter Individualverkehr) im Vergleich zum ÖPNV. Die Ergebnisse der Studie sollen die Grundlage für eine zielgruppengerechte Kommunikation der autonomen Busse vonseiten der ÖPNV-Anbieter schaffen. Dem zugrunde liegt das Konzept der Innovationskommunikation nach Zerfaß et al., 2004 die als Teil der Unternehmenskommunikation verstanden wird.

2 DER BEGRIFF DER INNOVATION

Zunächst soll der Begriff der Innovation näher betrachtet werden. Eine eindeutige Definition ist in der Literatur nicht zu finden; verschiedene Disziplinen beschäftigen sich damit. Ihnen allen liegt ein Verständnis der Neuartigkeit einer Problemlösung zugrunde. Das Spektrum der Innovation kann von Abweichungen von bestehenden Produkten oder Prozessen bis hin zu einer völlig neuen Problemlösung reichen (Hauschildt et al., 2016; Hofbauer et al., 2009, S. 34).

Der betriebswirtschaftliche Begriff ist stark durch den Ökonomen Schumpeter geprägt. Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung gilt als der eigentliche Ansatzpunkt der gegenwärtigen Innovationsforschung (Braun-Thürmann, 2015, S. 8; Möslein, 2009; Weissenberger-Eibl & Almeida, 2019, S. 11). Schumpeter beschreibt Innovationen – auch wenn er den Begriff nicht solchermäßen verwendet – als die Durchsetzung neuer Kombinationen durch eine andere Verwendung von Ressourcen, von denen fünf Fälle beschrieben werden: ein neues Gut, eine neue Qualität oder die neue Verwendung eines Produktes, neue Produktionsmethoden, die Erschließung eines neuen Marktes, die Neuorganisation der Marktposition oder neue Bezugsquellen von Rohstoffen oder Halbfabrikaten (Schumpeter, 1987, 132ff.).

Einig sind sich Wirtschafts- bzw. Sozialwissenschaftler*innen über den Bezug einer Innovation zum Markt: dessen Durchdringung ist die notwendige Bedingung für die Entwicklung einer Invention – also Erfindung – zur Innovation (Hauschildt et al., 2016, S. 5; Möslein, 2009, 4ff.; Schumpeter, 1987, 132ff.; Trommsdorff & Steinhoff, 2013, S. 24; Weissenberger-Eibl & Almeida, 2019, S. 11).

Hofbauer et al. definieren die Innovation aus betriebswirtschaftlicher Sicht als „zielgerichtete Durchsetzung von neuen technologischen, wirtschaftlichen, organisatorischen oder sozialen Problemlösungen [...], [um] die Unternehmensziele auf neuartige Weise zu erreichen.“ (Hofbauer et al., 2009, S. 35). Als Zweck und Ziel der Innovation wird das Wachstum definiert, d.h. neue Märkte und Marktanteile sowie wirtschaftlicher Aufschwung werden generiert, neue Unternehmenszweige geschaffen, die in strategischen Wettbewerbsvorteilen münden, um die Unternehmensziele zu erreichen (Cooper, 2011, 1ff.; Hofbauer et al., 2009, S. 35; Möslein, 2009, S. 4; Pleschak & Sabisch, 1996, 8f.). Darüber hinaus erfüllen Innovationen auch soziale und gesellschaftliche Ziele. Insbesondere wird dies durch das nachhaltige Wirtschaften erreicht, etwa hinsichtlich Umweltschutz, Energieverbrauch und Ressourceneinsatz (Hilger, 2013, 49f.; Pleschak & Sabisch, 1996, S. 13).

3 INNOVATIONSDIFFUSION

Der Prozess der Adoption und der Diffusion wurde lange als unweigerlich ablaufend verstanden, der nach einem unikalen Anstoß von außen nicht mehr dem Einfluss des innovierenden Unternehmens oder Netzwerkes unterliegt. Dies jedoch widerlegen Studien wie die von Rogers (2003) und weiteren (vgl. Sultan et al., 1996).

Studien zur Diffusion beleuchten in der Regel die zeitliche Entwicklung der Erstkäufe eines neuen Produkts oder einer neuen Dienstleistung in einem Markt. In die Modelle finden üblicherweise folgende Gesichtspunkte Einzug: die Diffusionsrate im Zeitverlauf, die kumulative Zahl der Adoptor*innen im Zeitverlauf, die Gesamtzahl der potenziellen Adoptor*innen in einer Population und die Rate, mit der die Adoption erfolgt. Verschiedene funktionale Formeln führen damit zu Modellen, die unterschiedliche Diffusionsprozesse abbilden (Sultan et al., 1990, S. 70).

Rogers ist mit seiner 1962 begonnenen Studie Vorreiter der Diffusionsforschung. Er analysierte, in welcher Zeit und über welche Kommunikationskanäle Informationen über neue Produkte und Ideen von der Quelle innerhalb eines sozialen Systems zu potentiellen Verwender*innen gelangen und welche Einflussfaktoren dafür relevant sind (Karnowski & Kümpel, 2016, S. 98; Meffert et al., 2019, S. 447).

Rogers (Rogers, 2003, S. 35) definiert die Innovationsdiffusion folgendermaßen: „Diffusion is the process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system. Diffusion is a special type of communication concerned with the spread of messages that are perceived as new ideas.“ Die vier Kernelemente des Diffusionsprozesses nach Rogers sind folglich die Innovation, die Kommunikationskanäle, Zeit und soziale Systeme (Rogers, 2003, 36f.). Die Übernahme einer Innovation durch das Individuum wird von Rogers als Innovations-Entscheidungs-Prozess idealtypisch in fünf Phasen untergliedert (Rogers, 2003, 168ff.). Diese sind in Abbildung 1 dargestellt.

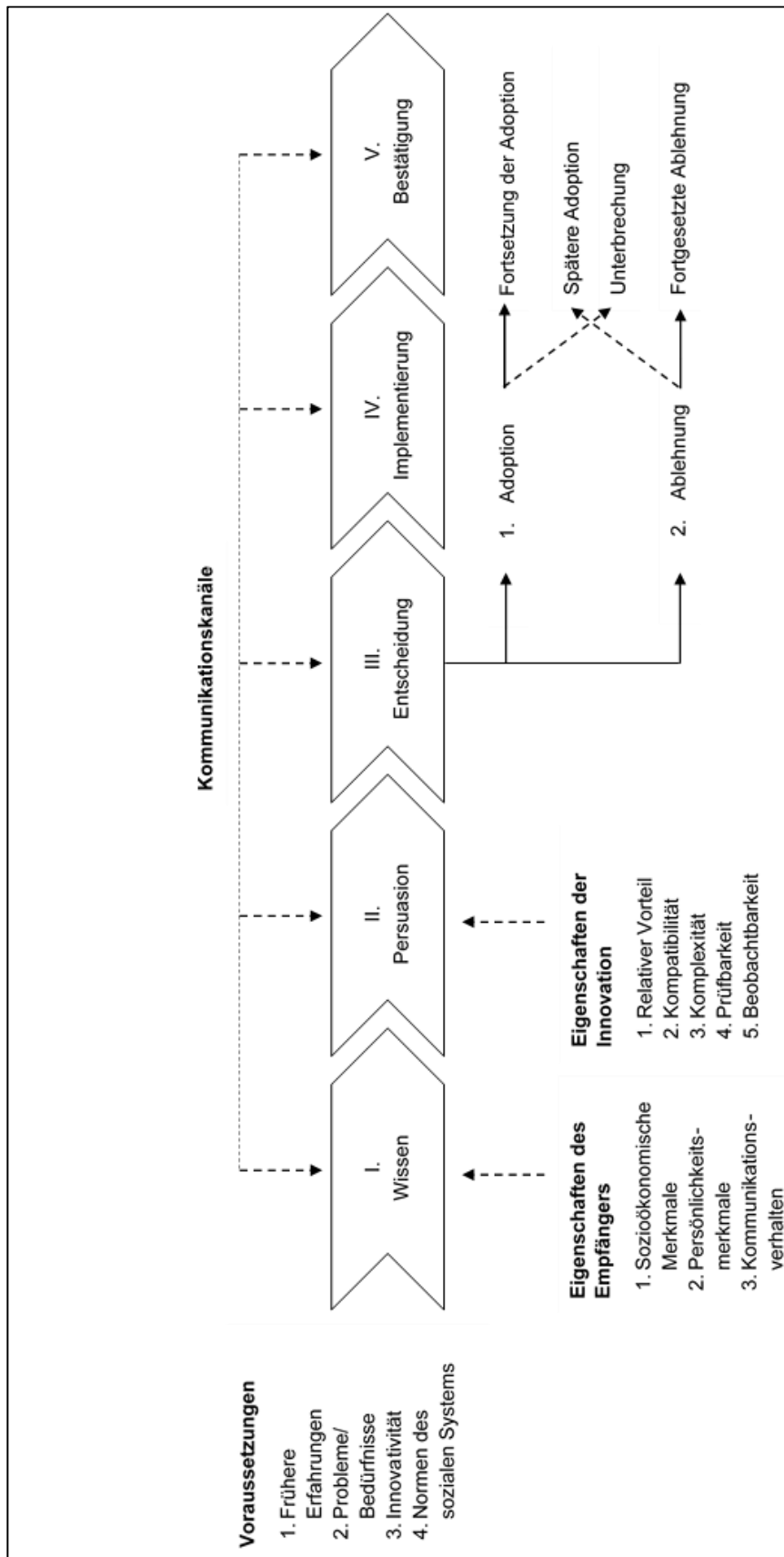


Abbildung 1: Der Innovations-Entscheidungs-Prozess. Karnowski & Kümpel, 2016, S. 100; Rogers, 2003, S. 170.

