

Bedürfnisse vs. Bedarfe: Bedürfnisorientierung als Konzept für eine erfolgreiche Integration des On-Demand- Verkehrs in den ÖPNV Lübecks

Marthe Gruner¹, Svante Lietzke², Tim Schrills¹, Carolin Höhnke², Marvin Sieger¹, Thomas Franke¹

1. Einführung

Das bundesweite Klimaschutzgesetz erfordert eine Verkehrswende auf lokaler Ebene, welche zum einen aus einer Antriebswende aller Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und zum anderen aus einer Mobilitätswende besteht (vgl. Hochfeld et al. 2017). Die Mobilitätswende beinhaltet, dass Menschen in ihrer Kommune zukünftig verstärkt mit dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Fahrrad oder zu Fuß unterwegs sein werden, statt den eigenen Pkw zu nutzen. Ein attraktiver ÖPNV wird dabei als entscheidender Beitrag zum Erfolg der Mobilitätswende gesehen (vgl. Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2023).

Zur Änderung des Mobilitätsverhaltens der Menschen sollte der ÖPNV besonders auf die Bedürfnisse und Bedarfe der Bürgerinnen und Bürger eingehen, die bisher nicht auf einen privaten Pkw verzichten, um hier eine attraktive Alternative darstellen zu können. Im besten Fall würde der ÖPNV sogar dem privaten Pkw vorgezogen. Neben dem grundsätzlichen Ausbau des Linienverkehrs ist in diesem Zusammenhang die Integration von On-Demand-Diensten ein vielversprechendes Konzept. Es verbindet die Vorteile des privaten Pkw, d. h. Komfort, Flexibilität und Unabhängigkeit, mit den Vorteilen des öffentlichen Verkehrs, d. h. Zuverlässigkeit und effiziente Bündelungsmöglichkeiten. In vielen Städten und Regionen etabliert sich daher der On-Demand-Verkehr als weitere Säule im Verkehrsangebot neben Bus und Bahn (vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. 2023). Mit der wachsenden Bedeutung des ÖPNV werden allerdings auch seine Grenzen und Herausforderungen sichtbar. Besonders in Randzeiten und nachts erweist sich das traditionelle Linienkonzept oftmals als wenig effizient. Dementsprechend kann der liniengebundene ÖPNV in Randzeiten den Bedürfnissen der Nutzenden nach einem optimalen Mobilitätsangebot oft nicht gerecht werden. Deshalb gewinnen innovative Lösungen wie On-Demand-Ridepooling an Bedeutung.

Ziel des Projekts *in2Lübeck* ist es, ein bedürfnisorientiertes und nachhaltiges Mobilitätsangebot insbesondere in den Randzeiten des liniengebundenen ÖPNV zu schaffen und wissenschaftlich zu erforschen. In Lübeck bildet seit 2018 das On-Demand-Angebot Lümo eine etablierte Ergänzung des Buslinienverkehrs und bietet den Bürgerinnen und Bürgern der Hansestadt in den Randzeiten abends und nachts flexible Mobilität, unabhängig von festen Fahrplänen. Zusätzlich unterstreicht der Einsatz von Elektrofahrzeugen das Bemühen der Stadt, umweltfreundliche und nachhaltige Mobilitätslösungen aktiv zu fördern.

¹ Universität zu Lübeck

² Stadtwerke Lübeck Mobil

2. Mobilitätsverhalten und -erleben als motiviertes Handeln

Für die Entwicklung bedürfnisorientierter Mobilitätslösungen ist ein wissenschaftlicher Rahmen, der diese abbildet und messbar macht, entscheidend. Im Kontext der Mobilitätsforschung und -technologie war Akzeptanz bisher ein tragendes theoretisches Konstrukt. Modelle wie das Technologie-Akzeptanz-Modell (engl. Technology Acceptance Model, TAM; vgl. Davis 1989) und das Modell der Vereinheitlichten Theorie der Akzeptanz und Nutzung von Technologie (engl. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT; vgl. Venkatesh et al. 2003) finden hier primär Berücksichtigung. Das TAM konzentriert sich darauf, ob und inwieweit Nutzende eine Technologie akzeptieren; dabei stehen Aspekte wie wahrgenommene Nützlichkeit und Nutzendenfreundlichkeit im Fokus. Es hat sich bewährt, um die Akzeptanz verschiedener Technologien zu erklären, kann aber auch kritisiert werden, weil es spezifische Kontexte wie die Mobilität nicht ausreichend berücksichtigt. Das UTAUT-Modell erweitert das TAM-Modell, indem es zusätzliche Faktoren wie soziale Einflüsse und erleichternde Bedingungen integriert. Damit berücksichtigt es nicht nur die Technologie, sondern auch das Umfeld der Technologie (vgl. Venkatesh et al. 2003). Dieses Modell hat sich als besser erwiesen, um ein breiteres Spektrum von Nutzungsszenarien zu erfassen, einschließlich solcher im Mobilitätsbereich (vgl. Madigan et al. 2016, 2017). Der Schwerpunkt dieses Modells liegt jedoch auf den Einstellungen zur Technologie, nicht aber auf den Auswirkungen der Technologie auf die Bedürfnisse oder auf der zugrundeliegenden Motivation, die zur endgültigen Beurteilung und Akzeptanz führen.

In der Planung von Mobilitätsangeboten steht oft der reine Bedarf an Mobilitätsangeboten im Vordergrund (zum Beispiel die Anzahl verfügbarer Busse). Andere psychologische Faktoren, die den Entscheidungsprozess und damit den Modal Split beeinflussen, werden dabei vernachlässigt. In vielen Fällen wird die Deckung der Nachfrage nach Mobilitätsoptionen lediglich aus der Verfügbarkeit einer Option abgeleitet, wobei die Qualität der Mobilitätsoption in erster Linie durch Faktoren wie Geschwindigkeit oder Zweck charakterisiert wird (vgl. Gerike et al. 2020). Wichtige Aspekte wie das Nutzungserlebnis, die Passung mit persönlichen Werten (siehe auch Burghard & Scherrer 2022) oder psychologische Grundbedürfnisse (vgl. Sheldon et al. 2001) wie das Gefühl von Sicherheit oder Autonomie werden dabei jedoch außer Acht gelassen. Gerade solche Faktoren können aber für das tatsächliche Mobilitätsverhalten der Menschen eine entscheidende Rolle spielen. Für ein umfassendes Verständnis des Modal Split ist es daher notwendig, psychologische Faktoren, die die Wahl des Verkehrsmittels beeinflussen, genauer zu untersuchen.

