

Sowohl aus dem personenbeförderungsrechtlichen Rahmenbedingungen als auch durch die Festlegung von Betriebsbereichen besitzen sie hierbei auch die notwendigen Instrumente, um die Entwicklung in nachhaltige Bahnen zu lenken. Nur so werden ein aktiver Beitrag zur Verkehrswende geleistet und induzierte „Robo-Taxi-Verkehre“ vermieden werden können.

3.6 Gesellschaftliche Aspekte des automatisierten Fahrens

Torsten Fleischer und Jens Schippl

3.6.1 Einleitung: Mobilität als soziotechnisches System

Ein funktionierendes, gut zugängliches, bezahlbares und umweltfreundliches Mobilitätssystem ist unverzichtbar für eine hohe Lebensqualität und eine gute wirtschaftliche Entwicklung in einer modernen Gesellschaft. Mobilität ist Voraussetzung für ein selbstbestimmtes Leben und für die Entfaltung der eigenen Persönlichkeit. Fast jeder Mensch ist täglich in unterschiedlichen Rollen mit dem Mobilitätssystem in Kontakt, sei es als Autofahrer, als Fußgänger, als Anwohner oder als Empfänger einer Paketlieferung. Gleichzeitig sind die negativen Folgen des Mobilitätssystems eine Belastung für Lebensqualität, Gesundheit und Umwelt.

Infrastruktursysteme wie das Mobilitätssystem sind in ständiger Wechselwirkung mit vielen unterschiedlichen nicht-technischen Komponenten. Sie sind geprägt durch bzw. entwickeln sich zusammen mit sozialen Faktoren wie Regelungen, Erwartungen, Gewohnheiten, Einstellungen oder auch Kompetenzen in der Gesellschaft. Es ist nicht nur der technische Wandel, der über die zukünftige Entwicklung von automatisiertem und vernetztem Fahren (avF) und letztlich des gesamten Mobilitätssystems entscheidet. Mindestens so wichtig ist die gesellschaftliche Einbettung der neuen Technologien und Angebote. Konzepte aus der Transitionsforschung haben den Begriff soziotechnisches System (Geels 2012; Rip und Kemp 1998; Schippl et al. 2022) geprägt um deutlich zu machen, dass bei Innovationen, insbesondere wenn sie große Infrastruktursysteme wie das Energie- oder das Mobilitätssystem verändern, gesellschaftliche und technische Faktoren wechselwirken. Diese Ko-Evolution zwischen technischen und nicht-technischen Faktoren gilt es zu berücksichtigen, um soziotechnischen Wandel zu verstehen und, soweit möglich, zu gestalten.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, wie unterschiedlich und vielschichtig die gesellschaftlichen Wirkungen von avF in Debatten, Vorträgen und

Publikationen betrachtet und bewertet werden. Zum Beispiel werden Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit diskutiert, neue verkehrliche Optionen, die durch Fahrzeuge ohne Fahrer ermöglicht werden, Aspekte des Zugangs zur Mobilität als Teilhabe am gesellschaftlichen Leben, Umwelt- und Gesundheitswirkungen von Verkehr oder Fragen der Effizienz von Infrastrukturen. Es geht um Fragen der Wettbewerbsfähigkeit der Automobilindustrie, um Arbeitsplätze im Mobilitätssektor und auch darum, einem wachsenden Fahrermangel im Bus- und Lkw-Verkehr durch Automatisierung entgegenzuwirken. Wir können an dieser Stelle nur auf einige dieser Gesichtspunkte eingehen. Die folgenden drei nicht-technischen bzw. gesellschaftlichen Aspekte sehen wir aber als sehr zentral dafür an, ob und vor allem in welcher Form sich avF zukünftig in Mobilitätssystem und Gesellschaft entwickeln werden:

- **Gesellschaftliche Erwartungen** an den Nutzen von Innovationen wie avF sind ein wichtiger Treiber für deren Entwicklung und Verbreitung;
- **Fragen der Akzeptanz** werden häufig als mögliches Hindernis für die Nutzung und Verbreitung von Innovationen wahrgenommen;
- **Ethische Reflexionen** sind u. a. um einen angemessenen Ausgleich zwischen Vor- und Nachteilen von Innovationen bemüht.