Phase 1 – Wissen (knowledge): Das Individuum erfährt von der Existenz der Innovation und entwickelt Verständnis dafür, wie sie sachgerecht angewendet wird (Rogers, 2003, 171ff.).

Phase 2 – Persuasion (persuasion): Das Individuum entwickelt eine Einstellung gegenüber der Innovation und lotet mögliche Konsequenzen einer Übernahme oder Nichtübernahme aus. Eine positive Einstellung führt jedoch nicht zwingend zu einer Adoption (Rogers, 2003, 174ff.).

Phase 3 – Entscheidung (decision): Die Übernahme der Innovation oder deren Ablehnung erfolgt, sodass die in Phase 2 gebildete Einstellung in konkretes Handeln überführt wird (Rogers, 2003, 177f.).

Phase 4 – Implementierung (implementation): Die tatsächliche Verwendung der Innovation (Rogers, 2003, 179f.). Wird eine Innovation während der Adoption und Implementierung durch die Nutzer*innen verändert und durch die veränderte Anwendung gewissermaßen neu erfunden, spricht Rogers von Re-Invention, die in dieser Phase ebenfalls auftreten kann. Je höher der Grad der Re-Invention, desto schneller verläuft die Übernahmerate und die Nachhaltigkeit in der Nutzung wird größer (Rogers, 2003, 180ff.).

Phase 5 – Bestätigung (confirmation): Das Individuum sucht nach Informationen, die dessen Entscheidung der Übernahme bekräftigen. Herrschen dissonante Informationen vor, kann es zu einem Abbruch (discontinuance) der Übernahme kommen (Rogers, 2003, 189ff.).

Bei der Betrachtung des Adoptionsverlaufs auf nicht-kumulierter Basis ergibt sich eine glockenförmige Normalverteilungskurve, die in Abbildung 2 dargestellt ist.

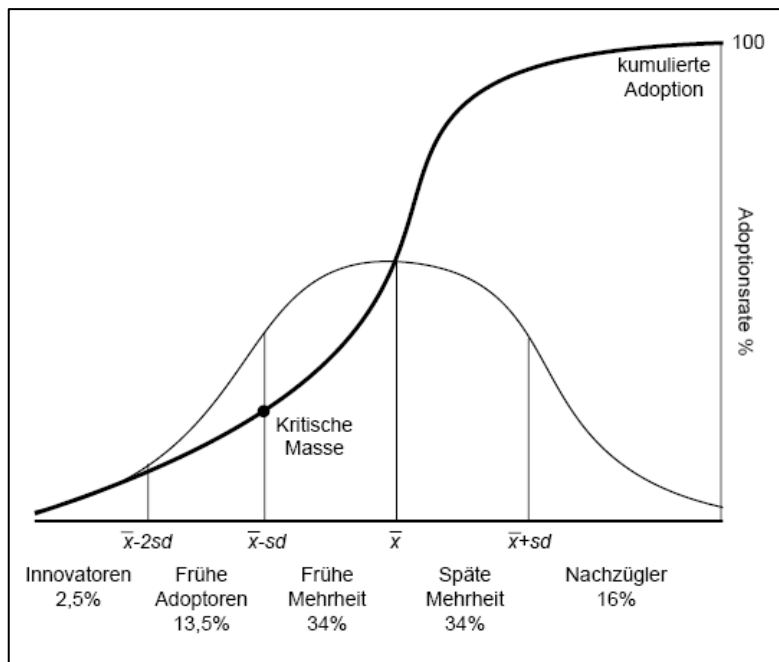


Abbildung 2: Adopterkategorien nach Rogers. In Anlehnung an Rogers, 2003, S. 281.

Dabei ist sd die Standardabweichung, $\bar{x}$ das arithmetische Mittel der Zeit bis zur Adoption. Aus diesen Zeitpunkten und Abweichungen kategorisiert Rogers die Typologien der Adoptor*innen (Rogers, 2003, 279ff.). Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihres sozioökonomischen Status', ihrer Persönlichkeitsmerkmale und ihres Kommunikationsverhaltens (Rogers, 2003, 287ff.). Adoptor*innen, die risikobereit und tolerant gegenüber Unsicherheit sind, fallen unter die Kategorie der Innovatoren. Sie verfügen über eine Vielzahl an Kontakten und können deshalb neue Ideen in das eigene soziale System einbringen (Rogers, 2003, 282f.).

Die frühen Adoptor*innen (early adopters) haben eine Schlüsselposition im Diffusionsprozess, da sie sehr stark in das lokale soziale System eingebunden sind. Für andere Mitglieder des Sozialsystems sind sie wichtige Vorbilder. Sie verhelfen zu einer größeren Akzeptanz der Innovation und ermöglichen dementsprechend den Durchbruch (Rogers, 2003, S. 283). Die Neuheit wird von der breiteren Gruppe der frühen Mehrheit (early majority) angenommen, sobald der Punkt der kritischen Masse überschritten wurde. Sie haben viele soziale Kontakte, sind jedoch kaum meinungsführend, doch ihre Übernahme wirkt sich ebenfalls positiv auf die weitere Verbreitung der Innovation aus (Rogers, 2003, 283f.). Erst wenn der wirtschaftliche oder soziale Druck zu stark zu werden scheint, werden Innovationen für die späte Mehrheit (late majority) obligat. Diese Gruppe hat eher geringere finanzielle Ressourcen und lässt sich wenig auf Unsicherheiten ein (Rogers, 2003, S. 284). Grundlegend argwöhnisch gegenüber Neuheiten sind die Nachzügler*innen (laggards).

Sie sind sozial wenig vernetzt und sehr vergangenheitsorientiert. Ihr begrenztes verfügbares Budget führt dazu, dass sie unsichere Entscheidungen umgehen (Rogers, 2003, 284f.).

Die Diffusionstheorie von Rogers ist insbesondere deshalb positiv zu werten, da sie nicht nur auf der Mikroebene der Einzelperson, sondern auch auf die Makroebene im sozialen System anwendbar ist (Karnowski & Kümpel, 2016, S. 99). Die Diffusionsmodelle basieren stets auf Produkten, die zumindest einen gewissen Markterfolg hatten. Womöglich sind sie daher nicht auf erfolglose Produkte übertragbar. Dies ist ein kritischer Aspekt, der bedacht werden muss (Sultan et al., 1990, S. 76, 1996, S. 248).

4 INNOVATIONSDIFFUSION VON AUTONOMEN BUSSEN

Der nächste Schritt der Untersuchung beleuchtet die Innovationsdiffusion des spezifischen Falles der autonomen Kleinbusse. An dieser Stelle wird davon ausgegangen, dass die Innovationsdiffusion autonomer Busse diesem typischen Verlauf von Rogers folgt – dies wird angenommen, da es noch keine sich tatsächlich auf dem Markt befindlichen Busse gibt, deren Diffusion überprüft werden könnte. Zukünftig wird die Diffusion autonomer Busse vom Lebenszyklus der bisher eingesetzten fahrer*innengelenkten Busse abhängig sein:

Die langen Perioden im Fahrzeugbestand aufgrund der langen Nutzungsdauer von Bussen sorgen folglich zu langen Beschaffungszyklen für autonome Neufahrzeuge, wodurch sich auch die Diffusion über einen langen Zeitraum erstrecken wird (Beckmann, 2020, S. 250; Peters et al., 2021, S. 69). Sind die Vehikel erstmals auf den Markt gebracht, ist mit Vorbereitungs- und Durchsetzungsphasen von vermutlich über 20 bis 25 Jahren zu rechnen, insbesondere im autonomen und fahrer*innengelenkten Mischverkehr (Beckmann, 2020, S. 250). Private wie auch berufliche Fahrzeuglenker*innen werden ihre Mobilitäts- und Handhabungsroutinen von Fahrzeugen nur nach und nach bei tatsächlichen oder vermeintlichen Vorteilen neuer Angebote und positiver Nutzen-Kosten-Beziehungen umstellen (Beckmann, 2020, S. 248).

