

Akzeptanz autonomer Verkehrsmittel: Eine Analyse relativer Mehrwerte selbstfahrender Autos im Vergleich zu heutigen Verkehrsmitteln

Christina Pakusch¹, Tobias Weber¹, Gunnar Stevens^{1,2}, Paul Bossauer²

¹ Bonn-Rhein-Sieg University, Department of Management Sciences, St. Augustin, Germany
{christina.pakusch, gunnar.stevens, paul.bossauer}@h-brs.de
tobias.weber@smail.wis.h-brs.de

² University of Siegen, Information Systems and New Media, Siegen, Germany
gunnar.stevens@uni-siegen.de

Abstract.

Durch die Digitalisierung befindet sich die Mobilitätsbranche im starken Umbruch. So wird man bei der Verkehrsmittelwahl zukünftig wohl auch auf selbstfahrende Autos zurückgreifen können. Die Studie erweitert die Verkehrs- und Nutzerakzeptanzforschung, indem unter Berücksichtigung relativer Teilmehrwerte tiefergehend analysiert wird, wie sich die neuen Verkehrsmodi autonomer Privat-PKW, autonomes Carsharing und autonomes Taxi aus heutiger Sicht in den bestehenden Verkehrsmix einsortieren. Hierzu wurde auf Basis der Nutzerpräferenztheorie eine Onlineumfrage (n=172) zu den relativen Mehrwerten der neuen autonomen Verkehrsmodi durchgeführt. Es zeigt sich, dass Nutzer im Vergleich zum PKW bei den autonomen Modi Verbesserungen im Fahrkomfort und in der Zeitznutzung sehen, in vielen anderen Bereichen – insbesondere bei Fahrspaß und Kontrolle – hingegen keine Vorteile oder sogar relative Nachteile sehen. Gegenüber dem ÖPNV bieten die autonomen Modi in fast allen Eigenschaften Mehrwerte. Diese Betrachtung auf Teilnutzebene liefert eine genauere Erklärung für Nutzerakzeptanz des automatisierten Fahrens.

Keywords: Selbstfahrende Autos, Verkehrsmittelwahl, Nutzerakzeptanz, Relativer Mehrwert

1 Einleitung

Selbstfahrende Fahrzeuge (SAE-Level 5, [1]) stellen einen Technologiesprung dar, der Lösungen für aktuelle Verkehrsprobleme bieten und den Umgang mit Mobilität dramatisch verändern kann [2, 3]. Vollautonome Fahrzeuge werden seit einigen Jahren in mehreren Pilotprojekten getestet [4]. Die führenden Automobilhersteller und IT-Konzerne im Bereich des autonomen Fahrens gehen davon aus, dass innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre die Vollautomation Serienreife erlangen könnte. Experten erwarten von fahrerlosen Autos eine Reduzierung von Unfällen und Verkehrsproblemen sowie einen effizienteren Verkehrsfluss [5–7]. Durch die Selbstfahrtechnik werden auch neue, innovative Geschäftsmodelle wie Vehicle-on-Demand-Dienste

Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2018,
March 06-09, 2018, Lüneburg, Germany

entstehen [5, 8]. Mobilitätsservices wie selbstfahrende Taxis bzw. selbstfahrendes Carsharing profitieren von der Selbstfahrtechnik in besonderem Maße: Fahrerlose Taxis können wegen geringerer Personalkosten wesentlich günstiger operieren [5] und das vollautonome Carsharing verspricht Verbesserungen in der Verfügbarkeit, da das Auto zum Nutzer kommt, statt umgekehrt [6]. In diesem Zusammenhang sehen einige Forscher eine starke Konvergenz von Taxi und Carsharing [8]. Verschiedene Autoren erwarten durch die Stärkung nutzungsbasierter Mobilitätsservices eine signifikante Reduzierung des Privat-PKW's [5, 8]. Um ein besseres Verständnis für die Nutzerakzeptanz zu erlangen und um zukünftige Veränderungen im Mobilitätsverhalten aufgrund von neuen autonomen Verkehrsmitteln besser prognostizieren zu können, haben wir eine Studie durchgeführt, die autonome Verkehrsmittel im Vergleich zu existierenden Modi und anhand deren jeweiligen Eigenschaften untersucht.

2 Stand der Forschung

2.1 Verkehrsmittelwahl

Das menschliche Bedürfnis nach Mobilität wird durch die räumliche Verteilung von Arbeitsplätzen, Einkaufszentren, Schulen/Universitäten, Freizeitmöglichkeiten, Ämtern etc. bestimmt [9]. Zur Befriedigung dieses Bedürfnisses stehen dem Nutzer dabei verschiedene Verkehrsmittel zur Verfügung. Aus den verschiedenen Alternativen wählt der Nutzer diejenige, die gegenüber den anderen einen relativen, oft nur subjektiv wahrgenommenen, Vorteil aufweist und so seinen persönlichen Nutzen maximiert [10]. Dabei spielen neben nutzerbezogenen und externen Einflussgrößen vor allem die produktbezogenen Einflussgrößen eine Rolle. Denn nach Lancaster [11] stiftet nicht das Produkt als Ganzes, sondern dessen spezielle Eigenschaften dem Konsumenten einen Nutzen, die sogenannten Teilnutzen. So konnten in der Vergangenheit neben demographischen, sozio-ökonomischen, psychographischen, geographischen und situativen Faktoren eine Reihe produktspezifischer Eigenschaften identifiziert werden, die die Verkehrsmittelwahl beeinflussen [10, 12, 13]. Studien kommen hinsichtlich einer Rangfolge der Faktoren zu unterschiedlichen Ergebnissen, zeigen aber, dass insbesondere Reisezeit, Reisekosten und Zuverlässigkeit eine entscheidende Rolle spielen [6, 14, 15]. Weitere Studien wie die von Steg [16] haben die Ausprägungen der Eigenschaften bei PKW und ÖPNV als meistgenutzte Verkehrsmittel aus Nutzersicht analysiert. Die Bewertungen spiegeln das Nutzungsverhalten der Nutzer wieder (oder vice versa), indem sie deutlich zeigen, dass das Auto in fast jeder Hinsicht besser bewertet wird als der öffentliche Verkehr – bei Bequemlichkeit, Unabhängigkeit, Flexibilität, Fahrkomfort, Schnelligkeit und Zuverlässigkeit. Andere haben zusätzlich die Verkehrsmittel in Relation zueinander bewertet, um die relativen Vorteile der Verkehrsmittel in ihren einzelnen Eigenschaften herauszuarbeiten [13].