3.6.2 Erwartungen und Risiken

Es hat sich gezeigt, dass Erwartungen an den Nutzen von Innovationen wichtig sind für die Motivation und Koordination der Akteure im Innovationssystem (van Lente 1993) und damit letztlich auch für die praktische Implementierung und Verbreitung von Technologien. Unterstützung von und auch Widerstände gegen neue Technologien sind oft eng mit unterschiedlichen Erwartungen an deren Potenzial verbunden. Um Argumente für und gegen unterschiedliche Varianten des autonomen Fahrens besser einordnen zu können, ist es hilfreich, deutlich zu machen, welche Erwartungen im derzeitigen gesellschaftlichen Diskurs zu avF existieren. Dabei zeigt sich, dass es mehrere Erwartungen bzw. Hoffnungen (Chancen) an avF bzw. seine Einsatzmöglichkeiten gibt, die seit einiger Zeit immer wieder von verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen geäußert werden. Nach unseren Beobachtungen lassen sich zumindest die folgenden sechs Erwartungen ausmachen:

- AvF wird die Verkehrssicherheit verbessern;
- AvF wird Verkehr effizienter gestalten und seinen ökologischen Fußabdruck verringern;
- AvF wird (individualisierte) Mobilität für Mobilitätseingeschränkte (und Kinder) ermöglichen;

- AvF wird neue Formen der Zeitnutzung bei der Fortbewegung (Arbeiten, Lesen beim Autofahren) ermöglichen;
- AvF wird neue Formen der gemeinsamen/kollektiven/öffentlichen Mobilität ermöglichen und so die Entwicklung zu einem deutlich nachhaltigeren Verkehrssystem unterstützen;
- AvF wird zur Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit beitragen.

Im Folgenden gehen wir auf diese Erwartungen etwas näher ein. Dabei möchten wir gleichzeitig aufzeigen, dass mit vielen dieser Chancen auch (nicht-intendierte) Risiken für die Gesellschaft bzw. bestimmte gesellschaftliche Gruppen verbunden sein können (Fleischer und Schippl 2018). Auch diese Risiken und die damit verbundenen Zielkonflikte gilt es bei der weiteren Entwicklung von avF im Blick zu halten.

Sicherheit

Ein Gewinn an Sicherheit für alle Verkehrsteilnehmer ist eine der zentralen Erwartungen an die Automatisierung der Fahraufgabe. Es wird in der politischen und öffentlichen Debatte kaum bezweifelt, dass automatisierte Fahrzeuge im Straßenverkehr grundsätzlich weniger Fehler machen werden als Menschen. Sofern vernetzt, können sich automatisierte Autos z. B. bei Unfällen oder schlechten Straßenverhältnissen gegenseitig Warnsignale übermitteln oder im Falle eines Unfalls die Rettungszentrale verständigen. Ob aber eine Vision Zero, also ein Verkehrsgeschehen ganz ohne Fehler bzw. zumindest ohne tödliche Verkehrsunfälle, perspektivisch wirklich möglich ist, bleibt umstritten.