In diversen Studien in unterschiedlichen Ländern wurden die Faktoren, die auf die Adoption nach Rogers Einfluss nehmen, erhoben. Dabei handelt es sich in der Mehrzahl um autonome Autos (vgl. Acheampong & Cugurullo, 2019; Liu & Xu, 2020; Shabanpour et al., 2018; Umberger, 2016; Yuen et al., 2020). Nur eine Studie über die Adoption von autonomen Fahrzeugen im ÖPNV in Deutschland konnte recherchiert werden (Nordhoff et al., 2021). Abgedeckt werden in den genannten Studien die ersten beiden Stufen der Innovationsdiffusion – Wissen und Persuasion.

Diese werden durch die Dispositionen der Empfänger*innen sowie die Dispositionen der Innovation determiniert. Aus den genannten Studien wurden die Aspekte entnommen, die auch für autonome Kleinbusse relevant sind und damit zumindest einige Anhaltspunkte geben können. Zur Innovationsdiffusion von autonomen Bussen wird eine Forschungslücke deutlich. Limitiert wird der folgende Überblick über die Eigenschaften der Empfänger*innen und der Innovation dadurch, dass in der Anfangsphase die begrenzte Verfügbarkeit der autonomen Fahrzeuge die Beobachtbarkeit und Prüfbarkeit erschwert (Yuen et al., 2020).

Eigenschaften der Empfänger*in

Die sozioökonomischen Merkmale der Empfänger*innen bzw. potenziellen Adopter*innen der autonomen Fahrzeuge wurden hinsichtlich ihres Geschlechts, Alters (Acheampong & Cugurullo, 2019) und des Bildungsniveaus (Acheampong & Cugurullo, 2019; Shabanpour et al., 2018) untersucht. Als hohes Bildungsniveau werden in den Studien tertiäre Qualifikationen (Studium oder Berufsabschluss) zusammengefasst. In der vorliegenden Studie wurde das Studium als hoher Bildungsgrad definiert, da nur schulische Bildungs- und keine Berufsabschlüsse abgefragt wurden. Frauen stehen dem technologischen Fortschritt demnach skeptischer gegenüber: sie stimmen eher zu, dass autonome Fahrzeuge potenziell negative Auswirkungen auf die Sicherheit haben könnten und sehen weniger Vorteile als Männer, etwa bzgl. komfortablem und zuverlässigem Reisen und der Reduzierung von Staus und verkehrsbedingter Umweltverschmutzung. Frauen stimmen zudem weniger zu, dass autonome Fahrzeuge zur Norm werden, wenn sie sehen, dass für sie bedeutsame Personen in ihrem Umfeld diese nutzen (Acheampong & Cugurullo, 2019). Auch den Einfluss von Reputationsvorteilen durch die Nutzung von autonomen Fahrzeugen auf ihre eigenen Entscheidungen zur Nutzung bestätigen sie eher weniger (Acheampong & Cugurullo, 2019).

Je älter die Personen, desto negativer ist der Effekt auf die wahrgenommenen Vorteile von autonomen Fahrzeugen bzgl. der Reisezeit, die für Freizeit oder produktive Tätigkeiten zur Verfügung steht (Acheampong & Cugurullo, 2019).

Ein höheres Bildungsniveau korreliert positiv mit dem innovativen Verhalten, insbesondere, wenn die formal höher gebildeten Personen bereits von der neuen Technologie gehört haben (Acheampong & Cugurullo, 2019; Shabanpour et al., 2018). Menschen mit höherem Bildungsgrad haben eher eine umweltfreundliche Einstellung und damit eine negativere Einstellung zu Autobesitz und -nutzung. Zudem sorgt ein höherer Bildungsgrad für eine positivere Wahrnehmung der potenziellen Vorteile von autonomen Fahrzeugen für den Pendlerverkehr und der Usability von autonomen Fahrzeugen (Acheampong & Cugurullo, 2019). Auch Personen aus einkommensstärkeren Haushalten neigen eher zu innovativem Verhalten (Shabanpour et al., 2018).

Nicht explizit in den Studien aufgeschlüsselt wurden die Persönlichkeitsmerkmale und das Kommunikationsverhalten. Einige Anhaltspunkte sind jedoch zu finden: Die Wahrnehmung einer Person von autonomen Fahrzeugen ist dynamisch und ändert sich im Laufe der Zeit, wenn die Person Kommunikation bzw. Werbung mit (un)zufriedenen Adopter*innen ausgesetzt ist (Talebian & Mishra, 2018). Bei Menschen, die in Vororten wohnen und im Stadtzentrum arbeiten oder umgekehrt ist es wahrscheinlicher, dass sie zu den Early Adopters gehören (Shabanpour et al., 2018).

Darüber hinaus sind sie resistenter gegen Mundpropaganda, sodass sie sich weniger von potenziellen Widerständen gegen die Innovation beeinflussen lassen, wenn diese etwa technisch versagt (Shabanpour et al., 2018). Einen positiven Einfluss hat die Beobachtung, dass Freund*innen und Kolleg*innen selbstfahrende Fahrzeuge nutzen (Acheampong & Cugurullo, 2019; Wilde & Rebhan, 2022, S. 5).

Weiterhin wurde analysiert, dass diejenigen Personen, die in ihrem Leben in einen Unfall verwickelt waren, eher zu den Early Adopters von autonomen Fahrzeugen gehören. Auch Vielreisende und Personen, die an ihrem Arbeitsplatz mehr für das Parken bezahlen, neigen eher zur Nutzung der innovativen Verkehrsmittel (Shabanpour et al., 2018).

Eigenschaften der Innovation

In den Studien wurden verschiedene Zielgrößen und Konstrukte analysiert, die von den Innovationseigenschaften beeinflusst werden. Die sind unter anderem die Einstellung (Liu & Xu, 2020), der wahrgenommene Wert der Fahrzeuge (Yuen et al., 2020) und die Verhaltensabsicht (Nordhoff et al., 2021), welche wiederum Einfluss auf die Akzeptanz der Fahrzeuge haben. Die Eigenschaften und wissenschaftlichen Erkenntnisse dazu werden im Folgenden kurz aufgeführt.

Der **relative Vorteil** bezieht sich darauf, inwiefern autonome Vehikel als positiver wahrgenommen werden als fahrer*innengeführte (Yuen et al., 2020). Jene Vorteile betreffen die verbesserte Sicherheit, den geringeren Kraftstoffverbrauch, höheren Komfort, kürzere Fahrzeiten und Möglichkeiten für Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen (Yuen et al., 2020).

Schätzen Personen die **Kompatibilität** der autonomen Busse mit den bestehenden Mobilitätsbedürfnissen und -routinen als hoch ein, haben sie eher die Intention, diese zu nutzen (Nordhoff et al., 2021; Yuen et al., 2020). Yuen et al., 2020, ergänzen das Verständnis von Kompatibilität um die Verträglichkeit der Busse mit den bestehenden Werten und dem Lebensstil der (potentiellen) Fahrgäste.

Die **Komplexität** hinsichtlich autonomer Fahrzeuge bezieht sich insbesondere auf den Prozess der Nutzung. Eine geringe Anzahl der notwendigen Interaktionen des Menschen mit der Maschine reduziert die Komplexität und verbessert die Fähigkeit der Menschen, sie zu nutzen (Yuen et al., 2020).

Auch die **Prüfbarkeit** der Innovation *autonome Fahrzeuge* zeigt einen positiven Einfluss auf die Einstellung, die öffentliche Akzeptanz, den wahrgenommenen Wert der Fahrzeuge und damit deren Diffusion (Liu & Xu, 2020; Yuen et al., 2020).

Das mit der Prüfbarkeit verbundene Lernen über die Nutzung des Fahrzeugs wird gefördert durch öffentliche Versuche, Testfahrten oder Präsentationen (Nordhoff et al., 2021; Yuen et al., 2020).

Die **Beobachtbarkeit** bezieht sich insbesondere auf Marketingkampagnen, die die Vorteile von autonomen Fahrzeugen vermitteln. Dabei im Fokus: ein direkter Vergleich zwischen autonomen und konventionellen Fahrzeugen und die Angabe von prozentualen Verbesserungen bei diversen Aspekten wie Kraftstoffverbrauch, Unfallvermeidung und Schadstoffreduzierung. Erfahrungsberichte von potenziellen Nutzer*innen über den Beitrag der Fahrzeuge zu Verbesserungen in deren Leben haben ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmbarkeit von autonomen Fahrzeugen (Yuen et al., 2020).

Auf den von der Öffentlichkeit wahrgenommenen Wert von autonomen Fahrzeugen haben alle Innovationseigenschaften nach Rogers signifikante Auswirkungen (Umberger, 2016; Yuen et al., 2020). Die Studie von Nordhoff et al., 2021 schreiben der Kompatibilität die größte Bedeutung für die Adoption zu. Sie schlussfolgern auf Basis ihrer Ergebnisse, dass das Vertrauen des Einzelnen in automatisierte Shuttles gestärkt und die Vorteile autonomer Shuttles akzentuiert werden sollten, d.h. etwa die Erhöhung der Effizienz, des Komforts und der Sicherheit öffentlicher Verkehrssysteme und der Lebensqualität in den Städten. Insbesondere versprechen die sozialen (analogen und digitalen) Netzwerke des Einzelnen und Aufklärungskampagnen der Regierung eine wirksame Bewerbung (Nordhoff et al., 2021).