2.2 Nutzerakzeptanz selbstfahrender Autos

Die transformativen Vorteile der Selbstfahrtechnik können erst realisiert werden, wenn selbstfahrende Autos von einem Großteil der Nutzer angenommen werden [2]. Forscher haben sich dem Thema Nutzerakzeptanz in jüngster Zeit intensiv gewidmet. Ihre Studien zeigen, dass ein Großteil der Menschen positiv gegenüber dem autonomen Fahren eingestellt ist und sich vorstellen kann, selbstfahrende Autos zu kaufen und/oder zu nutzen [17–19]. So hat die Mehrheit der Befragten eine positive Meinung über die Technologie und optimistische Erwartungen an deren Nutzen [19]. Nutzer sehen Mehrwerte in einer verbesserten Verkehrssicherheit, einem effizienteren Verkehrsfluss [2, 20, 21], in der Bequemlichkeit, keine Parkplätze finden zu müssen und Annehmlichkeiten wie einer besseren Zeitnutzung während der Fahrt [2, 8]. Am ehesten können sich Nutzer das autonome Fahren für das Fahren auf der Autobahn, bei Staus und für das automatische Parken vorstellen [17]. Im gleichen Zuge berichten die Studien über die Sorgen der Befragten: Sie befürchten Software-Hackings und -Missbrauch und zeigen sich besorgt über Rechtsfragen, Sicherheit und Verlässlichkeit der Technik [7, 19]. Viele Befragte halten den Menschen für den besseren Fahrer [20] und fürchten sich, die Kontrolle an die Technik abzugeben [2]. Gegen die Nutzung sprechen aus Nutzersicht die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten [2, 20], die sie bei autonomen Fahrzeugen erwarten und der Verlust des Fahrspaßes, der mit dem Entfall der Fahraufgabe einherginge [4, 20, 21].

Da neue Verkehrsmodi wie autonome Privat-PKW, autonome Taxis oder autonomes Carsharing zukünftig die Optionen bei der Verkehrsmittelwahl erweitern könnten, stellt sich die Frage, welches Verkehrsmittel Nutzer bevorzugen und wie sich dadurch das Mobilitätsverhalten insgesamt verändern wird. Zwar gibt es viele Akzeptanzstudien zum autonomen Fahren, diese Studien betrachten den autonomen PKW jedoch i. d. R. isoliert. Unserer Kenntnis nach beziehen Verkehrsmittelwahlanalysen bisher weder die neuen Modi mit ein, noch werden sie im Vergleich zu den bestehenden Verkehrsmitteln bewertet. In einer vorherigen Studie haben wir deshalb Nutzer im Rahmen eines kompletten Paarvergleichs zwischen den aktuellen Verkehrsmodi PKW, ÖPNV, Carsharing und den neuen Modi autonomes PKW und autonomes Carsharing wählen lassen [22]. Die Ergebnisse zeigen, dass aus Nutzersicht die autonomen Verkehrsmodi im Vergleich zum ÖPNV deutlich besser abschneiden während sie gegenüber dem klassischen PKW fast identisch bzw. schlechter abschneiden. Offen blieb die Frage, was die genauen Gründe für die Wahl der Teilnehmer war – in welchen Faktoren sie also relative Vor- oder Nachteile der jeweiligen Verkehrsmodi sehen. Deshalb sollen in dieser nachfolgenden Studie die Teilnutzenwerte analysiert werden, um genauere Aufschlüsse darüber zu bekommen, wie sich die Nutzerakzeptanz zusammensetzt. Die zentralen Forschungsfragen lauten:

- 1) *Wie setzt sich die Entscheidung für oder gegen ein Verkehrsmittel in Bezug auf den relativen Gesamtnutzen zusammen?*
- 2) *Welche relativen Teilmehrwerte bieten autonome Verkehrsmittel?*

3 Methodologie

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde eine zweistufige Erhebung durchgeführt. Im ersten Schritt wurden in einer qualitativen Vorstudie die in der Literatur identifizierten Kriterien in Bezug auf ihre Relevanz für die neuen Verkehrsmodi verifiziert bzw. adaptiert. Hierzu wurden zehn qualitative Interviews durchgeführt, bei denen die Interviewten den traditionellen, wie auch den neuen Verkehrsmodi Eigenschaften zuordnen und deren Relevanz erläutern sollten. Anhand dieser Vorstudie wurde im zweiten Schritt ein quantitativer Fragebogen erstellt.