Wissenschaftliche Arbeiten zur Abschätzung und Bewertung unterschiedlicher Technologien setzen bereits länger auf die Analyse von menschlichen Bedürfnissen, um Gestaltungsansätze zu bewerten (vgl. Hassenzahl et al. 2013; Moradbakhti et al. 2022). Hassenzahl et al. (2013) betonen, dass ein Design, das psychologische Bedürfnisse wie Autonomie, Kompetenz und Verbundenheit anspricht, zu positiven Nutzendenerfahrungen führt. Die entwickelte Skala von Moradbakhti et al. (2022) ermöglicht es, den Einfluss menschlicher Bedürfnisse speziell im Kontext der Technologie zur Entwicklung autonomer Systeme zu untersuchen. Die Nutzung von Bedürfnissen als Bewertungssystem kann auf die Evaluation von Mobilitätsangeboten übertragen werden. Entsprechende Forschung kann darstellen, wie die Erfüllung von Nutzendenbedürfnissen zu einer höheren Akzeptanz und Zufriedenheit mit Mobilitätstechnologien beiträgt. Auf diese Weise können Lösungen entwickelt werden, die sich nicht nur auf die Verfügbarkeit einer Mobilitätsoption beziehen, sondern auch das Kompetenzerleben einbeziehen.

Bestehende Forschung zu Zufriedenheit und motiviertem Handeln, zum Beispiel von Sheldon et al. (2001), und die Selbstbestimmungstheorie (engl. Self-determination Theory, SDT) von Deci & Ryan (2012) bieten eine Grundlage zur Entwicklung eines Messinstruments für die Bedürfnisbefriedigung durch

Mobilitätsangebote. Die Forschung von Sheldon et al. (2001) unterstützt die Selbstbestimmungstheorie (SDT) weiterhin, da sie zehn psychologische Bedürfnisse identifiziert, darunter Autonomie, Kompetenz und Verbundenheit, die stark mit Zufriedenheit in Verbindung stehen. Diese Ergebnisse bestätigen somit die SDT, welche ebenfalls diese drei grundlegenden menschlichen Bedürfnisse betont. Die Übertragung dieser Grundlagenforschung auf das Mobilitätsverhalten bietet sich an, um zentrale Bedürfnisse deutlich spezifischer messbar zu machen. So können Mobilitätsangebote anhand der menschlichen Grundbedürfnisse evaluiert und weiterentwickelt werden, was neben einer realistischeren Bedarfsplanung auch eine stärkere Beteiligung an quantitativen Erhebungsformaten (zum Beispiel Umfragen) ermöglicht.

3. On-Demand-Ridepooling als bedürfnisorientierte Ergänzung zum Linienverkehr

In den vergangenen Jahren hat sich On-Demand-Ridepooling von einer innovativen Mobilitätsform zu einer möglichen weiteren Säule des ÖPNV und der Daseinsvorsorge entwickelt. Im Vergleich zum herkömmlichen Linienverkehr bietet es eine größere Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an die zeitlichen und räumlichen Bedürfnisse der Fahrgäste. Durch die Bündelung von Fahrtwünschen und den Einsatz kleiner, ressourcenschonender Elektrofahrzeuge ist das System besonders effizient. Die Skalierung des Systems durch den Einsatz weiterer Fahrzeuge ist einfacher als die Taktverdichtung oder der Ausbau des Liniennetzes. Mit der Flexibilität von On-Demand-Ridepooling kann somit auch der steigenden Nachfrage nach individueller Mobilität im öffentlichen Verkehr entsprochen werden. Dieser Ansatz ebnet auch den Weg für mögliche zukünftige Entwicklungen wie etwa die Einführung autonomer Fahrzeuge.

In Lübeck haben sich die Stadtwerke Lübeck Mobil als kommunales Verkehrsunternehmen und somit lokaler Mobilitätsdienstleister früh mit dieser Fragestellung befasst. Seit 2018 konnten Erfahrungen im Aufbau und Betrieb des On-Demand-Angebots Lümo gesammelt werden. Dank der Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des Forschungsprogramms *Mobilitäts-WerkStadt2025* konnte Lümo ab 2020 mit dem Ziel eines kommunal betriebenen Ridepooling-Angebots weiterentwickelt und die Transformation dabei umfassend begleitet werden, sodass weitere Kommunen bei ähnlichen Projekten unterstützt werden können. Generell kann On-Demand-Ridepooling verschiedene Funktionen innerhalb des ÖPNV übernehmen:

- als ersetzendes beziehungsweise einziges Angebot: On-Demand-Verkehr als Ersatz für Linienverkehr oder als alleiniges neues Angebot
- als ergänzendes Angebot: Ergänzung eines ausgedünnten Linienverkehrs in Randzeiten und in geografischen Randlagen
- als paralleles Angebot: zusätzliches Angebot zum bestehenden, gut ausgebauten Linienverkehr zur Komfortsteigerung

In Lübeck wird Lümo als On-Demand-Angebot in Ergänzung zum Linienverkehr zu zeitlichen Randlagen eingesetzt und soll so als Teil des ÖPNV und der Daseinsvorsorge weiterentwickelt werden. Die Einbindung in das Tarifsystem des ÖPNV gewährleistet eine nahtlose Integration in das bestehende ÖPNV-System. Die Weiterentwicklung des Systems, vor allem der Auf- und Ausbau des Betriebsgebiets beziehungsweise der Betriebszeiten, orientiert sich dabei stets an den Mobilitätsbedürfnissen der Fahrgäste.

Betriebsgebiet und -zeit werden strategisch angepasst, um effektiv auf die Nachfrage zu reagieren und das On-Demand-Angebot als sinnvolle Ergänzung des öffentlichen Nahverkehrs zu positionieren. Ziel ist es, ein maßgeschneidertes Angebot zu schaffen, das der Linienverkehr nicht bieten kann, und nicht nur bei wenig genutzten Linien Kosten einzusparen. Für Fahrgäste kann eine Verbesserung des Angebots hinsichtlich ihrer Mobilitätsbedürfnisse durch flexible Abfahrtszeiten und -orte, ausreichend verfügbare Fahrzeuge und möglicherweise sogar kürzere Wartezeiten erreicht werden.