Doch auch eine so gut wie vollständig automatisierte Steuerung des gesamten motorisierten Verkehrs brächte neue Herausforderungen von gesellschaftlicher Relevanz mit sich. So steigt die Abhängigkeit vom Funktionieren der Roboter immens, wenn Menschen gar nicht mehr selbst fahren können und vielleicht auch das komplexe Gesamtsystem von einem Computer gesteuert wird (Grunwald 2015). Eine Vernetzung von möglichst vielen Fahrzeugen und Infrastrukturelementen gilt aus Sicht der Unfallvermeidung und Systemsteuerung als grundsätzlich wünschenswert. Damit entstehen aber auch zahlreiche Einfallstore für Hacking- oder Hacking-ähnliche Angriffe. Neben einer Entführung von automatisierten Fahrzeugen, bei welcher Angreifer die komplette Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen, sind auch kleinere, eventuell schwer nachweisbare Angriffe denkbar. Beispielsweise könnten entsprechend manipulierte Fahrzeuge falsche Information über das Fahrzeug weitergeben. Solche Entwicklungen könnten also der anfänglichen Erhöhung der Sicherheit durch automatisierte Fahrzeuge entgegenwirken (Schippl und Hillerbrand 2021).

Effizientere Mobilität

Viele Studien weisen darauf hin, dass automatisierter Verkehr zu einer Optimierung der Verkehrsflüsse führen könnte, etwa durch gleichmäßigere und vorausschauende

Geschwindigkeitsregelungen (z. B. adaptive Geschwindigkeitsregulierung, Kreuzungskontrollsysteme; vgl. Fraedrich et al. 2017b). Emissionen und Energieverbrauch ließen sich so reduzieren. Gleichzeitig ließen sich die Kapazitäten von Infrastrukturelementen wie Straßen und Kreuzungen optimieren. Wenn sich die Zeitlücken zwischen den Fahrzeugen reduzieren, z. B. durch Platooning, führt das zu einem Verkehrsfluss mit kürzeren Fahrzeugfolgen und damit zu einem dichteren Verkehr (BMVI 2017). Zudem könnte der Flächenverbrauch durch Parkplätze reduziert werden, wenn dichteres Parken möglich ist, weil kein Fahrer mehr ein- und aussteigen muss und/oder wenn weniger Fahrzeuge unterwegs wären. Mobilität wird kostengünstiger, wenn der Fahrer von der Fahraufgabe entlastet ist bzw. ganz entfällt. Zu erwähnen ist zudem, dass der Wegfall des Fahrers nicht nur Kosten reduziert, sondern auch dem Mangel an Fahrern insbesondere im Bus- und Lkw-Verkehr entgegenwirken könnte. Jedoch wird ebenfalls diskutiert, ob eine Erhöhung der Kapazitäten und eine Reduktion der Kosten z. B. die Attraktivität des MIV steigert und wieder mehr Verkehr anzieht (Rebound Effekt; vgl. Abschn. 3.1).

Mobilitätsermöglichung

Eine ebenfalls oft genannte Erwartung an vollautomatisierte Fahrzeuge ist die Mobilitätsermöglichung für Menschen ohne Führerschein, z. B. für Kinder/Jugendliche, die noch keinen Führerschein haben, oder für Menschen, die körperlich nicht (mehr) in der Lage sind, selbst ein Auto zu fahren oder weitere Wege zu einer Haltestelle zurückzulegen (EBP 2017). AvF-Angebote müssten dann deutlich günstiger sein als herkömmliche Taxis, die ja bereits heute einen ähnlichen Service bieten würden. Diese Entwicklung geht mit zusätzlichen Wegen, d. h. mit mehr Mobilität einher. Sofern diese nicht mit Fahrzeugen abgewickelt werden, die ohnehin unterwegs sind, steigt damit auch die Fahrleistung. Zudem treten nun auch Leerfahrten im Bereich der Pkw auf. Diese werden nötig, um Fahrzeuge zum Nutzer zu bringen. Strittig bleibt zudem, inwieweit die in den Blick genommenen Nutzergruppen (bzw. deren Eltern) bereit sind, einen solchen Dienst zu nutzen bzw. nutzen zu lassen.