5 METHODIK

Nach der Aufarbeitung des theoretischen Rahmens wird nun näher auf die Methodik eingegangen. Ziel dieser Arbeit ist die Erweiterung des empirischen Wissens über die Innovationsdiffusion im Bereich des autonomen ÖPNV sowie die Vorbereitung einer umfassenden Längsschnittstudie zu eben diesem Thema. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die dazu abgefragten Merkmale.

Demografische Merkmale	Geschlecht, Alter, Bildung und Größe des Wohnortes
Aussagen zu MIV mit PKW	13 Items mit binärer Skala
Einfluss auf Wahrnehmung des MIV	7 Items mit 5-Punkt Likert-Skala, Freitextfeld
Argumente gegen ÖPNV-Nutzung	15 Items mit binärer Skala
Aussagen zu Innovation im Bereich Mobilität	8 Items mit 5-Punkt Likert-Skala
Wahrgenommene Vorteile autonomen Fahrens	9 Items mit 5-Punkt Likert-Skala, Freitextfeld
Wahrgenommene Nachteile autonomen Fahrens	7 Items mit 5-Punkt Likert-Skala, Freitextfeld
Einstellung zum autonomen Fahren (PKW/Minibus)	Gefühl, Wissen, Interesse und Nutzungsbereitschaft
Interesse an autonomen Minibussen	12 Items mit binärer Skala, Freitextfeld
Präferierte Informationskanäle	11 Items mit binärer Skala, Freitextfeld

Tabelle 1: Übersicht über die abgefragten Merkmale. Eigene Darstellung.

Die Daten wurden in einer Online-Befragung im Zeitraum von 20.07.2022 bis 27.07.2022 in Zusammenarbeit mit dem Dienstleister Consumerfieldwork GmbH erhoben. Mit 502 Personen aus Deutschland im Alter von 18 bis 79 Jahren umfasst die Stichprobe zwei Personen mehr als vom Dienstleister angefordert. Die Autor*innen dieser Arbeit vermuten, dass beim Erreichen des Quorums die Umfrage zwar gesperrt wird, aber bereits laufende Befragungen nicht abgebrochen werden.

Die soziodemografische Zusammensetzung der Stichprobe ist in Abbildung 3 dargestellt und entspricht der dem Dienstleister angegebenen Quotierung: ein ausgeglichenes Verhältnis von Männern und Frauen, ein Drittel Einwohner*innen von Großstädten ab 100.000 Einwohner*innen und zwei Drittel Einwohner*innen aus Landgemeinden (Bis 5.000 Einwohner*innen), Kleinstädten (zwischen 5.000 und 19.999 Einwohner*innen) und Mittelstädten (zwischen 20.000 und 99.999 Einwohner*innen) sowie eine Altersquotierung mit 50% von 18 bis 39 Jahren und 50% von 40 bis 79 Jahren, um der Verteilung in Deutschland gerecht zu werden.

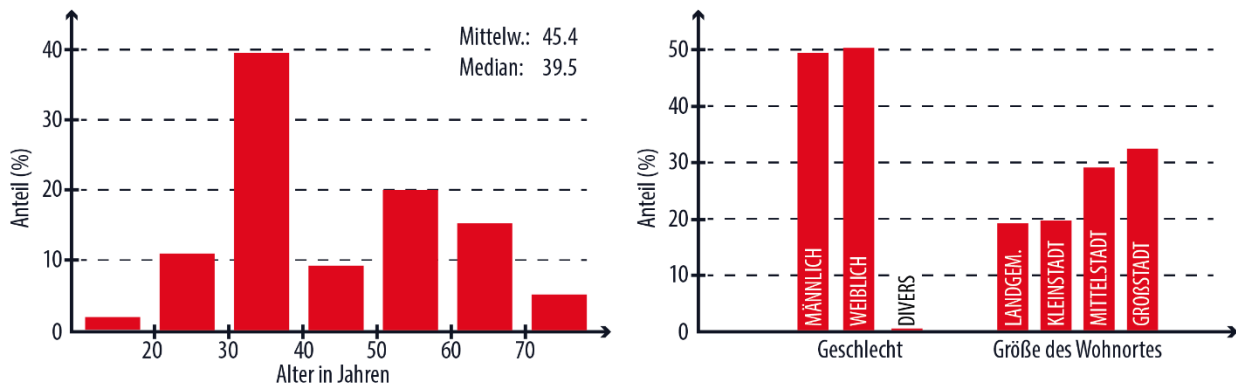


Abbildung 3: *Soziodemografische Verteilung der Umfrageteilnehmer*innen. Die Einteilung der Wohnorte nach Einwohnerzahl folgt den Begriffsbestimmungen der Internationalen Statistikkonferenz von 1887. Eigene Darstellung.*

Die Auswertung erfolgte mithilfe der Statistiksoftwarepakete SPSS und R und konzentriert sich in Anlehnung an das Diffusionsmodell von Rogers auf die Merkmale Interesse, Wissen, Gefühl und Bereitschaft zur Nutzung. Damit werden die ersten zwei Prozessschritte (Wissen und Persuasion) direkt und der dritte Schritt (Entscheidung) indirekt abgedeckt. Bei der Bereitschaft zur Nutzung wird außerdem in autonome PKW und autonome Kleinbusse unterschieden, um eine Differenzierung zwischen dem Aspekt Autonomie und dem Aspekt ÖPNV zu ermöglichen.

6 AUSWERTUNG

Nun erfolgt die Auswertung der erhobenen Daten vor dem Hintergrund der Innovationsdiffusion. Abbildung 4 zeigt die Verteilung der Merkmale Interesse, Wissen, Gefühl und Bereitschaft zur Nutzung über den kompletten Datensatz. Die unterschiedlichen Skalen werden die Auswertung erschweren, dienen jedoch der Vorbereitung der Längsschnittstudie. Abgefragt wurden PKW und Busse, um einen Vergleich zwischen der Autonomie des Autos und der geteilten Nutzung eines öffentlichen Verkehrsmittels ziehen zu können und Einschätzungen bzgl. des Faktors der Unabhängigkeit machen zu können. Kern der Studie soll jedoch der autonome Kleinbus sein.

Die Bereitschaft zur Nutzung wurde nach PKW und Kleinbus getrennt auf einer elfstufigen Prozentskala von 0 bis 100% gemessen. Die Verteilungen für die beiden Verkehrsmittel sind rechtsschief mit einem Median bei 50% und einem Modalwert bei 0%. Die Merkmale Interesse und Gefühl wurden auf einer fünfstufigen Likert-Skala gemessen und weisen ebenfalls eine Rechtsschiefe auf.

Bei der wahrgenommenen Informiertheit wird auf eine dreistufige ordinale Skala gesetzt, auf der sich eine knappe Mehrheit der Umfrageteilnehmenden als zu wenig informiert einschätzt.

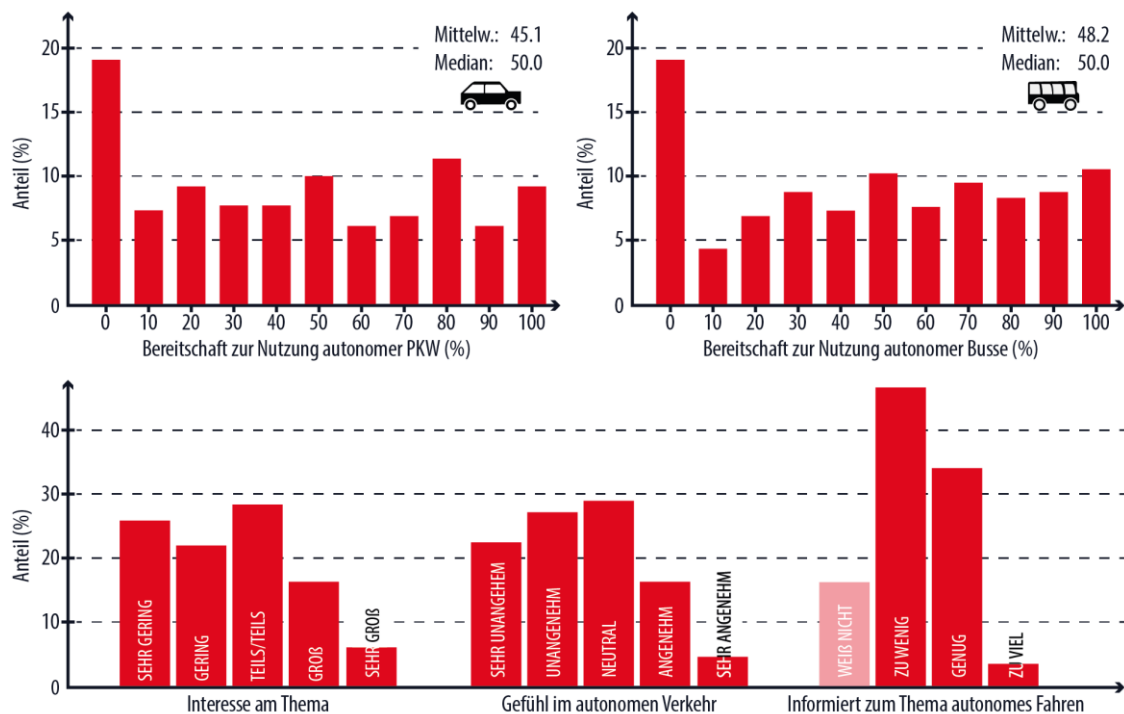


Abbildung 4: Verteilung der Merkmale Interesse, Wissen, Gefühl und Bereitschaft zur Nutzung. Eigene Darstellung.