Der Fragebogen begann mit einer Gegenüberstellung des traditionellen PKWs mit dem autonomen Privat-PKW, dem autonomen Carsharing und dem autonomen Taxi. Anhand der Eigenschaften Fahrzeit, Wartezeit, Verfügbarkeit, Flexibilität, Fahrspaß, Fahrkomfort, Handhabung, Kontrolle über das Fahrzeug, Sicherheit, Transport von Gegenständen, Zuverlässigkeit, Kosten und Zeitnutzung sollten die Teilnehmer Vor- bzw. Nachteile der neuen Modi in Relation zum klassischen PKW festmachen. Analog wurde der ÖPNV mit den autonomen Verkehrsmitteln verglichen. Anschließend sollten die Befragten angeben, welche Verkehrsmittel sie in Zukunft regelmäßig nutzen bzw. besitzen würden. Zur Auswahl standen die traditionellen und die automatisierten Fortbewegungsmittel. Abschließend wurden demografische Angaben und Informationen zum aktuellen Mobilitätsverhalten abgefragt.

Insgesamt nahmen 172 Personen an der Befragung teil, 49% davon waren weiblich. Die Altersspanne reichte von 17 bis 79 Jahren (Durchschnitt 35,6). 64,7% leben (eher) städtisch, die anderen 35,3% (eher) ländlich. Fast alle Personen (95%) besitzen einen Führerschein und 80% ein eigenes Fahrzeug. Von den Befragten waren 119 Berufstätige (71%), 44 Schüler oder Studenten (26%) und fünf Rentner (3%). Knapp 63% der Befragten nutzen das Auto als Hauptverkehrsmittel und 20% den ÖPNV.

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Nutzungsintention in Hinblick auf zukünftige Verkehrsmittel

Bei der Frage, welchen Verkehrsmodus sich die Befragten vorstellen könnten in Zukunft regelmäßig zu nutzen oder zu besitzen, zeigt sich, dass der private PKW weiterhin eine zentrale Position einnimmt. Fast 90% der Befragten möchten auch in Zukunft den privaten PKW (sehr) wahrscheinlich regelmäßig nutzen, gefolgt vom ÖPNV mit etwa 65%. Erst nach diesen beiden traditionellen Modi folgt der autonome Privat-PKW (37,5%) vor dem klassischen Taxi (27,4%), dem autonomen Taxi (22%), dem autonomen Carsharing (16,7%) und dem klassischen Carsharing (14,3%). Die größte Ablehnung erfährt ebenfalls das Carsharing – die Befragten können sich weder vorstellen die klassische (65,5%) noch die autonome Variante (63,1%) zukünftig zu nutzen.

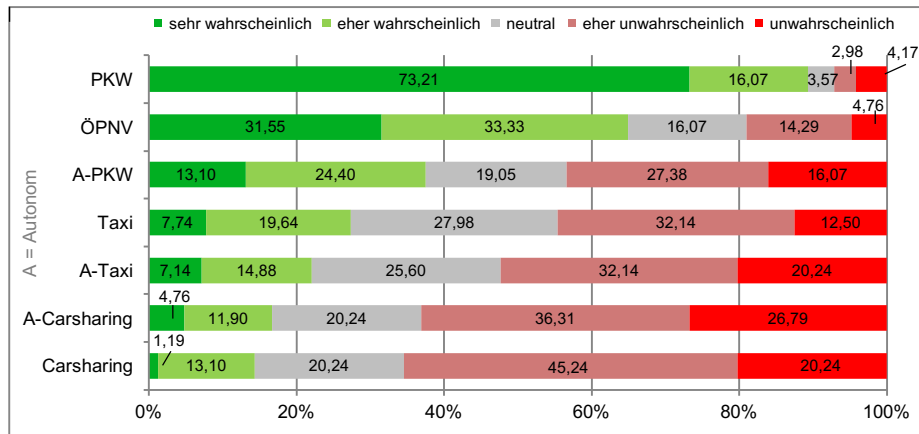


Abbildung 1. Intention ein Verkehrsmittel in Zukunft regelmäßig zu nutzen/besitzen

Obwohl durch die Automatisierung des PKWs objektiv viele Mehrwerte gegenüber dem klassischen PKW – mehr noch gegenüber dem ÖPNV – zu erwarten sind [2, 8, 21, 22], bevorzugen die Teilnehmer die klassischen Verkehrsmodi PKW und ÖPNV. Auch beim Taxi vertrauen die Befragten auf die bereits bekannte klassische Version; bei diesen vollautonomen Verkehrsmitteln überwiegen Skepsis vor Innovationen und Sicherheit durch Zurückgreifen auf Bekanntes die vermeintlichen Mehrwerte einer Automatisierung. Einzig beim Carsharing können sich die Befragten eher die Nutzung der autonomen Variante als die der klassischen Variante vorstellen. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem der früheren Studie [22]. Bei diesem Verkehrsmittel überwiegen also die Vorteile, die mit der Automatisierung einhergehen (insbesondere abgeholt und gefahren zu werden, anstatt das Fahrzeug aufsuchen zu müssen) die Nachteile (Ungewissheit, Komplexität neuer Technologie, Aneignung). Die Veränderung des Verkehrsmittels Carsharing durch eine Automatisierung wird von den Befragten also als größer und als positiver wahrgenommen als beim PKW. Die Bewertung weist zudem darauf hin, dass sich die Verkehrsmodi Taxi und Carsharing durch die Selbstfahrtechnik einander annähern, wie dies z.B. auch von [5, 6] prognostiziert wird.