Reisezeitgewinne/neue Formen der Zeitnutzung während der Fahrt

Eine weitere Erwartung an avF sind neue Möglichkeiten der Zeitnutzung bei der (Auto-)Fahrt. Durch Wegfallen der Fahraufgabe könnte die Reisezeit anders – und in der Erwartung mancher auch deutlich produktiver – genutzt werden. Zunächst positiv ist, dass damit die Erreichbarkeit ländlicherer Regionen steigen sollte. Damit steigt aber auch die Attraktivität dieser Regionen als Wohnstandort, was wiederum zu einer stärkeren Zersiedlung und einem Anstieg der Fahrleistung führen könnte (vgl. Abschn. 3.1). Längere Reisezeiten zum Arbeiten, aber auch zu anderen Aktivitäten, könnten eher hingenommen und in den Lebensalltag integriert werden, wenn sich die Fahrzeit für Aktivitäten wie Arbeiten, Filme schauen oder auch zum Schlafen nutzen lässt. Auch Staus könnten vermehrt in Kauf genommen werden. Vorteile des ÖV, dass man eben nicht fahren und keinen Parkplatz suchen muss, würden wegfallen, wenn das für die private Pkw-Nutzung ebenso gilt.

Stärkung nachhaltiger Mobilität

Mit Wegfall der Kosten für das Fahrpersonal lassen sich öffentlich zugängliche Mobilitätsangebote deutlich günstiger anbieten. Viele Experten sehen avF deshalb als eine große Chance, um neue, flexible, effiziente und kostengünstige Mobilitätsangebote (z. B. Robo-Taxis, Shuttles) zu schaffen und um den klassischen ÖPNV zu stärken (Canzler 2019; UITP 2017; vgl. Kap. 1 in diesem Buch). So soll es attraktiver werden, vom privaten Pkw auf andere, in ihrer Gesamtheit nachhaltigere Mobilitätsoptionen umzusteigen und damit die Nachhaltigkeit des Mobilitätssystems zu erhöhen. Folge wäre eine echte Mobilitätswende. Immer wieder wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen (vgl. Abschn. 3.1 in diesem Buch), dass sich solch ein Transformationspfad kaum „automatisch“ mit der Marktreife von avF – sozusagen als Selbstläufer – entwickeln wird. Vielmehr bedarf es begleitender politischer Maßnahmen, die neue Angebote unterstützen und gleichzeitig die Attraktivität des Individualverkehrs reduzieren. Durch die Automatisierung wird sehr wahrscheinlich auch der MIV deutlich an Attraktivität gewinnen und unter Umständen sogar Fahrgäste vom ÖV bzw. vom Radverkehr abziehen. Einige Gründe sind in dem vorliegenden Kapitel bereits genannt: Bereits ab Level 4 könnte der Fahrer in manchen in dieser Stufe bereits zulässigen Betriebsbereichen (etwa bestimmte Straßennetze oder Stau) von der Fahraufgabe entlastet werden. Zudem fällt die oft als lästig empfundene Parkplatzsuche weg, wenn das Auto den Fahrer bzw. Fahrgast absetzen und sich eigenständig einen Parkplatz suchen könnte. Bisher ist offen, in welche Richtung avF das Mobilitätssystem tatsächlich verändern werden (Fraedrich et al. 2017a; Schippl et al. 2022). Das neue Straßenverkehrsgesetz (vgl. Abschn. 6.1) sollte einer Integration von avF in öffentliche Mobilitätsangebote förderlich sein und somit den Transformationspfad Richtung Mobilitätswende unterstützen.

Industrielle Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitsplätze

Im Unterschied zu den vorgehend skizzierten Erwartungen stehen hier verkehrliche Wirkungen nicht im Vordergrund. Vielmehr geht es darum, ob avF dazu beiträgt oder sogar unverzichtbar ist, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobilindustrie zu stärken und damit Arbeitsplätze in Deutschland zu sichern.

3.6.3 Zur gesellschaftlichen Akzeptanz von avF

In diesem Abschnitt wird zunächst auf unterschiedliche Zugänge und Rahmungen des Konzepts gesellschaftliche Akzeptanz eingegangen. Im Anschluss präsentieren wir einige Ergebnisse aus einer quantitativen Studie (repräsentative Umfrage) und einer qualitativen Studie (Tiefeninterviews mit Bürgern) zur gesellschaftlichen Akzeptanz von avF. An beiden Studien waren die Autoren federführend beteiligt.