Für den On-Demand-Verkehr werden in Lübeck Fahrzeuge mit einer Sitzplatzkapazität von fünf bis acht Plätzen eingesetzt, die eine effiziente Nutzung des begrenzten Verkehrsraums ermöglichen und dank ihrer höheren Energieeffizienz (im Vergleich zu einem größeren Elektrobus mit geringerer Auslastung) zur Ressourcenschonung beitragen. Bei hoher Bündelung von Fahrten können grundsätzlich auch größere Fahrzeuge (zum Beispiel Kleinbusse mit 20 Sitzplätzen) eingesetzt werden, wobei hier eine Balance zwischen Wirtschaftlichkeit und Nachfrage wichtig ist. Mehr Sitzplätze in einem Fahrzeug ermöglichen das Mitnehmen mehrerer Fahrgäste auf gepoolten Touren, verlängern jedoch Umwege und Fahrzeit. Bei der Fahrzeugauswahl ist Barrierefreiheit essenziell, um die Nutzung für Personen mit eingeschränkter Mobilität zu ermöglichen. Dies erfordert rollstuhlgerechte Fahrzeuge und andere Hilfsmittel, die Einstieg und Fahrt für alle Fahrgäste komfortabel und sicher machen.

Bei den häufig im On-Demand-Betrieb eingesetzten Elektrofahrzeugen stellen die begrenzte Reichweite in Kombination mit einem aktuell bislang unzureichenden Netz an schnellladefähigen Ladestationen im Innenstadtbereich noch eine große Herausforderung für On-Demand-Ridepooling-Angebote dar. Fehlt es an ausreichenden oder optimal gelegenen Ladestationen mit hoher Ladeleistung und reicht die Fahrzeugreichweite nicht für eine ganze Schicht aus, wird das tatsächlich verfügbare Angebot durch längere Fahrten und Ladepausen reduziert. Die Zuverlässigkeit und Attraktivität des Angebots für die Fahrgäste kann dadurch beeinträchtigt werden. Zusätzlich steigt der logistische Aufwand, da die Fahrzeuge häufiger zwischengeladen werden müssen, was wiederum zusätzliche Kosten und Planungsaufwand verursacht. Eine sorgfältige Planung des Ladeinfrastrukturnetzes und eine Anpassung der Fahrzeugreichweiten sind daher entscheidend für einen reibungslosen und effizienten Betrieb des Ridepooling-Dienstes.

Für den erfolgreichen Aufbau eines On-Demand-Ridepooling-Systems ist die Festlegung wesentlicher Parameter des Pooling-Algorithmus erforderlich, um die Qualität des Dienstes zu gewährleisten. Die gut geplante Positionierung der Ein- und Ausstiegspunkte ist relevant, um einerseits die Laufwege für die Fahrgäste zu verkürzen und andererseits unnötige Umwege für die Fahrzeuge zu vermeiden. Die Laufdistanz kann einen entscheidenden Einfluss auf das Sicherheitsgefühl der Fahrgäste haben, insbesondere nachts. Zusätzlich zu den physischen Haltestellen des Linienverkehrs können im On-Demand-Angebot virtuelle, im Straßenraum nicht sichtbare Ein- und Ausstiegspunkte definiert werden, die näher an den tatsächlichen Zielorten der Fahrgäste liegen und somit die durchschnittliche Laufdistanz erheblich verringern können. Die Wartezeit der Fahrgäste wird durch die Anzahl der verfügbaren Fahrzeuge beziehungsweise Sitzplätze und die aktuelle Nachfrage beeinflusst. Die durchschnittliche Wartezeit sollte so gering wie möglich sein, damit die Fahrgäste zufrieden sind. Zugleich sollte die Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge möglichst niedrig sein, um eine hohe Fahrzeugauslastung zu erreichen und damit Ressourcen zu sparen. Umwege können ebenfalls die Angebotsqualität eines On-Demand-Ridepooling-Systems beeinflussen. Das System ist bestrebt, möglichst viele Fahrten mit minimalen Umwegen zu bündeln und so die Reisezeit für den einzelnen Fahrgast zu verkürzen. Die Umweg-Parameter sind im Hintergrundsystem anpassbar und beeinflussen direkt die Angebotsqualität. Insgesamt muss das Angebot mit den Qualitätskriterien Wartezeit, Laufdistanz sowie Fahrtdauer in einem ausgewogenen Verhältnis stehen, um den Mobilitätsbedürfnissen der Fahrgäste und gleichzeitig den Nachhaltigkeitszielen gerecht zu werden.

4. Entwicklung der Skala zur wahrgenommenen Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen

Im Zuge des Projekts *in2Lübeck* wurde ein wichtiger Schritt zur Weiterentwicklung der Akzeptanzforschung hin zu einer bedürfnisorientierten Betrachtung von Mobilitätsverhalten gemacht. Die Skala zur wahrgenommenen Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen (engl. Perceived Mobility Need Satisfaction, PMNS) wurde entwickelt, um Mobilitätsbedürfnisse und -erleben verschiedener Mobilitätsoptionen zu erfassen. Anhand der Ergebnisse können Optionen verglichen und Herausforderungen quantifiziert werden, wie das Ausmaß an erlebter Autonomie in der Mobilität. Die Anwendung der PMNS-Skala ist dabei nicht auf On-Demand-Ridepooling beschränkt, sondern eignet sich auch zur Erfassung der Mobilitätsbedürfnisse anderer Verkehrsmittel.

Die PMNS-Skala basiert auf psychologischen Grundbedürfnissen und ist von der wissenschaftlich fundierten Übersicht nach Sheldon et al. (2001) abgeleitet. Aspekte der dort definierten Bedürfnisdimensionen wurden an das Thema der Mobilität angepasst. Die endgültige Fassung der Skala umfasst als motivationspsychologisches Messinstrument die Hauptdimensionen *Autonomie*, *Verbundenheit* und *Kompetenz*. Zusätzlich erweitern vier Nebendimensionen die Skala: *Sicherheit*, *Geld*, *physisches Wohlbefinden* und *Vergnügen* (Abbildung 1). In der Skala ermöglicht die Anpassung der Haupteinheit („Die Nutzung des [Fortbewegungsmittels] ermöglicht es mir ...“) die Einbettung des gewünschten Verkehrsmittels. Nachfolgend werden die Items (zum Beispiel „... flexibel zu sein“; Autonomie) auf einer Likert-Skala von 1 (stimmt gar nicht) bis 6 (stimmt völlig) bewertet.

Im Projekt *in2Lübeck* konnte die Skala eingesetzt werden, um die Notwendigkeit von Maßnahmen zur Verbesserung des Kompetenzerlebens aufzuzeigen. Beispielsweise wurde die Möglichkeit, Fahrten zu planen, durch die Einführung einer Vorbuchungsoption optimiert, um den Bedürfnissen der Nutzenden besser gerecht zu werden. Um weiteren Projekten und Forschungsarbeiten die Nutzung der PMNS-Skala zu ermöglichen, wurde die Skala mit Nutzungsanweisung veröffentlicht und auch ein Auswertungstool zur Verfügung gestellt (vgl. PMNS-Skala 2023).