4.2 Relative Teilnutzenwerte im Vergleich zum privaten PKW

Abbildung 2 zeigt die subjektive Bewertung der einzelnen Teilnutzenwerte durch die Teilnehmer der Befragung. Die automatisierten Modi weisen aus Sicht der Befragten lediglich bei den Eigenschaften Fahrkomfort und Zeitnutzung während der Fahrt Vorteile im Vergleich zum traditionellen PKW auf. In allen anderen Eigenschaften sehen die Teilnehmer hingegen leichte, bei den Kriterien Fahrspaß und Kontrolle starke Vorteile für den traditionellen PKW. Mit einem (ungewichteten) Durchschnitt von $-0,28/-0,52/-0,49$ liegt im direkten Vergleich der relative gesamte Mehrwert jeweils beim traditionellen PKW, sodass zu erwarten wäre, dass Nutzer sich entsprechend zwischen den Varianten für den klassischen PKW entscheiden würden.

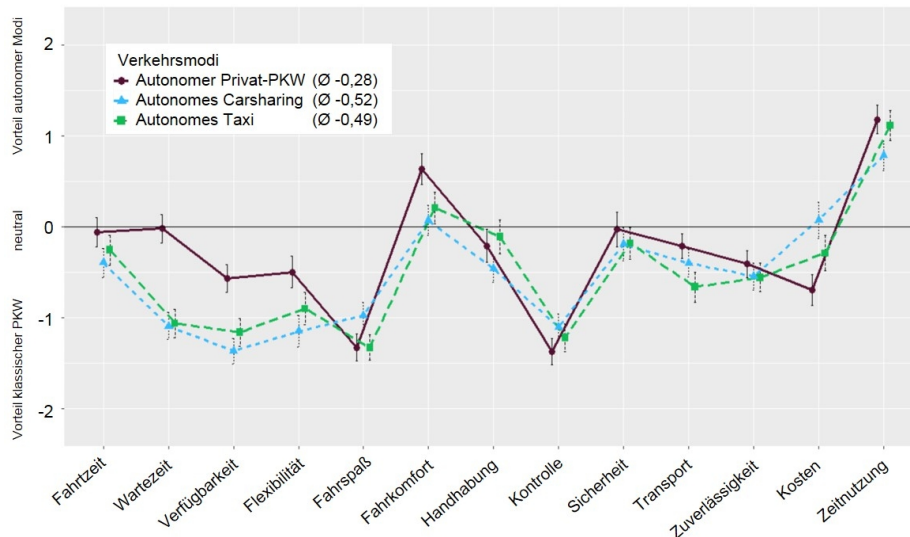


Abbildung 2. Vergleichende Bewertung autonomer Verkehrsmodi vs. traditioneller PKW (n=172, Konfidenzintervallbalken = 95%)

Im Folgenden wollen wir auf einzelne, stark hervorstechende Merkmale näher eingehen und Überlegungen anstellen, weshalb die Teilnehmer zu dieser Einschätzung gekommen sind.

Autonome Fahrzeuge bieten einen höheren Fahrkomfort und eine bessere Zeitnutzung während der Fahrt als der traditionelle PKW. Beide Teilnutzen sind tatsächlich auch eng miteinander verknüpft. **Fahrkomfort** ist ein multidimensionales Konstrukt, unter dem fast jeder Nutzer etwas anderes versteht [10]. Dazu zählen die Gemütlichkeit, die Behaglichkeit, aber auch die Psychohygiene. Diese Eigenschaften werden vor allem dann negativ bewertet, wenn man ein Verkehrsmittel mit vielen anderen (fremden) Personen teilen muss (insb. ÖPNV) [12]. Die autonomen Verkehrsmodi bieten die große Privatsphäre und Annehmlichkeiten eines eigenen PKWs, zusätzlich aber auch die Vorteile des öffentlichen Verkehrs (sich fahren lassen).

Die **Zeitnutzung** während der Fahrt ist beim traditionellen PKW auf eher passive Tätigkeiten wie z.B. Radio/Musik/Hörspiele hören oder Telefonieren beschränkt. Durch den Wegfall der Fahraufgabe erlaubt die Selbstfahrttechnik die Zeit im Auto besser zu nutzen [23]. Damit wird einer der Vorteile des ÖPNV nivelliert, weil der Autofahrer zum Passagier wird [24]. Deshalb entspricht der attestierte Mehrwert in der Zeitnutzung beim autonomen PKW gegenüber dem traditionellen PKW den Erwartungen. Überraschend ist jedoch, dass die Teilnutzen der Zeitnutzung für Carsharing und Taxi nicht so hoch sind, wie beim autonomen PKW. Eine Erklärung könnte sein, dass der Privat-PKW besser individualisierbar erscheint, so dass die Zeit dort effektiver genutzt werden kann als z. B. in einem fremden Taxi.