Zum Konzept „soziale Akzeptanz“

Fragen nach der Akzeptanz des avF wurden in den vergangenen Jahren von unterschiedlichen Beteiligten am Innovationsdiskurs immer wieder in den Raum gestellt. So erklärte zum Beispiel der Automobilclub von Deutschland im Jahr 2015: *„Entscheidend für den zukünftigen Erfolg des autonomen Fahrens ist es, die gesellschaftliche Akzeptanz dafür zu fördern und unbegründete Bedenken zu zerstreuen.“* (ACE 2015) Das Bundesverkehrsministerium argumentierte 2017 in seinem Bericht zum Stand der Umsetzung der Strategie zum automatisierten und vernetzten Fahren: *„Der gesellschaftliche Dialog und die Schaffung von Akzeptanz sind zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Einführung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr.“* (BMVI 2017, S. 11) Die Deutsche Akademie für Technikwissenschaften acatech konstatierte: *„Der Erfolg des automatisierten und vernetzten Fahrens hängt nicht mehr von der technologischen Marktreife ab, sondern maßgeblich von der grundsätzlichen Akzeptanz der Technologie und der durch sie veränderten Lebenswirklichkeit der Menschen.“* (Lemmer 2019, S. 76).

Bereits seit einiger Zeit wird also der „sozialen“ Akzeptanz von avF große Bedeutung zugeschrieben, und das obwohl die Technik noch gar nicht richtig ausgereift oder gar kommerzialisiert ist. Diese große forschungspolitische und mediale Aufmerksamkeit für avF während der letzten Jahre hat eine ganze Reihe von Akzeptanzstudien zum automatisierten bzw. autonomen Fahren initiiert, die ihrerseits vorwiegend einstellungsorientierte und sozialpsychologische Ansätze quantitativer Forschung verfolgten. Diese Studien (vgl. Abschn. 4.1 Attraktivität und Akzeptanz eines automatisierten ÖPNV) konzentrieren sich auf unterschiedliche Akzeptanzthemen: Verbraucherakzeptanz (consumer acceptance), Kundenakzeptanz (customer acceptance), Endnutzerakzeptanz (end-user acceptance) und öffentliche Akzeptanz (public acceptance) gehören zu den Begriffen, die in der Akzeptanzliteratur zum avF regelmäßig verwendet werden.

Wie diese Vielfalt an Themen andeutet, steckt hinter dem Begriff „soziale Akzeptanz“ ein vielschichtiges Konzept, das unterschiedliche Dimensionen umfassen kann (vgl. Lenz and Fraedrich 2015; Lucke 1995). Unsere eigene qualitative Analyse von öffentlichen und wissenschaftlichen Diskursen über avF legt nahe, dass soziale Akzeptanz dort mit mindestens drei verschiedenen Bedeutungen verwendet wird:

- a) als Voraussetzung für den Einsatz bzw. die Diffusion von avF-Technologien und -Dienstleistungen, um damit verbundene politische Ziele wie die Erfüllung der in Abschn. 3.6.2 eingeführten „gesellschaftlichen Erwartungen“ des avF zu erreichen („public policy perspective“),
- b) als Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung und Diffusion von Technologien und Diensten des automatisierten Fahrens, um wirtschaftliche Ziele von Unternehmen wie neue Produkte und Dienstleistungen, Gewinne, die Vermeidung versunkener Kosten, den Erwerb einer gesellschaftlichen Lizenz zum Betrieb von AV-basierten Diensten oder die Erfüllung von Zielen der sozialen Verantwortung von Unternehmen zu erreichen („business perspective“) und
- c) als Metapher für den Umgang mit moralischen Fragen, Wertkonflikten und Akzeptabilität (Grunwald 2005) im Kontext des avF („ethical perspective“).