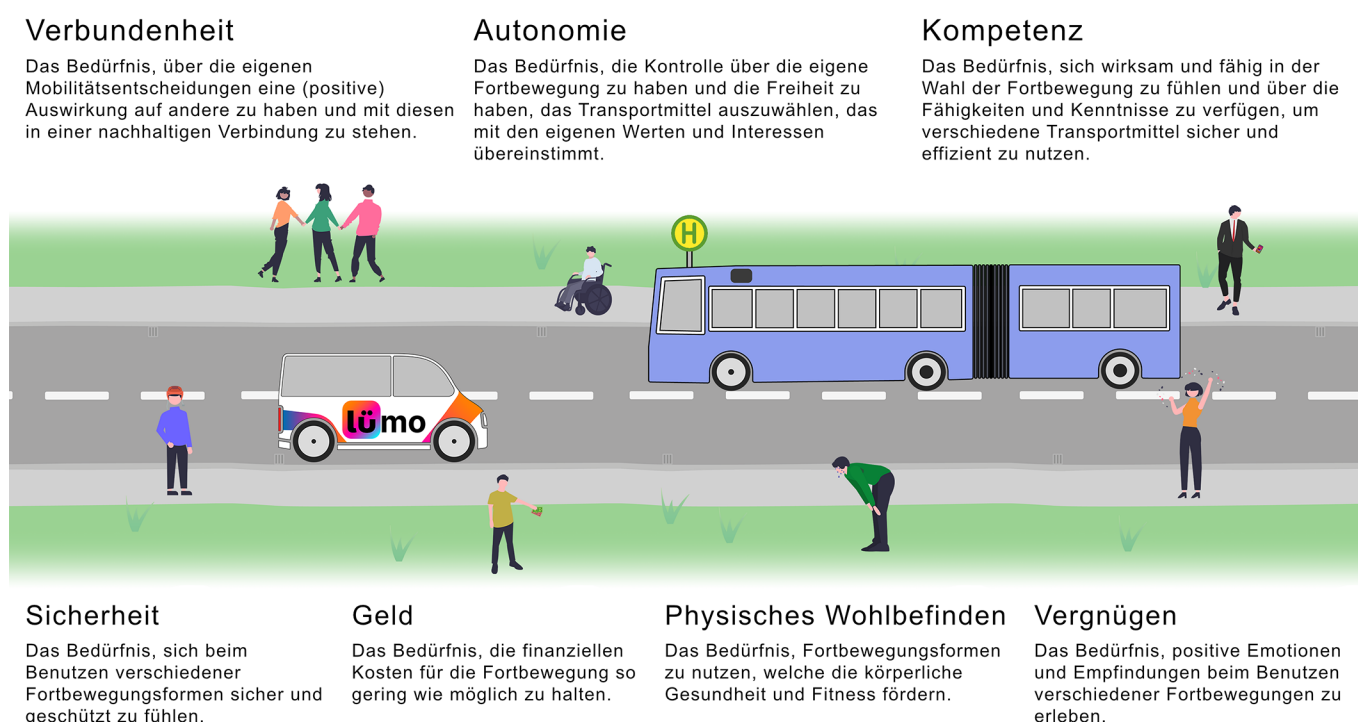


Abbildung 1: Dimensionen der PMNS-Skala mit dazugehörigen Definitionen, Quelle: eigene Darstellung

5. Exemplarische Anwendung der Skala zur Erfassung von Mobilitätsbedürfnissen

Die PMNS-Skala wurde im Laufe des Projekts in verschiedenen Untersuchungskonzepten zur Erfassung von Mobilitätsbedürfnissen bei der Nutzung verschiedener Mobilitätsmodalitäten eingesetzt. Zentral war jedoch immer das Lümo als On-Demand-Ridepooling-Angebot. Nach mehreren Erhebungen in der Lübecker Innenstadt und im Betriebsgebiet des Lümo wurde die PMNS-Skala optimiert. Dabei stellte sich heraus, dass der vergleichende Einsatz von Vorteil ist. Dies ermöglicht es, unterschiedliche Verkehrsmittel miteinander zu vergleichen und gleichzeitig Stärken und Schwächen innerhalb einer Mobilitätsoption zu identifizieren.

In einer dreimonatigen Panelstudie wurden Lübecker Bürgerinnen und Bürger ($n = 55$) zu ihrer Nutzung des Lümo sowie zu ihren Erfahrungen und Wahrnehmungen bei der Wahl verschiedener Verkehrsmittel befragt. Ziel war es, Veränderungen und Trends in der Nutzung und Wahrnehmung zu erfassen. Die PMNS-Skala wurde eingesetzt, um die langfristige Wirkung der Mobilitätslösungen auf die Bedürfnisbefriedigung zu messen. Die Teilnehmenden setzten sich aus 30 weiblichen und 25 männlichen Personen zusammen. Ihr Alter erstreckte sich von 18 bis 72 Jahren ($M_{Alter} = 33.05, SD = 13.95$). Die Auswertung der deskriptiven Daten der Panelstudie (Abbildung 2) zeigte, welche Bedeutung ein On-Demand-Verkehr für öffentliche Verkehrsangebote hat und wie dieser weiter verbessert werden kann.

Ergebnisse der Panelstudie ($n = 55$)