Hinsichtlich Fahrspaß und Kontrolle bietet hingegen der traditionelle PKW deutliche relative Mehrwerte gegenüber den autonomen Verkehrsmodi. Dieses Ergebnis bestätigt Studien wie [4, 20, 21], die zeigen, dass einige Befragte befürchten, dass

durch die Automatisierung des PKWs der Fahrspaß abnehmen wird. **Fahrspaß** entsteht für Nutzer durch die Befriedigung eines persönlichen Verlangens nach Nervenkitzel durch risikobehaftete Fahrweisen beim aktiven Steuern eines Fahrzeuges¹. Somit bietet der PKW aufgrund der Notwendigkeit der aktiven Steuerung Nutzern in der Tat ein höheres Potential für viel Fahrspaß als Modi, die der Nutzer nicht aktiv steuert. Die Befragung bestätigt diese Einschätzung: Die Teilnehmer sehen für den Fahrspaß einen klaren Mehrwert beim klassischen Auto gegenüber allen fahrerlosen Modi. Das aktive Steuern geht eng einher mit der **Kontrolle** über das Fahrzeug, die darüber hinaus die gesamte physische als auch organisatorische Gewalt über ein Verkehrsmittel umfasst und für Nutzer eine große Bedeutung hat [2, 20].

Wartezeit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Flexibilität sind bei allen autonomen Modi nachteilig gegenüber dem klassischen PKW, stärker jedoch bei den autonomen Services. Die **Wartezeit** wird beim autonomen Carsharing/Taxi signifikant schlechter gegenüber den PKW-Varianten bewertet. Dies überrascht nicht, da ab dem Zeitpunkt, zu dem ein Nutzer fahrbereit ist und er eine Bestellung für ein autonomes Taxi/Carsharing abgibt, bis zum tatsächlichen Fahrtbeginn eine Wartezeit entstehen kann, wenn das Fahrzeug zum Standort des Passagiers gelangen muss.

Die neutrale Bewertung der Wartezeit beim autonomen Privat-PKW war zu erwarten. Erklärungsbedürftig ist jedoch, warum die Bewertung der Flexibilität/Unabhängigkeit und der Verfügbarkeit bei der autonomen Variante des PKWs signifikant schlechter ausfällt als bei der traditionellen. Hier scheinen die Kriterien auch von der Zuverlässigkeit abzuhängen. Die schlechte Bewertung der **Zuverlässigkeit** kann wahrscheinlich auf die Neuheit der Technologie zurückgeführt werden, mit der Nutzer noch unerfahren sind und in die sie noch kein Vertrauen haben. So äußerten Teilnehmer früherer Studien Bedenken, dass die Technik versagen könnte [7, 19]. Dies würde erklären, warum man glaubt, dass autonome PKWs nicht im gleichen Maße in jeder Situation verfügbar und flexibel nutzbar sind.

Modellsimulationen gehen zwar davon aus, dass durch die datengetriebene Steuerung, die automatische Relokation und das automatische Abholen die **Verfügbarkeit** insbesondere gegenüber dem heutigen Carsharing stark erhöht wird, sodass der Nutzer im Schnitt weniger als eine Minute warten muss [5]. Dem gewöhnlichen Nutzer fehlen jedoch solche Kenntnisse und so fehlt ihm scheinbar das Vertrauen, dass eine rasche Verfügbarkeit garantiert werden kann (z. B. wenn Fahrzeuge besetzt oder nicht in nächster Nähe sind), so dass die Bewertung geringer ausfällt als beim eigenen PKW. Insbesondere erzeugt das private Auto vor der Haustür ein Gefühl von **Flexibilität** und Unabhängigkeit, was scheinbar durch einen Mobilitätsdienstleister nicht in gleicher Weise erfüllt werden kann – selbst durch die Vollautomatisierung nicht. Der Privat-PKW bietet seinem Besitzer vor allem durch die freie und eigenverantwortete Zeit- und Routenplanung ein hohes Ausmaß an Flexibilität. Die Vollautomatisierung macht den PKW aber eigentlich noch flexibler, da so z.B. autonome PKWs Nutzer direkt vor der Haustür abholen und am Zielort absetzen können, um anschließend

¹ Eigene Definition auf Basis der Gemeinsamkeiten verschiedener Quellen, die das Thema Fahrspaß adressieren z.B. [4, 25].

eigenständig zu parken. Die Befragung zeigt aber, dass der klassische PKW besser bewertet wird. Eine Erklärung ist, dass Flexibilität/Unabhängigkeit nicht nur eine flexible Zeit- und Routenplanung, sondern aus Nutzersicht auch die physische Kontrolle über das Fahrzeug und Freiheit über Fahrstil und spontane Entscheidungen (plötzlicher Fahrtstopp oder Richtungswechsel) umfasst. Hier spielt möglicherweise die Befürchtung eine Rolle, dass die autonome Technik Nutzer in ihren eigenen (ad-hoc) Entscheidungen einschränkt. Damit wirkt sich der wahrgenommene Verlust der Kontrolle (s.o.) auch negativ auf Unabhängigkeit und Flexibilität aus.

Bei den **Kosten** sehen die Befragten auch einen Nachteil – insbesondere beim privaten autonomen PKW. Bei letztem würden im Gegensatz zu den nutzungsbasierten Modi nicht nur nutzungsabhängige variable Kosten, sondern nach wie vor fixe Kosten des Besitzes anfallen. Außerdem erwarten Nutzer höhere Anschaffungskosten aufgrund der Selbstfahrtechnik sowie höhere Betriebskosten durch die zusätzliche Technologie, die neue Störungen hervorbringen und Wartung erfordern kann [2, 20].