Im Zusammenhang mit dem Diffusionsprozess nach Rogers ist auch die Korrelation zwischen diesen Merkmalen interessant. Abbildung 5 zeigt die Spearman-Korrelationskoeffizienten zwischen den Merkmalen.

	BEREITSCHAFT ZUR NUTZUNG 	BEREITSCHAFT ZUR NUTZUNG 	INTERESSE AN AUTONOMEN FAHREN  	GEFÜHL ZU AUTONOMEN FAHREN  	INFORMIERT ÜBER AUTONOMES FAHREN  
BEREITSCHAFT ZUR NUTZUNG 		0.824	0.642	0.675	0.082
BEREITSCHAFT ZUR NUTZUNG 	0.824		0.612	0.705	0.068
INTERESSE AN AUTONOMEN FAHREN  	0.642	0.612		0.719	0.118
GEFÜHL ZU AUTONOMEN FAHREN  	0.675	0.705	0.719		0.141
INFORMIERT ÜBER AUTONOMES FAHREN  	0.082	0.068	0.118	0.141	

Abbildung 5: Spearman-Korrelationskoeffizienten zwischen den Merkmalen Bereitschaft, Interesse, Gefühl und Informiertheit. Eigene Darstellung.

Mit Ausnahme der Informiertheit zeigt sich eine starke Korrelation zwischen den Merkmalen. Die geringere Korrelation bei diesem Merkmal könnte dessen Skala geschuldet sein. Hinter der häufigsten Option „zu wenig informiert“ kann sowohl die Kombination aus hohem Interesse und fehlender Information als auch Desinteresse stehen.

Die Korrelation ist basierend auf dem Diffusionsmodell von Rogers zu erwarten. Die Frage nach der zeitlichen Entwicklung dieser Merkmale auf individueller Ebene ist mit dem vorliegenden Querschnittsdatensatz noch nicht zu beantworten.

Wie hängen nun die Merkmale von den bei Rogers genannten Einflussfaktoren ab? Abbildung 6 zeigt die Ausprägung der Nutzungsbereitschaft nach verschiedenen soziodemografischen Unterteilungen. Aufgrund der nicht-normalen Verteilung der Bereitschaft (siehe Abbildung 4) wurde der Unterschied zwischen den Teilgruppen mit einem Wilcoxon-Rangsummentest mit Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$ untersucht.

Sowohl beim autonomen PKW als auch beim autonomen Kleinbus bestätigen sich die erwarteten Ergebnisse einer signifikant geringeren Bereitschaft bei Frauen (Acheampong & Cugurullo, 2019), älteren Menschen (Acheampong & Cugurullo, 2019) sowie Menschen ohne Studienabschluss (Acheampong & Cugurullo, 2019; Shabanpour et al., 2018).

Darüber hinaus zeigen sich signifikant höhere Bereitschaften bei Bewohner*innen von Städten ab 20.000 Einwohner*innen gegenüber Bewohner*innen von Städten und Gemeinden bis 19.999 Einwohner*innen.

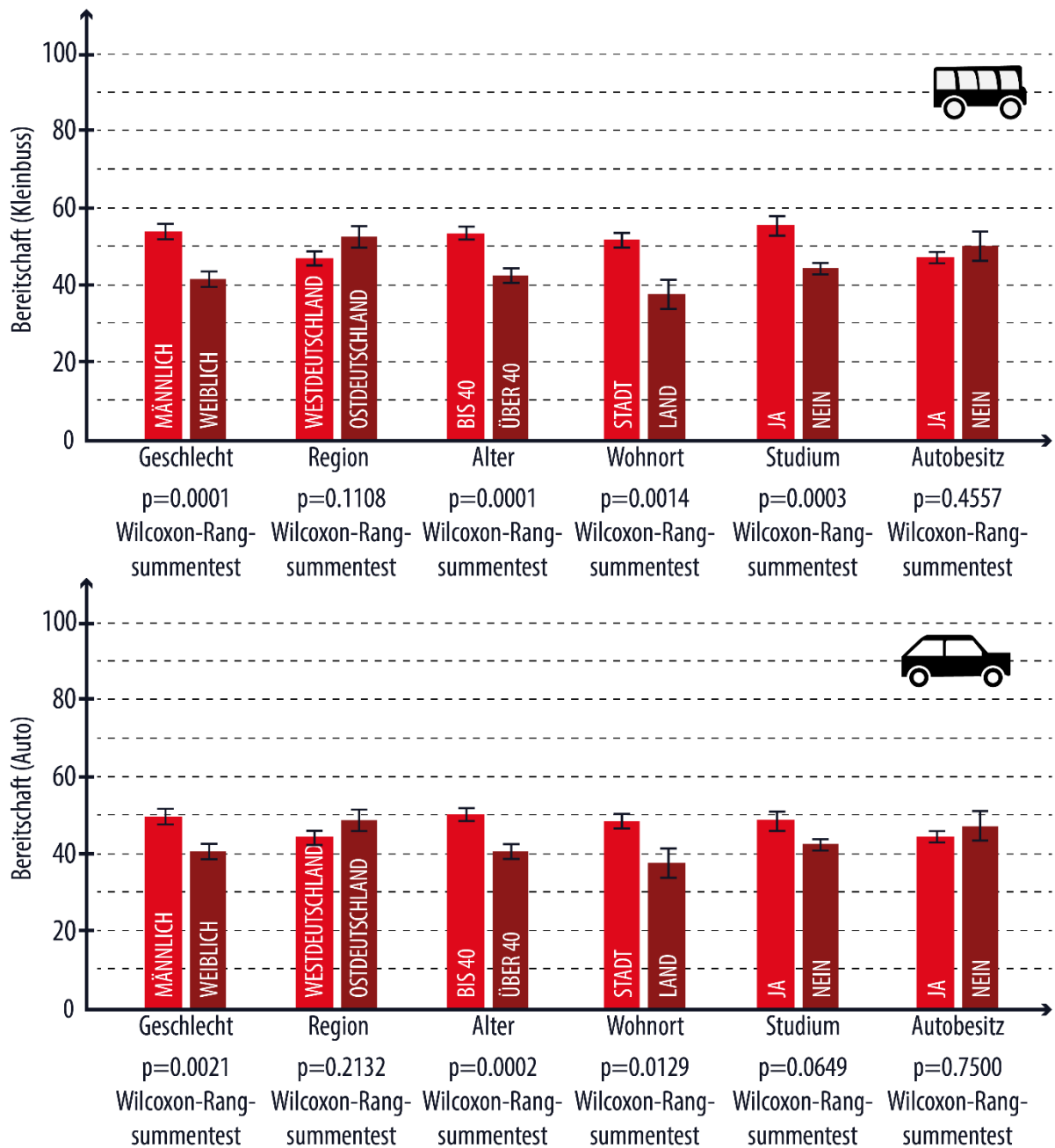


Abbildung 6: Ausprägung der Nutzungsbereitschaft nach verschiedenen soziodemografischen Unterteilungen. Eigene Darstellung.

Interessant ist, dass die p-Werte beim PKW in allen Aufteilungen größer sind. Bei einer binären Aufteilung des Bildungsniveaus in „Studium“ und „kein Studium“ wird die Signifikanz des Merkmals sogar verfehlt. Signifikante Unterschiede zwischen Autobesitzer*innen und Nicht-Autobesitzer*innen sowie Bewohner*innen der west- und ostdeutschen Bundesländer werden nicht festgestellt.

Auch wenn die Korrelation zwischen der Bereitschaft, einen autonomen PKW und einen autonomen Kleinbus zu fahren, sehr hoch ist, sollten in der kommenden Längsschnittstudie die Aspekte Autonomie und ÖPNV schärfer getrennt werden.

Wie gut kann ein lineares Modell mit soziodemografischen Merkmalen die Bereitschaft zur Nutzung von autonomen PKW und Kleinbussen erklären? Um diese Frage zu beantworten, wird eine lineare Regression durchgeführt, bei der die kategorialen Variablen über Dummy-Variablen miteinbezogen werden. Die Ergebnisse in Tabelle 2 bestätigen, dass auch bei gleichzeitiger Berücksichtigung aller soziodemografischen Merkmale Geschlecht und Alter signifikante Prädiktoren für die Bereitschaft zur Nutzung von autonomen PKW und Kleinbussen sind. Bei den Kleinbussen führt eine Erhöhung des Alters um ein Jahr im Durchschnitt zu einer Verringerung der Bereitschaft um 0,31 Prozentpunkte. Ist das Geschlecht „Männlich“ ist die Bereitschaft im Durchschnitt um 13,94 Prozentpunkte höher. Bei den Merkmalen Wohnort und Bildung ist der Zusammenhang weniger ausgeprägt. Bei den Kleinbussen ist für das Merkmal Wohnort z.B. nur die Dummy-Variable für Großstädte signifikant gegen die Referenzausprägung Landgemeinde.