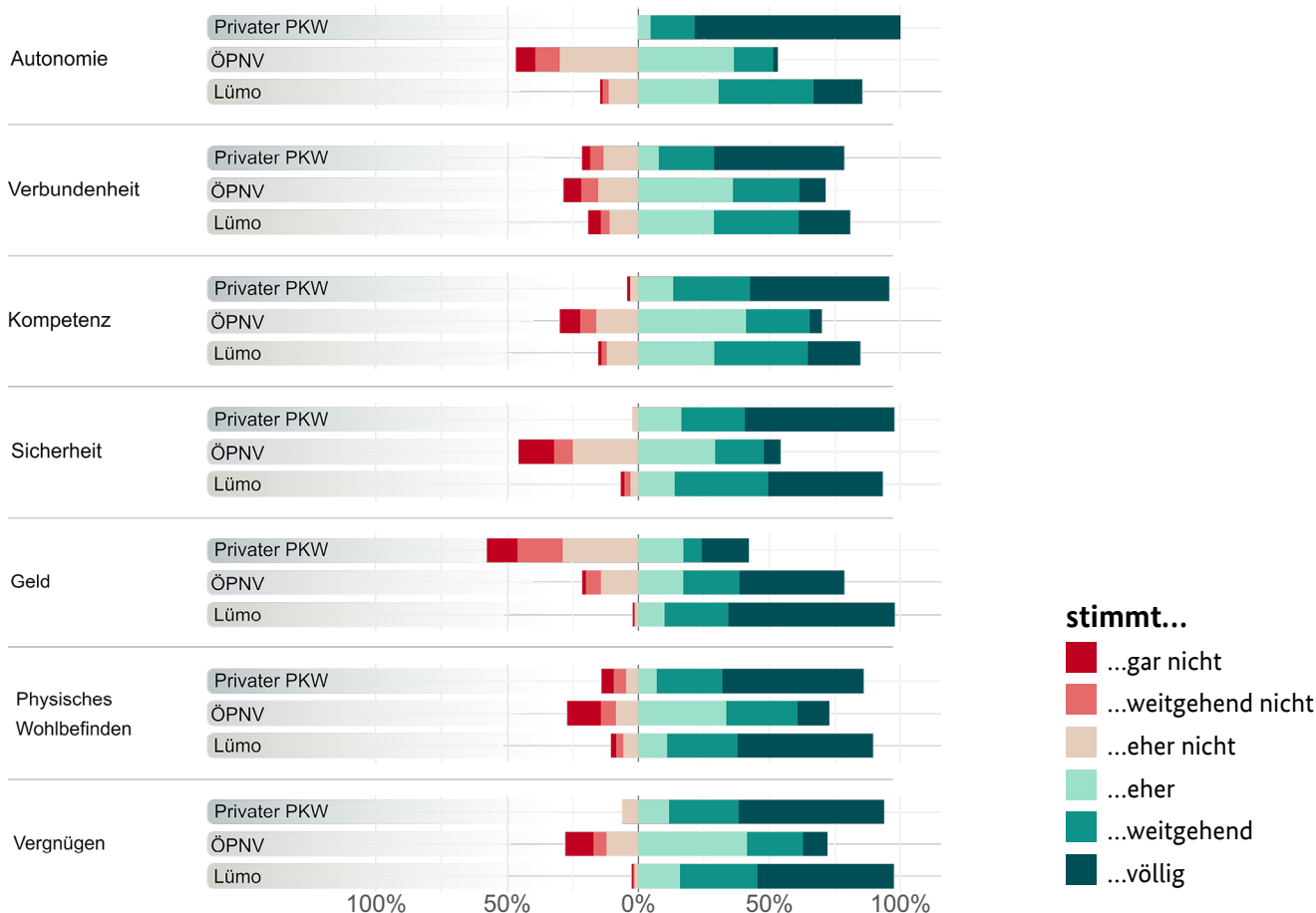


Abbildung 2: Ergebnisse der Panelstudie im Projekt in2Lübeck für die Mobilitätsoptionen privater Pkw, ÖPNV und Lümo. Von $n = 55$ Teilnehmenden haben $n = 55$ Angaben zum Lümo gemacht, $n = 30$ haben Angaben zum privaten Pkw gemacht und $n = 30$ haben Angaben zum ÖPNV gemacht, Quelle: eigene Darstellung

Hinsichtlich der *Autonomie* wurde das Auto insgesamt als das Verkehrsmittel mit der höchsten Bedürfniserfüllung bewertet. Dies könnte darauf hinweisen, dass Fahrende das Gefühl haben, mehr Kontrolle über ihre Reiserouten und Zeitpläne zu haben, was ihnen ein Gefühl von Unabhängigkeit gibt. Während rund 50 Prozent der Personen die Autonomie des ÖPNV eher negativ beurteilten, waren es beim Lümo nur circa 20 Prozent. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass eine stärkere Positionierung des On-Demand-Verkehrs als Teil des ÖPNV einen positiven Einfluss auf die Wahrnehmung der Autonomie haben kann. Im Vergleich zu vorherigen Studien im Projekt ist dieser Wert jedoch gesunken, was mit der gestiegenen Anfrage und damit erhöhten Wartezeiten zusammenhängen könnte. Mehr Unterstützung bei der Vorausbuchung von Fahrten könnte eine Maßnahme sein, welche diesen Effekt wieder reduzieren kann. Der geringere Umfang an Autonomie bei der Nutzung von ÖPNV und Lümo im Vergleich zum privaten Personenverkehr kann auf feste Fahrpläne und Routen sowie (tägliche) Zeitbeschränkungen zurückzuführen sein, die den Nutzenden weniger Flexibilität bieten.

Die ähnliche Bewertung des Gefühls der *Verbundenheit* über die drei Verkehrsmittel hinweg deuten darauf hin, dass Nutzende in diesem Aspekt ähnliche Wahrnehmungen hatten. Die vergleichbaren Beurteilungen aller drei Verkehrsmittel hinsichtlich der empfundenen *Kompetenz* lassen darauf schließen, dass sich die Nutzenden überwiegend in der Lage fühlten, sie entsprechend ihren Vorstellungen zu nutzen. Vor der Einführung des Deutschlandtickets wurde beispielsweise in der Vorstudie ein niedrigerer Wert beim ÖPNV erhoben. Generell könnten weitere Vereinfachungen des ÖPNV-Ticketsystems das Kompetenzerleben verbessern. Das Auto liegt hier leicht vorne, was dafürsprechen könnte, dass sich Autofahrende in ihrer Mobilitätsplanung mit dem privaten Pkw kompetenter fühlen als mit dem ÖPNV und dem Lümo. Die Bewertung der wahrgenommenen *Sicherheit* zeigte, dass sich Teilnehmende im privaten Fahrzeug sicherer fühlen als im ÖPNV. Das Lümo erzielte hier mit dem Pkw vergleichbare Werte. Diese Stärke des Lümo ist gerade in den Nachtstunden ein Ausgleich für einen ansonsten essenziellen Nachteil des Linienverkehrs und könnte entscheidend zur Reduktion privater Pkw-Nutzung beitragen.

Im Vergleich zur Nutzung des ÖPNV und des Lümo wurde das Autofahren als die kostspieligste Option wahrgenommen (Dimension Geld). Der klassische Linienverkehr und Lümo sind hier als attraktive Alternativen für kostenbewusste Menschen im Vorteil. Ein niedrigeres *physisches Wohlbefinden* im ÖPNV im Vergleich zu Lümo und Pkw zeigte, dass die physische Belastung (zum Beispiel durch höhere Strecken oder wenig Platz) ein Hindernis für eine ÖPNV-gestützte Mobilitätswende sein kann. Lümo und das Auto schnitten dagegen im *physischen Wohlbefinden* sehr ähnlich ab. Im Gegensatz dazu wird der ÖPNV als weniger komfortabel empfunden, was auf eine höhere physische Beanspruchung oder einen geringeren Komfort bei der Nutzung hinweist. Das vergleichbar hohe Maß an Vergnügen, das sowohl beim Autofahren als auch bei der Nutzung von Lümo empfunden wird, legt nahe, dass beide Verkehrsmittel ähnlich positive Erlebnisse in Bezug auf die Freude an der Fortbewegung bieten. Dagegen scheint der ÖPNV das geringste Vergnügen zu bereiten, was auf eine weniger angenehme Erfahrung während der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel hindeuten könnte.