Durch die Vollautomatisierung ergeben sich vor allem beim Carsharing Verbesserungen, wenn der Nutzer das Gepäck nicht zur Abholstation tragen muss. Obwohl man also annehmen könnte, dass bei gleichartigen vollautonomen Fahrzeugen, die den Nutzer immer an der Haustür abholen, der **Transport** von Gegenständen gleichermaßen gut möglich sei, sehen die Befragten weiter einen leichten Vorteil beim klassischen PKW. Hier lässt sich nur vermuten, dass Nutzer in einem eigenen Fahrzeug Dinge lieber transportieren oder insbesondere die Services schlechter bewerten, da sie ihr aktuelles Bild von Taxi und Carsharing auf die automatisierten Modi übertragen.

Bei den Kriterien **Fahrzeit**, Handhabung/Komplexität und Sicherheit ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Modi. Objektiv betrachtet erscheint dies beim Kriterium **Handhabung** erklärungsbedürftig, da das heutige Autofahren mit zu den komplexesten und gefährlichsten Kulturtechniken unserer Zeit gehört. Das autonome Fahren befreit den Nutzer von dieser komplexen Aufgabe, so dass z. B. Kinder, ältere Menschen und Behinderte einen autonomen PKW eigenständig nutzen können. Da aber fast 95% der Befragten einen Führerschein besitzen, scheint diese Komplexität nicht mehr ausschlaggebend zu sein, sobald das Fahrzeugsteuern zur Routine geworden ist. Vielmehr befürchten Nutzer neue Nutzungstechniken erlernen zu müssen. Obwohl Studien vollautomatisierten Fahrzeugen eine höhere **Sicherheit** prognostizieren als dem klassischen PKW [2, 20, 21], sind Nutzer bisher skeptisch, haben wenig Vertrauen und halten sich oft noch für den besseren Fahrer als eine Maschine [20]. Durch diese beiden konträren Argumente kommt es in der Summe zu einer neutralen Bewertung – dafür spricht auch die durchweg hohe Streuung im Antwortverhalten der Befragten (Standardabweichung 1,14 bis 1,28).

Insgesamt zeigt sich, dass die autonomen Verkehrsmodi im Vergleich zum klassischen PKW in fast allen Eigenschaften (subjektiv wahrgenommene) relative Nachteile haben. Lediglich der Fahrkomfort sowie die Zeitnutzung während der Fahrt werden bei den autonom fahrenden Verkehrsmitteln deutlich positiver bewertet als beim privaten Auto.

4.3 Relative Teilnutzenwerte im Vergleich zum privaten ÖPNV

Beim Vergleich der Profillinien (Abbildung 2 und 3) fällt auf, dass der relative Mehrwert der vollautonomen Modi gegenüber dem traditionellen PKW viel geringer ist als gegenüber dem ÖPNV. Während die Teilnutzen der neuen autonomen Verkehrsmodi in vielen Bereichen als schlechter oder gleichwertig gegenüber dem Privat-PKW gesehen werden, ist es beim ÖPNV genau umgekehrt. Dies bestätigt Ergebnisse unserer Vorstudie, die zeigte, dass Nutzer autonome Verkehrsmodi dem ÖPNV vorziehen würden, nicht jedoch dem heutigen Privat-PKW [22].

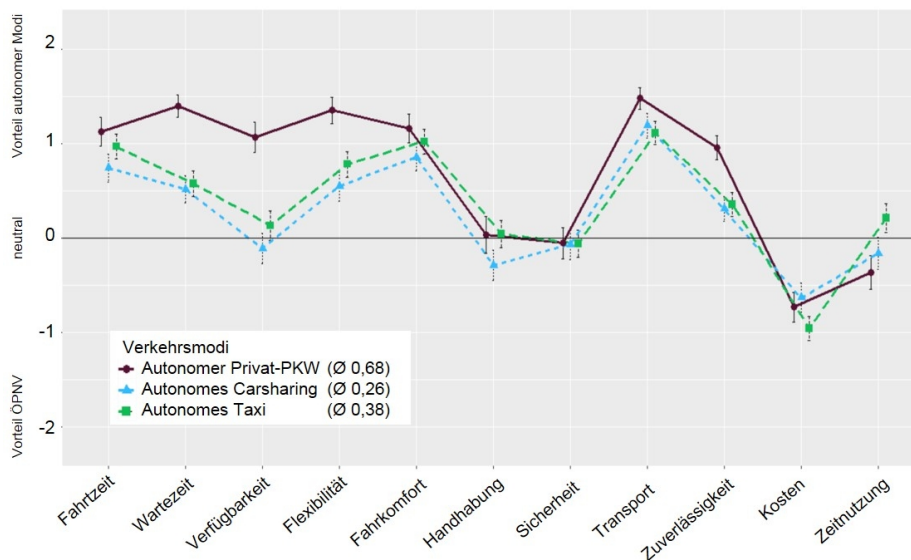


Abbildung 3. Vergleichende Bewertung autonomer Verkehrsmodi vs. ÖPNV (n=172, Konfidenzintervallbalken = 95%)