	Schätzer	Std. F.	T-Wert	p-Wert		Schätzer	Std. F.	T-Wert	p-Wert
Achsenabschnitt	36.64	8.54	4.286	0.0002 ***	Achsenabschnitt	46.74	8.72	5.356	< 0.0001 ***
Alter	-0.31	0.10	-2.963	0.0032 **	Alter	-0.36	0.11	-3.407	0.0007 ***
Männlich	13.94	2.89	4.825	< 0.0001 ***	Männlich	9.47	2.95	3.209	0.0014 **
Westdeutschland	-4.41	3.39	-1.302	0.1936	Westdeutschland	-3.13	3.46	-0.907	0.3650
100k Einwohner	13.52	4.29	3.154	0.0017 **	100k Einwohner	12.08	4.38	2.760	0.0060 **
20k Einwohner	7.15	4.25	1.683	0.0930	20k Einwohner	4.50	4.33	1.038	0.2996
5k Einwohner	8.01	4.64	1.727	0.0848	5k Einwohner	0.94	4.74	0.199	0.8422
Mittlere_Reife	8.94	5.18	1.727	0.0848	Mittlere_Reife	1.39	5.28	0.262	0.7933
Abitur	17.54	5.35	3.280	0.0011 **	Abitur	9.16	5.46	1.679	0.0939
Studium	20.89	5.23	3.999	< 0.0001 ***	Studium	8.23	5.33	1.544	0.1233
Autobesitz	-0.21	3.80	-0.056	0.9553	Autobesitz	2.12	3.88	0.546	0.5853

Korrigierter R ² -Wert: 0.1206	Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$	Korrigierter R ² -Wert: 0.06827	Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$
F-Statistik: 7.846 (P-Wert < 0.0001)	* p < 0.05 ** p < 0.01 *** p < 0.001	F-Statistik: 4.656 (P-Wert < 0.0001)	* p < 0.05 ** p < 0.01 *** p < 0.001

Tabelle 2: Lineare Regressionen der Zusammenhänge zwischen der Bereitschaft und den soziodemografischen Merkmalen. Eigene Darstellung.

Die korrigierten R^2 -Werte sind vor allem beim autonomen PKW eher niedrig. Obwohl wir einige signifikante Prädiktoren finden, erklärt das lineare Modell soziodemografischer Merkmale nur einen kleinen Teil der Varianzen in den Nutzungsbereitschaften: 12% bei den autonomen Kleinbussen und 6,8% bei den autonomen PKW.

Abbildung 7 zeigt die Verteilung der wahrgenommenen relativen Vor- und Nachteile des autonomen Fahrens. Die am stärksten wahrgenommenen relativen Vorteile sind die Inklusion mobilitätseingeschränkter Personen, die Vermeidung von Stress und die Möglichkeit, während der Fahrt anderen Tätigkeiten nachzugehen. Als stärkste Nachteile werden die mangelnde Vertrauenswürdigkeit der Technologie sowie die Gefahr von Hacking und Überwachung genannt.

Die häufige Nennung eines relativen Vor- oder Nachteils bedeutet nicht zugleich, dass dieser auch zur Nutzungsbereitschaft eines Individuums beiträgt. Um Letzteres genauer zu untersuchen, werden die relativen Vor- und Nachteile in die Regressionsanalyse einbezogen. Wegen der großen Anzahl an unabhängigen Variablen wird eine Lasso-Regression angewandt.

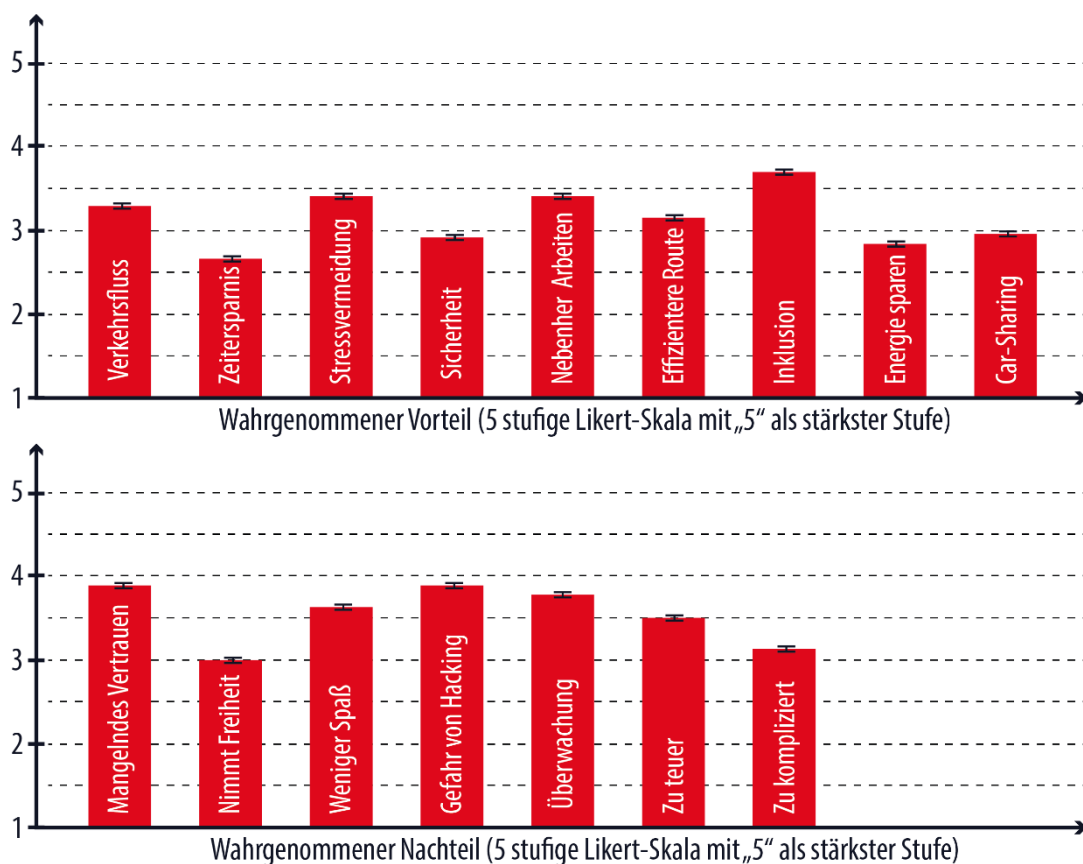


Abbildung 7: Wahrgenommene Vor- und Nachteile von autonomen Fahrzeugen. Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse werden in Tabelle 3 gezeigt. Die Wahrnehmung von Vorteilen durch mehr Sicherheit und Stressvermeidung werden sowohl bei den autonomen Kleinbussen als auch bei den autonomen PKW mit einer Erhöhung der Nutzungsbereitschaft von 4,5 bis 5,5 Prozentpunkten assoziiert. Beim autonomen PKW spielt zusätzlich noch die Möglichkeit, während der Fahrt arbeiten zu können eine Rolle. Alle anderen relativen Vorteile werden vom Algorithmus der Lasso-Regression eliminiert. Bei den wahrgenommenen Nachteilen ergibt sich ein diffuseres Bild. Insgesamt scheint jedoch mangelndes Vertrauen das potenziell größte Problem für die Nutzungsbereitschaft darzustellen. Interessant ist auch, dass der Einschluss der relativen Vor- und Nachteile in die Regression die Bedeutung der soziodemografischen Merkmale (vergleiche dazu die Koeffizienten in den Tabellen 2 und 3) deutlich schwächt und die R-Quadrat-Werte deutlich erhöht. Bei den Kleinbussen erklärt das Modell jetzt knapp 70% der Varianz in den Nutzungsbereitschaften.

	 Kleinbus	 PKW
Achsenabschnitt	17.44	22.41
Alter	-0.019	-
Männlich	3.506	-
Westdeutschland	-1.159	-
100k Einwohner	0.519	-
Mittlere Reife	-	-0.111
Abitur	1.213	0.836
Studium	4.228	-
Verkehrsfluss	3.582	2.233
Stressvermeidung	5.669	5.110
Sicherheit	4.465	5.611
Nebenher arbeiten	-	0.538
Kein Vertrauen	-1.127	-2.075
Weniger Freiheit	-0.514	-
Weniger Spaß	-1.217	-1.281
Gefahr Überwachung	-0.072	-0.292
Zu teuer	-	-0.841
Zu kompliziert	-0.513	-0.077
R-Quadrat	0.6937	0.3261
Mean Average Error	13.66	22.88

Tabelle 3: Prädiktoren für die Nutzungsbereitschaft von autonomen PKW und Kleinbussen. Eigene Darstellung.