Im Rahmen eines Workshops mit Bürgerinnen und Bürgern Lübecks wurde die PMNS-Skala als zentrales Instrument für die inhaltliche Gestaltung sowie die Auswertung der Daten eingesetzt. Soweit möglich, nutzten die Teilnehmenden die Dimensionen der Skala, um zu bewerten, inwieweit die Mobilitätsalternativen ihren individuellen Bedürfnissen gerecht werden. Die Auswertung der erhaltenen Aussagen im Workshop erfolgte später ebenfalls unter Berücksichtigung der Skalen-Dimensionen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Lümo aufgrund seiner Unabhängigkeit vom nächtlichen Busfahrplan eine bevorzugte Alternative ist, aber auch, wenn die Rahmenbedingungen eine Autofahrt nicht zulassen.

Im Einzelnen wurde jedoch die grundsätzliche Notwendigkeit einer Buchung des Lümo als Unsicherheit wahrgenommen, da Endzeitpunkte von Veranstaltungen oder Ankunftszeiten von Zügen teilweise nicht vorhersehbar sind. Lümo wurde ebenfalls besonders positiv im Vergleich zum Pkw bewertet, wenn Einschränkungen wie fehlende Parkmöglichkeiten zu erwarten waren. Lümo wurde insbesondere als sichere Alternative zum Beispiel zum nächtlichen Fußweg nach Hause wahrgenommen.

6. Anpassung des On-Demand-Angebots in Lübeck

Lümo wurde 2018 als Pilotprojekt gestartet und seit Januar 2023 im Rahmen des BMBF-Programms *MobilitätsWerkStadt 2025* erweitert und weiterentwickelt. Zu Beginn umfasste das Pilotgebiet nur einen Teil des heutigen Betriebsgebiets und lag zwischen der Innenstadt und einem südlichen Stadtteil. Nach der Ausweitung auf das Lübecker Kerngebiet im Januar 2023 wurde das Gebiet Mitte 2023 noch um zwei weitere Gebiete ergänzt. Parallel dazu wurden die Betriebszeiten seit 2018 schrittweise angepasst (Abbildung 3). Ursprünglich als reines Nachtangebot am Wochenende und vor Feiertagen von 01:00 bis 05:00 gestartet, fährt Lümo seit Januar 2023 auch an Werktagen von 20:00 bis 01:00 Uhr und am Wochenende von 20:00 bis 04:00 Uhr.

Im Vergleich zum traditionellen Linienverkehr, der aufgrund fester Fahrpläne meist nur einmal im Jahr zum Fahrplanwechsel geändert werden kann, bietet ein On-Demand-System die Flexibilität, kurzfristig und häufiger auf die Mobilitätsbedürfnisse und -anforderungen der Fahrgäste abgestimmt zu werden. Die Parameter des On-Demand-Angebots, wie die Sitzplatzanzahl, der Faktor Umweg und die maximale Wartezeit et cetera, können nahezu jederzeit den jeweiligen Bedingungen angepasst werden. Ein Vorteil für die Weiterentwicklung eines On-Demand-Angebots ist die vereinfachte Möglichkeit, ein präzises, fahrtenspezifisches Feedback der Fahrgäste zu erhalten.