Alle drei autonomen Verkehrsmodi bieten gegenüber dem ÖPNV einen deutlichen relativen Gesamtmehrwert (+0,68/+0,26/+0,38). Interessant ist, dass nicht nur der autonome Privat-PKW fast überall besser abschneidet, sondern auch die autonomen Mobilitätsdienste Taxi und Carsharing mit Ausnahme der Kosten, bzw. der Handhabung (nur bei Carsharing) und der Zeitznutzung (beim PKW). In allen anderen Bereichen attestieren die Befragten den autonomen Modi durchweg Vorteile. Hierbei schneidet der private autonome PKW aufgrund des jederzeitigen Zugriffs (vgl. 4.2) bei den Kriterien Wartezeit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Flexibilität wie zu erwarten erneut besser ab als die autonomen Mobilitätsdienste. Ein hoher relativer Vorteil einer Innovation oder eines Alternativproduktes erhöht die Übernahmewahrscheinlichkeit [26]. Deshalb würde man auch erwarten, dass die Nutzungsintention bei diesen Modi höher ausfällt als beim ÖPNV. **Abbildung 1** zeigt jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Eine Erklärung besteht darin, dass für die ÖPNV-Nutzer die Kosten einen zentralen Aspekt darstellen. Des Weiteren verweist dieser Widerspruch darauf,

dass nicht alle relevanten Faktoren in der Umfrage erfasst worden sind, wie z.B. der Faktor Umweltfreundlichkeit oder andere nicht-produktbezogene Eigenschaften wie nutzerbezogene (Gewohnheit und Mobilitätssozialisation [10]) und externe Einflussgrößen [26]. Insbesondere die Bedeutung von Erfahrungen und Routinen verweist darauf, dass sich der wahrgenommene Vorteil nur langsam in der Praxis durchsetzen wird – prinzipiell mit den autonomen Mobilitätsdienstleistungen aber eine latente, erstzunehmende Konkurrenz zum ÖPNV entsteht.

4.4 Konvergenz von Taxi und Carsharing

Obwohl die Bewertung der einzelnen Eigenschaften des autonomen Taxis und des autonomen Carsharings auf eine Konvergenz der beiden Modi hinweist, zeigen einzelne Teilnutzendifferenzen, dass Nutzer durchaus noch Unterschiede zwischen beiden Modellen sehen. Es gibt eine leichte Präferenz für das autonome Taxi. Dafür sprechen zwei Gründe. Erstens tendieren Nutzer dazu, eine gut bekannte Alternative zu bevorzugen. Das Geschäftsmodell Carsharing ist im Vergleich zum Taxi weniger bekannt. Zweitens präferieren Nutzer unverbindliche Angebote. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die beiden Konzepte dahingehend, dass man für die Nutzung von Carsharing eine regelmäßige und längerfristige Verpflichtung eingeht (Mitgliedschaft), während man beim Taxi nur die tatsächliche Nutzung zahlt. Diese Erkenntnis sollten Praktiker bei der Gestaltung autonomer Mobilitätsdienste beachten.

5 Limitationen und Forschungsbedarf

Limitierend muss bei der Bewertung der Ergebnisse beachtet werden, dass die Stichprobe nicht repräsentativ ist und Ergebnisse somit nicht auf die Gesamtbevölkerung übertragbar sind. Auch kann kein Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der ausgewählten Produkteigenschaften gestellt werden. Weitere Faktoren wie Gewohnheiten, Symbolkraft etc. könnten auch die Verkehrsmittelwahl bei autonomen Fahrzeugen und Services beeinflussen. Bei der Bewertung von relativen Teil- und Gesamtnutzen wurde außerdem die subjektive Relevanz (Gewichtung) der einzelnen Kriterien nicht miteinbezogen. Dennoch verhilft die Studie zu einem verbesserten Verständnis der Nutzerakzeptanz von autonomem Fahren durch die Berücksichtigung alternativer Verkehrsmodi und eigenschaftsabhängiger relativer Teilnutzen.

Zukünftige Forschung sollte bei dieser komparativen und teilnutzenbasierten Betrachtung ansetzen und um weitere Verkehrsmittelvarianten wie autonome Busse und Ridesharing erweitern, Korrelationen der Faktoren prüfen, die Faktoren ggf. anpassen und zusätzlich um die subjektiven Gewichtungen von Nutzern ergänzen. Nur so lassen sich zuverlässige Rückschlüsse auf die Nutzerakzeptanz ziehen und Veränderungen im Mobilitätsmix prognostizieren. Weiterhin sollten zukünftige Studien sich der Frage widmen, inwiefern sich spezifische Unterschiede hinsichtlich der Akzeptanz bei verschiedenen Personengruppen ergeben (insbesondere differenziert nach Alter, Hauptverkehrsmittel und Innovationsbereitschaft).

6 Fazit

Nutzerstudien zeigen, dass die à priori-Akzeptanz für autonomes Fahren relativ hoch ist [17–19]. Diese betrachten das autonome Fahren jedoch zumeist isoliert, sodass Rückschlüsse auf zukünftige Veränderungen des Mobilitätsverhaltens nur schwierig abzuleiten sind. Erste Studien haben deshalb Nutzerpräferenzen für die neuen Verkehrsmodi im Vergleich zu den bestehenden Verkehrsmodi analysiert und gezeigt, dass Nutzer den Privat-PKW, unabhängig davon ob traditionell oder vollautomatisiert, nach wie vor präferieren, im direkten Vergleich das Carsharing jedoch viel stärker von der Vollautomation profitiert als der PKW [22]. Die vorliegende Befragung von 172 Nutzern ergab, dass die Nutzungsintention für den traditionellen PKW nach wie vor am höchsten ist, vor ÖPNV, autonomem Privat-PKW, klassischem Taxi, autonomem Taxi, autonomem Carsharing und klassischem Carsharing. Nutzer sehen in der Automatisierung von PKW, Taxi und Carsharing Vorteile beim Fahrkomfort und der Zeitnutzung, befürchten in vielen anderen Bereichen jedoch keine Mehrwerte oder sogar signifikante Nachteile gegenüber dem klassischen PKW. Beim ÖPNV verhält es sich umgekehrt: Alle drei autonomen Verkehrsmodi bieten gegenüber dem ÖPNV deutliche relative Gesamtmehrwerte. Lediglich bei Kosten und Handhabung behält der ÖPNV aus Nutzersicht einen Wettbewerbsvorteil.