Abbildung 8 zeigt die von den Umfrageteilnehmer*innen präferierten Kanäle für Informationen zum Thema autonomes Fahren. Die Webseite der Anbieter wurde mit deutlichem Abstand am häufigsten genannt. Dies könnte darauf hindeuten, dass viele Umfrageteilnehmer sich eingehend mit dem Thema auseinandersetzen möchten und dazu zu einem Zeitpunkt ihrer Wahl sachkundige Informationen aus erster Hand erhalten möchten. Kanäle wie Plakate, Aushänge an Ticketschaltern oder Social Media Beiträge können diese gewünschte Informationstiefe weniger gut bedienen und bei Radio und TV ist der Zeitpunkt nicht frei wählbar. Während Events mit Testfahrten ebenfalls sehr häufig genannt werden, sind Simulatoren der am seltensten genannte Kanal. Um den stark wahrgenommenen relativen Nachteil des fehlenden Vertrauens anzugehen, sind Testfahrten mit dem echten Produkt deutlich geeigneter als eine Computersimulation. Vermutlich stellen viele Umfrageteilnehmer*innen deren externe Validität für den echten Straßenverkehr in Frage.

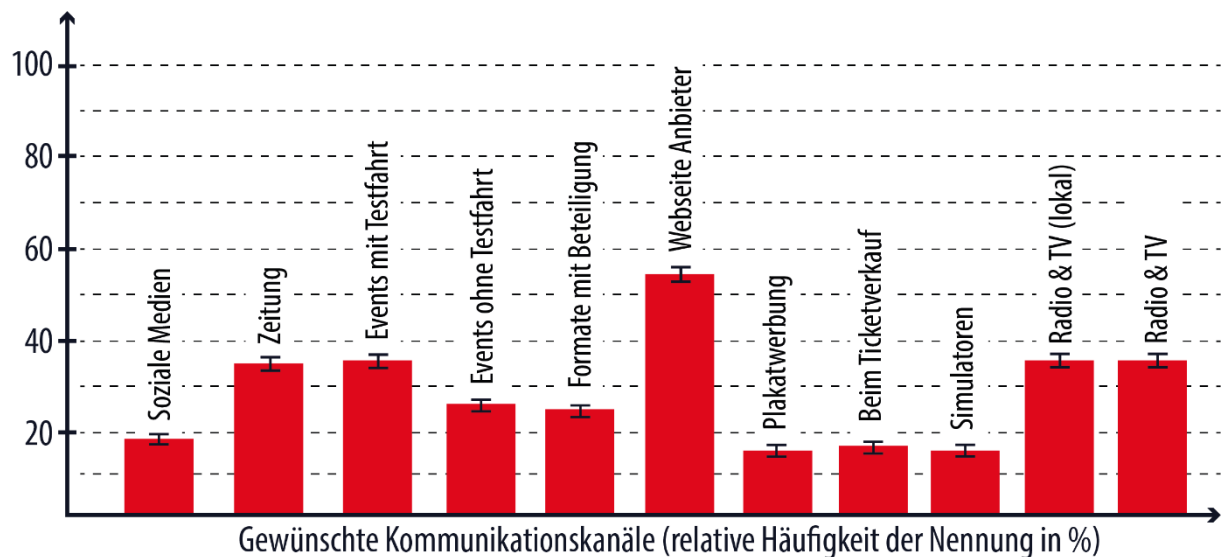


Abbildung 8: Bevorzugte Informationskanäle.Eigene Darstellung.

Gibt es Unterschiede bei den wahrgenommenen relativen Vor- und Nachteilen sowie den präferierten Informationskanälen nach soziodemografischen Faktoren? Die schwächere Signifikanz der soziodemografischen Merkmale bei Einschluss der relativen Vor- und Nachteile in die Regression deutet darauf hin. In der ersten Spalte von Tabelle 4 werden die Mittelwerte der relativen Vor- und Nachteile sowie der präferierten Informationskanäle über den ganzen Datensatz gezeigt. Für die folgenden Spalten wurden die Mittelwerte erneut für die in der Spaltenüberschrift angegebenen Teildatensätze berechnet. Die angegebenen Werte stehen für die Differenz dieses Mittelwerts zum Mittelwert über den ganzen Datensatz. Ein positiver (negativer) Wert bedeutet, dass die Personen im Teildatensatz den relativen Vor- oder Nachteil stärker (weniger stark) bewerten bzw. den Kommunikationskanal häufiger (weniger häufig) wünschen.

	Ganzer Datensatz	Bereitschaft unter 40%	Benötigt mehr Info	Interesse unter 3/5	Gefühl unter 3/5	Frauen	Neue Länder	Kein Abitur/ Studium	Unter 20k Einwohner
Relative Vorteile									
Verkehrsfluss	3.29	-0.54	+0.07	-0.53	-0.46	-0.11	+0.04	-0.07	-0.05
Zeitersparnis	2.60	-0.43	+0.04	-0.48	-0.34	-0.01	+0.06	-0.08	-0.12
Stressvermeidung	3.40	-0.65	+0.16	-0.60	-0.50	-0.09	+0.08	-0.02	-0.08
Sicherheit	2.94	-0.69	+0.12	-0.68	-0.64	-0.19	+0.08	-0.15	-0.19
Nebenher arbeiten	3.41	-0.42	+0.15	-0.47	-0.36	-0.16	+0.06	-0.06	-0.13
Effizientere Routen	3.21	-0.44	+0.13	-0.46	-0.40	-0.05	+0.16	-0.04	-0.12
Inklusion	3.71	-0.31	+0.18	-0.26	-0.21	-0.03	+0.01	-0.04	-0.07
Energie sparen	2.83	-0.46	-0.02	-0.46	-0.36	0.01	+0.05	+0.03	-0.07
Besseres Sharing	2.93	-0.27	+0.05	-0.33	-0.22	0.06	+0.20	+0.01	-0.14
Relative Nachteile									
Kein Vertrauen	3.84	+0.36	+0.03	+0.28	+0.34	+0.17	- 0.12	- 0.02	+0.07
Weniger Freiheit	3.01	+0.29	+0.03	+0.20	+0.19	+0.01	- 0.02	+0.25	+0.04
Weniger Spaß	3.59	+0.32	=	+0.26	+0.32	=	- 0.02	+0.13	+0.15
Gefahr Hacking	3.87	+0.24	+0.06	+0.21	+0.27	-0.01	+0.01	- 0.05	+0.08
Gefahr Überwachung	3.71	+0.30	+0.03	+0.30	+0.25	+0.04	+0.08	+0.03	+0.08
Zu teuer	3.50	+0.30	+0.09	+0.24	+0.26	+0.14	- 0.05	+0.04	+0.15
Zu kompliziert	3.02	+0.26	-0.01	+0.27	+0.29	+0.29	- 0.03	+0.14	- 0.02
Bevorzugte Kanäle									
Soziale Medien	19%	-6%	+5%	-6%	-2%	+2%	+8%	-1%	=
Zeitung	34%	-2%	+6%	-4%	-2%	=	-10%	-3%	+4%
Events (Testfahrt)	35%	-3%	+6%	-2%	+1%	+2%	-7%	-6%	- 1%
Beteiligungsformate	24%	-1%	+1%	-1%	+2%	-1%	+4%	-5%	+4%
Webseite Anbieter	54%	-6%	+4%	-3%	-7%	-2%	+2%	-5%	+1%
Plakatwerbung	16%	-4%	+4%	-5%	-4%	+2%	-1%	-1%	- 3%
Beim Ticketverkauf	17%	-2%	-3%	-3%	-4%	+1%	+1%	+1%	- 2%
Events (ohne Testfahrt)	26%	=	+3%	-2%	+3%	-5%	-5%	+1%	+1%
Simulatoren	16%	-3%	+3%	-3%	=	=	+4%	-3%	- 4%
Radio & TV (Lokal)	31%	-3%	+7%	-1%	=	=	+2%	+2%	- 3%
Radio & TV	31%	-3%	+5%	-6%	-3%	=	=	=	- 1%

Tabelle 4: Wahrgenommene relative Vor- und Nachteilen und präferierte Informationskanäle nach soziodemografischen Faktoren.Eigene Darstellung.

Die durch die paarweisen Wilcoxon-Tests und Regressionsanalysen gezeigten Geschlechterunterschiede bestätigen sich einmal mehr: Frauen bewerten die meisten relativen Vorteile geringer und die meisten relativen Nachteile höher. Am stärksten sind die Unterschiede beim Vorteil „Sicherheit“ und beim Nachteil „Komplexität der Nutzung“. Bei Umfrageteilnehmer*innen ohne Abitur oder Studium und Umfrageteilnehmer*innen aus Landgemeinden und Kleinstädten zeigt sich dasselbe Muster: relative Vorteile werden geringer bewertet und relative Nachteile werden höher bewertet. Bei den Kommunikationskanälen zeigen sich die markantesten Abweichungen bei den Bewohner*innen der ostdeutschen Bundesländer. Diese wünschen sich häufiger Informationen über soziale Medien und deutlich seltener Informationen über Zeitungen.