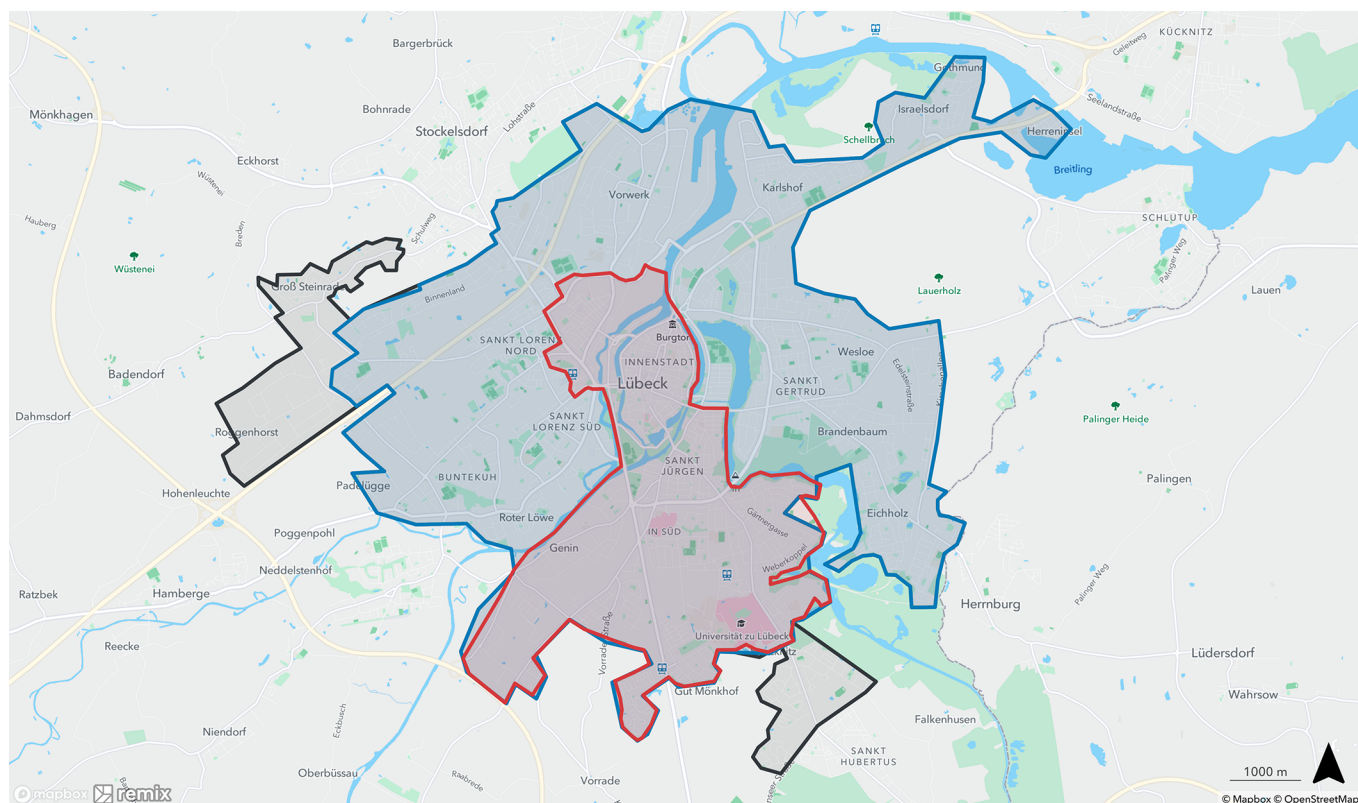


Abbildung 3: Entwicklung der Lümo-Betriebsgebiete seit 2018; rot: Pilotgebiet ab 2018, blau: Lübecker Kerngebiet ab 2023, schwarz: Erweiterung Mitte 2023, Quelle: eigene Darstellung

Neben regelmäßigen Befragungen durch die Begleitforschung können Fahrgäste bei Lümo ihr Feedback direkt über die Lümo-App, per E-Mail oder Telefon übermitteln. Ein solches unmittelbares Feedback ist im Linienverkehr meist schwer zu realisieren und vor allem nicht in tatsächliche, kurzfristige Veränderungen des Systems umzusetzen.

Basierend auf den Ergebnissen der Begleitforschung und der Auswertung von Feedback wurden im Laufe des Lümo-Betriebs bereits Änderungen wie die Anpassung der virtuellen Haltestellen vorgenommen. Anders als physische Haltestellen können die virtuellen Haltestellen leicht verschoben, umbenannt oder genauer beschrieben werden, um sie besser auffindbar zu machen, was wiederum das Sicherheitsgefühl der Fahrgäste erhöhen kann. Ein weiterer wichtiger Aspekt im Betrieb des Lümo als Teil des öffentlichen Verkehrs ist, dass das Angebot als Teil der Daseinsvorsorge für alle zugänglich sein muss. Schon zu Beginn des Projekts wünschten sich viele Fahrgäste eine telefonische Buchungsmöglichkeit, die schließlich mit der Ausweitung des Lümo-Betriebs umgesetzt wurde. Weitere Bedürfnisse, die gezielt angegangen werden können, wurden in den Befragungen im Rahmen des Projekts ermittelt. Es wurde beispielsweise eine Vorbuchungsoption eingeführt, die die Möglichkeit verbessert, Fahrten mit einer festen Abfahrts- oder Ankunftszeit zu planen. Damit wird dem Bedürfnis der Nutzenden nach mehr Autonomie bei der Planung ihrer Fahrt Rechnung getragen.

Lümo setzt auf verschiedene Kanäle zur Information und Erklärung des Angebots, darunter Flyer, Fahrplanaushänge an den Haltestellen, die Website der Stadtwerke Lübeck Mobil, Soziale Medien, Presseartikel sowie insbesondere persönliche Vor-Ort-Gespräche, zum Beispiel auf Wochenmärkten. Besonders für Seniorinnen und Senioren ist dies wichtig, um Fragen direkt beantwortet zu bekommen und so Einstiegshürden abzubauen. Veranstaltungen wie Messen, Quartiersveranstaltungen und die Einbindung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren wie den Lübecker Senior:innenbeirat sind Teil dieser Strategie. Neben der Weiterentwicklung des On-Demand-Angebots ist es gleichermaßen wichtig, die von der Lümo-App bereitgestellten Informationen und Erläuterungen an die tatsächlichen Fragen der Fahrgäste anzupassen. Zu diesem Zweck wurde von der Universität Lübeck ein Erklärsystem für Lümo entwickelt. Die Inhalte und die Reihenfolge der präsentierten Inhalte und Fragen basieren direkt auf den Umfragen und dem Feedback der Fahrgäste. Diese Informationen werden auch zur Erstellung der FAQ auf der Lümo-Website verwendet, um sie an die spezifischen Fragen der Fahrgäste anzupassen.

7. Bedürfnisorientierung als Prinzip für On-Demand-Ridepooling

Die bedürfnisorientierte Erhebung zeigt die Stärken und Schwächen des bedarfsgesteuerten Ridepooling-Verkehrs auf. Einer der Hauptvorteile ist die größere wahrgenommene Autonomie, die Lümo zugesprochen wird. Nutzende berichteten ein hohes Sicherheitsgefühl und körperliches Wohlbefinden während der Nutzung von Lümo. Um diese Vorteile für den ÖPNV insgesamt zu nutzen, ist es wichtig, Lümo in der öffentlichen Wahrnehmung noch enger mit dem bestehenden ÖPNV-System zu verknüpfen und stärker als Teil dessen zu positionieren. Eine solche Positionierung könnte sich positiv auf die Wahl des Verkehrsmittels auswirken, da Lümo dann nicht nur als eigenständige Option, sondern auch als ergänzende Komponente des öffentlichen Verkehrs wahrgenommen wird. Dadurch könnte der ÖPNV insgesamt von einer stärkeren Nutzung profitieren, da Teilstrecken zu Hauptverkehrszeiten zum Beispiel eher mit dem Bus als mit dem privaten Pkw zurückgelegt werden.

Die identifizierten Schwächen des Linienverkehrs sind stärker auf die Unterschiede zwischen Lümo und dem öffentlichen Nahverkehr zurückzuführen. Ein Unterschied wird im Bereich des körperlichen Wohlbefindens wahrgenommen. Obwohl in Lümo-Fahrzeugen ebenfalls unbekannte Personen anwesend sind und die räumliche Nähe teilweise vergleichbar oder sogar größer ist, wird das Wohlbefinden der Nutzenden in Lümo als höher empfunden. Ein möglicher Grund hierfür könnten die reservierten Plätze sein, die ein Gefühl von Komfort und Sicherheit vermitteln. Ein weiterer Aspekt ist das Vergnügen: Die Atmosphäre in Lümo-Fahrzeugen wird deutlich positiver bewertet als im herkömmlichen ÖPNV. Dies könnte zum Teil auf die vermehrte Kommunikation zwischen den Fahrgästen zurückzuführen sein, die im Lümo eher gefördert wird. Diese Faktoren tragen dazu bei, dass Lümo nicht nur als Verkehrsmittel, sondern auch als angenehmere Reiseerfahrung wahrgenommen wird.