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass sich autonomes Fahren kurz- bis mittelfristig vor allem beim Individualverkehr durchsetzen wird, während sich nutzungsbaasierte (Sharing-)Modelle erst langfristig etablieren können. Erst durch Erfahrungen und neue Routinen wird sich der relative Vorteil der autonomen Mobilitätservices durchsetzen, die dann jedoch eine ernstzunehmende Konkurrenz für den ÖPNV werden könnten.

Referenzen

1. SAE International ed: Automated Driving - Levels of Driving Automation are Defined in NEW SAE International Standard J3016, <https://www.sae.org/news/3544/>, (2016).
2. Howard, D., Dai, D.: Public perceptions of self-driving cars: The case of Berkeley, California. In: Transportation Research Board 93rd Annual Meeting (2014).
3. Piccinini, E., Flores, C.K., Vieira, D., Kolbe, L.M.: The Future of Personal Urban Mobility—Towards Digital Transformation. *Wirtsch. MKWI*. 55.
4. Nordhoff, S.: Mobility 4.0: Are Consumers Ready to Adopt Google’s Self-driving Car? (2014).
5. Fagnant, D.J., Kockelman, K.M., Bansal, P.: Operations of Shared Autonomous Vehicle Fleet for the Austin, Texas Market. *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*. 98–106 (2015).
6. Krueger, R., Rashidi, T.H., Rose, J.M.: Preferences for shared autonomous vehicles. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 69, 343–355 (2016).
7. Kyriakidis, M., Happee, R., de Winter, J.C.: Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 32, 127–140 (2015).

8. Pakusch, C., Bossauer, P., Shakoor, M., Stevens, G.: Using, Sharing, and Owning Smart Cars - A Future Scenario Analysis Taking General Socio-Technical Trends into Account. In: Proceedings of the 13th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications (ICETE 2016). pp. 19–30 (2016).
9. Schölller, O., Canzler, W., Knie, A.: Handbuch Verkehrspolitik. Springer (2007).
10. Gorr, H.: Die Logik der individuellen Verkehrsmittelwahl: Theorie und Realität des Entscheidungsverhaltens im Personenverkehr. Focus-Verlag (1997).
11. Lancaster, K.J.: A New Approach to Consumer Theory. *J. Polit. Econ.* 74, 132–157 (1966).
12. Knapp, F.D.: Determinanten der Verkehrsmittelwahl. Duncker & Humblot (2015).
13. Stock, W., Bernecker, T.: Verkehrsökonomie: Eine volkswirtschaftlich-empirische Einführung in die Verkehrswissenschaft. Springer-Verlag (2014).
14. Becker, M., Bohn, A., Gärtner, C., Hauerland, F., Kluge, M.: InterCity-Busverkehr in Europa. *Transp. Econ. Infrastruct. Work. Pap.* (2008).
15. Schellhase, R.: Mobilitätsverhalten im Stadtverkehr: Eine empirische Untersuchung zur Akzeptanz verkehrspolitischer Maßnahmen. Springer-Verlag (2013).
16. Steg, L.: Can public transport compete with the private car? *IATSS Res.* 27, 27–35 (2003).
17. Payre, W., Cestac, J., Delhomme, P.: Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 27, 252–263 (2014).
18. Rödel, C., Stadler, S., Meschtscherjakov, A., Tscheligi, M.: Towards autonomous cars: the effect of autonomy levels on acceptance and user experience. In: Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. pp. 1–8. ACM (2014).
19. Schoettle, B., Sivak, M.: A survey of public opinion about connected vehicles in the US, the UK, and Australia. In: Connected Vehicles and Expo (ICCVE), 2014 International Conference on. pp. 687–692. IEEE (2014).
20. Eimler, S.C., Geisler, S.: Zur Akzeptanz Autonomen Fahrens-Eine A-Priori Studie. In: Mensch & Computer Workshopband. pp. 533–540 (2015).
21. EY, (Ernst & Young): Autonomes Fahren – die Zukunft des Pkw-Marktes? (2013).
22. Wödl, S., Pakusch, C., Bossauer, P., Stevens, G.: Auswirkungen vollautomatisierter PKWs auf die Verkehrsmittelwahl, (2017).
23. Cyganski, R., Fraedrich, E., Lenz, B.: Travel-time valuation for automated driving: A use-case-driven study. In: Proceedings of the 94th Annual Meeting of the TRB (2015).
24. Pakusch, C., Bossauer, P.: User Acceptance of Fully Autonomous Public Transport. In: Proceedings of the 14th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications (ICETE 2017). pp. 52–60 (2017).
25. Amirfakhraei, A., Taghinejad, N., Sadeghifar, E.: Relationship between risky driving behavior and sensation seeking and sex among students of Islamic Azad University Bandar Abbas, Iran, in 2012. *J. Basic Appl. Sci. Res.* 3, 293–301 (2013).
26. Rogers, E.: The Diffusion of Innovations. Free Press, New York (1995).