7 FAZIT

Welche Eigenschaften der Menschen und der Innovation beeinflussen nun also zusammengefasst die Adoption oder Nicht-Adoption bzw. die Nutzungsbereitschaft von autonomen Kleinbussen? Die soziodemografischen Merkmale und deren Einfluss auf eine potenzielle Adoption entsprechen den herangezogenen Studien: Frauen, ältere Menschen und Personen mit geringerem Bildungsniveau weisen eine geringere Bereitschaft der Nutzung auf. Dagegen herrscht eine höhere Nutzungsbereitschaft in größeren Städten. Die wichtigsten wahrgenommenen Vorteile für die Bereitschaft sind die wahrgenommene Sicherheit und Stressvermeidung durch autonome Fahrzeuge. Die bevorzugten Informationskanäle für die Busse mögen überraschen: Während etwa soziale Medien eher schlecht abschneiden, sind Webseiten, Testveranstaltungen und Zeitungen die wichtigsten Maßnahmen. Dies birgt wesentliche Implikationen für die Kommunikation zu den Bussen.

Kritisch zu betrachten sind in der vorliegenden Studie die unterschiedlichen Skalen, die die Berechnungen teils etwas einschränkten. Zudem muss für eine kommende Studie auch die Operationalisierung überarbeitet werden, um die Eigenschaften der Empfänger*innen sowie der Innovation differenzierter abzubilden. Die Trennung zwischen PKW und Bus wird zudem deutlicher vorgenommen, um Missverständnisse bei den Proband*innen zu vermeiden.

Trotz des Optimierungspotenzials gibt die Erhebung einen wertvollen Einblick in die potenzielle Diffusion eines innovativen Verkehrsmittels, der mit weiteren empirischen Daten eine Forschungslücke füllen kann. Mit nachfolgend angesetzten Untersuchungen werden noch mehr Anhaltspunkte für die Innovationskommunikation der ÖPNV-Anbieter über die autonomen Busse gewonnen werden.

8 LITERATURVERZEICHNIS

Acheampong, R. A. & Cugurullo, F. (2019). Capturing the behavioural determinants behind the adoption of autonomous vehicles: Conceptual frameworks and measurement models to predict public transport, sharing and ownership trends of self-driving cars. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 62, 349–375. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.01.009>

Agora Verkehrswende. (März 2017). *Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende.* Berlin.

Beckmann, K. J. (2020). Automatisierter Verkehr und Einsatz autonomer Fahrzeuge - (mögliche) Folgen für die Raum- und Verkehrsentwicklung. In U. Reutter, C. Holz-Rau, J. Albrecht & M. Hülz (Hrsg.), *Forschungsberichte der ARL: Bd. 14. Wechselwirkungen von Mobilität und Raumentwicklung im Kontext gesellschaftlichen Wandels: Interations between mobility and spatial development in the context of social change* (S. 244–269). ARL - Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft.

Braun-Thürmann, H. (2015). *Innovation.* Transcript Verlag.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (November 2016). *Klimaschutzplan 2050: Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.* Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Cooper, R. G. (2011). *Winning at new products: Creating value through innovation* (4th ed.). Basic Books.

- Hauschildt, J., Salomo, S., Schultz, C. D. & Kock, A. (2016).** *Innovationsmanagement* (6., vollständig aktualisierte und überarbeitete Auflage). *Vahlers Handbücher*. Verlag Franz Vahlen.
- Hilger, S. (2013).** Innovation und Wachstum aus wirtschaftlicher Perspektive. In M. Mai (Hrsg.), *Innovationen: Beispiele aus Technik, Wirtschaft, Wissenschaft, Medien, Politik und Gesellschaft* (S. 37–50). Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Hofbauer, G., Körner, R. A., Nikolaus, U. & Poost, A. (2009).** *Marketing von Innovationen: Strategien und Mechanismen zur Durchsetzung von Innovationen*. Kohlhammer.
- Horn, B., Kiel, T. & von Lojewski, H. (2018).** *Nachhaltige städtische Mobilität für alle: Agenda für eine Verkehrswende aus kommunaler Sicht*. Positionspapier des Deutschen Städtetages. Berlin, Köln.
- Karnowski, V. & Kümpel, A. S. (2016).** Diffusion of Innovations. In M. Potthoff (Hrsg.), *Schlüsselwerke der Medienwirkungsforschung* (S. 97–107). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-09923-7_9
- Liu, P. & Xu, Z. (2020).** Public attitude toward self-driving vehicles on public roads: Direct experience changed ambivalent people to be more positive. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119827. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119827>
- Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M. & Eisenbeiß, M. (2019).** *Marketing*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21196-7>
- Möslein, K. M. (2009).** Innovation als Treiber des Unternehmenserfolgs: Herausforderungen im Zeitalter der Open Innovation. In A. Zerfaß (Hrsg.), *Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement: Strategien im Zeitalter der Open Innovation* (1. Aufl., S. 3–22). Gabler.

Nordhoff, S., Malmsten, V., van Arem, B., Liu, P. & Happee, R. (2021). 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, 58–73.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2021.01.001>

Peters, R., Wehrmann, C., Zehm, A., Randhahn, A. & Karrer-Gauß, K. (2021). *Auswirkungen der Einführung des autonomen Fahrens auf die Beschäftigung im Öffentlichen Personennahverkehr.*

Pleschak, F. & Sabisch, H. (1996). *Innovationsmanagement. UTB für Wissenschaft Betriebswirtschaftslehre.* Schäffer-Poeschel.

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (Fifth edition, Free Press trade paperback edition). *Social science.* Free Press.
<http://www.loc.gov/catdir/bios/simon052/2003049022.html>

SAE International. (2018). *SAE International Releases Updated Visual Chart for Its “Levels of Driving Automation” Standard for Self-Driving Vehicles.*
<https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles>

Schumpeter, J. (1987). *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus* (7. Aufl.). Duncker et Humblot.

Shabanpour, R., Shamshiripour, A. & Mohammadian, A. (2018). Modeling adoption timing of autonomous vehicles: innovation diffusion approach. *Transportation*, 45(6), 1607–1621. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9947-7>

Sultan, F., Farley, J. U. & Lehmann, D. R. (1990). A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models. *Journal of Marketing Research*, 27(1), 70.
<https://doi.org/10.2307/3172552>

Sultan, F., Farley, J. U. & Lehmann, D. R. (1996). Reflections on "A Meta-Analysis of Applications of Diffusion Models". *Journal of Marketing Research*, 33(2), 247.
<https://doi.org/10.2307/3152151>

Talebian, A. & Mishra, S. (2018). Predicting the adoption of connected autonomous vehicles: A new approach based on the theory of diffusion of innovations. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 363–380.
<https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.06.005>

Trommsdorff, V. & Steinhoff, F. (2013). *Innovationsmarketing* (2. Aufl.). Verlag Franz Vahlen.

Umberger, R. J. (2016). Who Will Be the First to Buy Autonomous Vehicles? An Application of Everett Rogers' Diffusion of Innovations Theory. *CMC Senior Theses*(1267), 230–232. <https://doi.org/10.1080/07317131.2015.1000733>

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. (2019, 29. April). *VDV-Statistik 2018*.
<https://www.vdv.de/statistik-jahresbericht.aspx>

Weissenberger-Eibl, M. A. & Almeida, A. (2019). Strategische Vorausschau im Innovationsmanagement. *Der Betriebswirt*, 60(1), 10–13.
<https://doi.org/10.3790/dbw.60.1.10>

Wilde, M. & Rebhan, J. (2022). Fahrerlose Shuttles im öffentlichen Personennahverkehr: Akzeptanz und Einstellung in der Bevölkerung. *Standort*, 46(1), 2–8.
<https://doi.org/10.1007/s00548-021-00746-2>

Yuen, K. F., Wong, Y. D., Ma, F. & Wang, X. (2020). The determinants of public acceptance of autonomous vehicles: An innovation diffusion perspective. *Journal of Cleaner Production*, 270, 121904.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121904>

Zerfaß, A., Sandhu, S. & Huck, S. (2004). Innovationskommunikation - Strategisches Handlungsfeld für Corporate Communications. In G. Bentele, M. Piwinger & G. Schönborn (Hrsg.), *Kommunikationsmanagement. (Loseblattwerk 2001 ff.)* (Ergänzungslieferung Nov. 2004, S. 1–30). Luchterhand.

SCHRIFTENREIHE DER FAKULTÄT FÜR WIRTSCHAFT DER DUALEN HOCHSCHULE BADEN-WÜRTTEMBERG RAVENSBURG

2023/02

Die Bereitschaft zur Nutzung autonomer Busse – eine empirische Untersuchung anhand der Theorie der Innovationsdiffusion

Franziska Baar, Daniel Blochinger