8. Bedürfnisorientierung als Wegweiser für den ÖPNV

In der Verkehrsplanung wird bisher primär die Nachfrage und der zu erwartende Bedarf für die Ausgestaltung der ÖPNV-Leistung berücksichtigt. Im Projekt *in2Lübeck* konnte gezeigt werden, dass durch die Fokussierung auf die Mobilitätsbedürfnisse die Vorteile des On-Demand-Verkehrs als Ergänzung zum Linienverkehr abends und nachts besonders deutlich werden. Folglich sollten bei der Planung eines neuen Angebots die grundlegenden Bedürfnisse und Erwartungen der Nutzenden ermittelt werden, um ein fundiertes Verständnis für die Zielgruppe zu entwickeln. So kann dieses Wissen genutzt werden, um das ÖPNV-Angebot insgesamt stärker an den Bedürfnissen der Menschen auszurichten. Bei der Änderung des Angebots, wie bei einer Ausweitung eines Betriebsgebiets des On-Demand-Angebots oder bei einer Änderung im Liniennetz, ist eine stärkere Berücksichtigung der Mobilitätsbedürfnisse zu empfehlen. Differenzierte Untersuchungen der unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse zwischen ländlichen und städtischen Räumen, zwischen Wohnquartieren und Gewerbegebieten oder zu unterschiedlichen Tageszeiten oder Wochentagen sind notwendig, um das Angebot präzise auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Fahrgäste abzustimmen. Insbesondere bei Veränderungen am Linienangebot, zum Beispiel bei veränderten Takten, anderen Linienwegen oder bei der Verlegung einer Haltestelle, spielt die Sicht auf die Mobilitätsbedürfnisse eine wichtige Rolle, um langfristig mehr Fahrgäste für den ÖPNV zu gewinnen.

In der zukünftigen Forschung wäre es hilfreich, verschiedene Anwendungsszenarien, wie On-Demand-Ridepooling als Einzel-, Ergänzungs- oder Parallelangebot, näher zu betrachten, um Unterschiede in den Nutzendenbedürfnissen genauer zu beleuchten. Fundierte Empfehlungen für die Implementierung und Optimierung dieser Mobilitätslösung in unterschiedlichen urbanen und ländlichen Kontexten sind von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung der Mobilitätswende. Darüber hinaus sollten neben der quantitativen Erhebungsmethodik auch qualitative Formate, basierend auf der entwickelten PMNS-Skala (zum Beispiel Fokusgruppen), eingesetzt werden. Dadurch können zusätzliche detaillierte Einblicke in die Hindernisse und Erleichterungen bei der Befriedigung von Bedürfnissen im Zusammenhang mit dem On-Demand-Ridepooling gewonnen werden. Ebenso empfiehlt es sich, langfristige Nutzendenstudien durchzuführen, um Veränderungen im Nutzungsverhalten (zum Beispiel der Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV) und damit einhergehende Veränderungen der Nutzungsbedürfnisse über einen längeren Zeitraum hinweg sichtbar zu machen.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2023): Mobilitätswende in Stadt und Land – Klimaschutz und räumliche Gerechtigkeit als Transformationsziele des Verkehrs, online: https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/wissenschaftlicher-beirat-gutachten-mobilitaetswende.pdf?__blob=publicationFile

Burghard, U. & Scherrer, A. (2022): Sharing vehicles or sharing rides – Psychological factors influencing the acceptance of carsharing and ridepooling in Germany, in: Energy Policy, 164, 112874, online: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112874>

Davis, F. D. (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology, in: MIS Quarterly, 13(3), 319, online: <https://doi.org/10.2307/249008>

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2012): Self-Determination Theory. In van Lange, P.; Kruglanski, A. & Higgins, E. (Hg.): Handbook of Theories of Social Psychology: Volume 1, pp. 416–437, SAGE Publications Ltd., online: <https://doi.org/10.4135/9781446249215.n21>

Gerike, R.; Hubrich, S.; Ließke, F.; Wittig, S. & Wittwer, R. (2020): Sonderauswertung zum Forschungsprojekt „Mobilität in Städten – SrV 2018“ – Städtevergleich. Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, TU Dresden, online: https://www.researchgate.net/profile/Stefan-Hubrich-3/publication/340273753_Sonderauswertung_Mobilitat_in_Stadten_-_SrV_2018_Stadtevergleich_Comparison_of_the_results_for_the_participating_cities_in_the_2018_round_of_the_German_HTS_Mobility_in_cities_-_SrV/links/5ea428eda6fdccd79451e0f8/Sonderauswertung-Mobilitaet-in-Staedten-SrV-2018-Staedtevergleich-Comparison-of-the-results-for-the-participating-cities-in-the-2018-round-of-the-German-HTS-Mobility-in-cities-SrV.pdf

Hassenzahl, M.; Eckoldt, K.; Diefenbach, S.; Laschke, M.; Len, E. & Kim, J. (2013): Designing Moments of Meaning and Pleasure. Experience Design and Happiness, in: International Journal of Design, 7(3), pp. 21–31.

Hochfeld, C.; Jung, A.; Klein-Hitpaß, A.; Maier, U.; Meyer, K. & Vorholz, F. (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern: 12 Thesen zur Verkehrswende. Agora Verkehrswende, online: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen_WEB.pdf

Madigan, R.; Louw, T.; Dziennus, M.; Graindorge, T.; Ortega, E.; Graindorge, M. & Merat, N. (2016): Acceptance of Automated Road Transport Systems (ARTS): An Adaptation of the UTAUT Model, in: Transportation Research Procedia, 14, pp. 2217–2226, online: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.237>

Madigan, R.; Louw, T.; Wilbrink, M.; Schieben, A. & Merat, N. (2017): What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems, in: Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 50, pp. 55–64, online: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.07.007>

Moradbakhti, L.; Leichtmann, B. & Mara, M. (2022): Development and Validation of a Basic Psychological Needs Scale for Technology Use [Preprint]. Open Science Framework, online: <https://doi.org/10.31219/osf.io/4eabq>

PMNS-Skala. (2023): Projektwebsite in2Lübeck, online: <https://www.in2luebeck.de/methodik>

Sheldon, K. M.; Elliot, A. J.; Kim, Y. & Kasser, T. (2001): What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs, in: Journal of Personality and Social Psychology, 80(2), pp. 325–339, online: <https://doi.org/10.1037/0022-3514.80.2.325>

Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003): User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, in: MIS Quarterly, 27(3), 425, online: <https://doi.org/10.2307/30036540>

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (2023): Linienbedarfsverkehr: Zukunftsgerecht, integriert und nachfragegesteuert – Warum eine ÖPNV-Angebots-offensive im Linien- und Linienbedarfsverkehr notwendig ist [Positionspapier]. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. S. 14.