Dies legt nahe, Adoptionsentscheidungen als Ergebnisse des Zusammenspiels einer in einem weitgehend stabilen institutionellen Rahmen handelnden Gruppe von Innovationsakteuren zu beschreiben zu versuchen. Dadurch würde die in den anderen Ansätzen dominierende Nutzer-(Kunden-/Konsumenten-) Perspektive um die Rolle professioneller Akteure sowie um den Einfluss handlungsleitender Rahmenstrukturen (Institutionen) erweitert und eruiert, inwieweit sich soziale Adoptionsdynamiken bereits frühzeitig erkennen und ggf. gestalten lassen. Mit dieser Absicht haben wir darum an anderer Stelle (Fleischer et al. 2021) eine Arbeitsdefinition für soziale Akzeptanz vorgeschlagen, die sich mit Blick auf das avF wie folgt konkretisieren ließe: *„Soziale Akzeptanz des avF kann definiert werden als eine positive Reaktion (wie z. B. Einstellung, erklärte Präferenz oder Handlung) einer bestimmten Akteursgruppe oder eines Akteursnetzwerks (z. B. Nationalstaat, Regionalverband, Kommune, Organisation) in Bezug auf das avF oder eine Imagination eines zukünftigen Mobilitätssystems, das durch das avF ermöglicht bzw. verändert wird, und die begründete Erwartung, explizite oder stillschweigende Zustimmung zu den damit verbundenen Prozessen ihrer Institutionalisierung innerhalb bestimmter räumlich-zeitlicher Grenzen zu finden.“* Diese zunächst sehr akademisch anmutende Definition weist darauf hin, dass soziale Akzeptanz mehrere unterschiedliche Perspektiven umfasst – neben der aus der klassischen Nutzerakzeptanzforschung bekannten Vielfalt von Akzeptanzformen auch eine Erweiterung der „Akzeptierenden“ um verschiedene soziale Gruppen mit durchaus diversen Interessen sowie eine Erweiterung des „zu Akzeptierenden“ über die eigentliche Technik hinaus auf Vorstellungen des durch sie angestoßenen sozialen Wandels wie auch der sich dafür oder dadurch ändernden Rahmenbedingungen gesellschaftlichen Zusammenlebens.

Beobachtung und Interpretation von Einstellungen zum avF und ihrem Wandel bleiben mithin auch in diesem Verständnis von sozialer Akzeptanz ein wichtiger Teil der Akzeptanzforschung. Insbesondere zwei Punkte sollten aus unserer Sicht in Zukunft noch stärker in der Forschung Beachtung finden, da sie für die Implementierung und Verbreitung von avF wichtig werden können, und das bereits auf der Stufe von Pilotversuchen und Testfeldern. Zum einen werden in vielen Akzeptanzstudien die Akzeptanzobjekte (Was soll akzeptiert werden?) nicht gut konturiert. Oft wird nach „dem“ autonomen Fahren bzw. „autonomen Fahrzeugen“ gefragt, was in seiner Verallgemeinerung der inzwischen auch in der allgemeinen Öffentlichkeit angekommenen Vielfalt von Fahrzeug- und Dienstleistungskonzepten rund um das avF nicht mehr Rechnung trägt und auch nur schwer interpretierbar ist. Weiter unten skizzieren wir Auszüge aus einer repräsentativen Studie, bei der explizit zwischen verschiedenen Formen des avF unterschieden wird.

Des Weiteren deutet unsere eigene qualitative empirische Forschung zu Wahrnehmungen und Einstellungen gegenüber avF darauf hin, dass sich die Argumentationsstrukturen auf mindestens drei unterschiedliche Gruppen von Akzeptanzobjekten richten: Neben (a) dem Fahrzeug selbst, einschließlich seiner Sicherheitsaspekte sowie seines situativen Verhaltens im Verkehr werden auch (b) Erwartungen an Mobilitätsdienstleistungen als Teil des Alltags und das zugeschriebene Potenzial von avF, diese zu

erfüllen, und (c) sehr grundlegende Vorstellungen über eine lebenswerte Umwelt und ein „gutes Leben“ sowie die Rolle, die Mobilität, Mobilitätsdienstleistungen und Mobilitäts-technologien dabei spielen, als relevante Akzeptanzobjekte formuliert. Diese drei Ebenen sind offensichtlich eng miteinander verwoben, und ihre relative Bedeutung für die Ausprägung von Einstellungen und Nutzungsabsichten ist noch unklar. Für die Interpretation quantitativer Studien ist es jedoch von zentraler Bedeutung, diese Konstellationen bei Überlegungen zur Qualität und Reichweite der so gewonnenen Ergebnisse zu berücksichtigen. Weiter unten wird kurz skizziert, wie sich diese unterschiedlichen Akzeptanzobjekte mit qualitativen Methoden empirisch adressieren lassen.

Zum anderen wird es darum gehen müssen, den Begriff der gesellschaftlichen (bzw. sozialen) Akzeptanz – und seine Unterscheidung von den anderen oben angeführten, eher auf individuelle Akzeptanz gerichteten Konzepten – noch besser zu fassen.

Ergebnisse einer quantitativen Studie zur sozialen Akzeptanz von avF

Zunächst greifen wir auf Resultate einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage zu Einstellungen, Erwartungen an Wirkungen sowie zu Einstellungen hinsichtlich regulatorischer und institutioneller Veränderungen im Kontext der Einführung des avF zurück, die von unserer Forschungsgruppe entwickelt wurde. Dabei wurden insgesamt 2001 Bürgerinnen und Bürger ab 16 Jahren in einem Mixed-mode-Design (1001 CATI-Interviews und 1000 CAWI-Interviews) befragt. Die Feldphase fand im November 2021 statt. Ankerpunkt der Analyse von Einstellungen zum avF selbst war ein Frageset, das dem mutmaßlichen Wohlbefinden bei der Nutzung unterschiedlicher durch avF-Technologien ermöglichter Mobilitätsangebote gewidmet war: *„Stellen Sie sich bitte einmal vor, es gäbe in Zukunft autonome Straßenfahrzeuge, die in der Lage wären, am öffentlichen Straßenverkehr genauso selbständig teilzunehmen wie es heute Fahrzeuge mit menschlichen Fahrern tun. In welcher Konstellation würden Sie sich denn bei einer Fahrt damit wohlfühlen?“* Angeboten wurden 7 verschiedene Anwendungsfälle (siehe Abb. 3.2): allein in meinem eigenen autonomen Fahrzeug auf der Autobahn bei der heute geltenden Richtgeschwindigkeit (5.1), allein in meinem eigenen autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr (5.2), allein in einem gemieteten autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr (5.3), allein in einem gemieteten autonomen Fahrzeug im Stadtverkehr, bei dem die Fahrt ständig durch einen Tele-Operator überwacht wird (5.4), zusammen mit zwei bis fünf anderen Fahrgästen in einem autonomen Mini-Bus im Stadtverkehr (5.5), in einem halbvollen autonomen Bus in der Größe heutiger Linienbusse im Stadtverkehr (5.6) sowie in einer halbvollen autonomen Straßenbahn im Stadtverkehr (5.7). Diese Fälle decken die drei heute üblicherweise für den Stadtverkehr diskutierten neuen Mobilitätsdienstleistungen (Robo-Taxi, avF-Shuttle, eigenes Fahrzeug) ab und ergänzen sie um weitere Variationen (Robo-Taxi mit/ohne Tele-Operator) und Optionen. Die Befragten konnten auf einer 11-teiligen Likert-Skala antworten mit 0= „darin würde ich mich überhaupt nicht wohlfühlen“ bis 10= „darin würde ich mich auf jeden Fall wohlfühlen“ als den beiden Endpunkten.

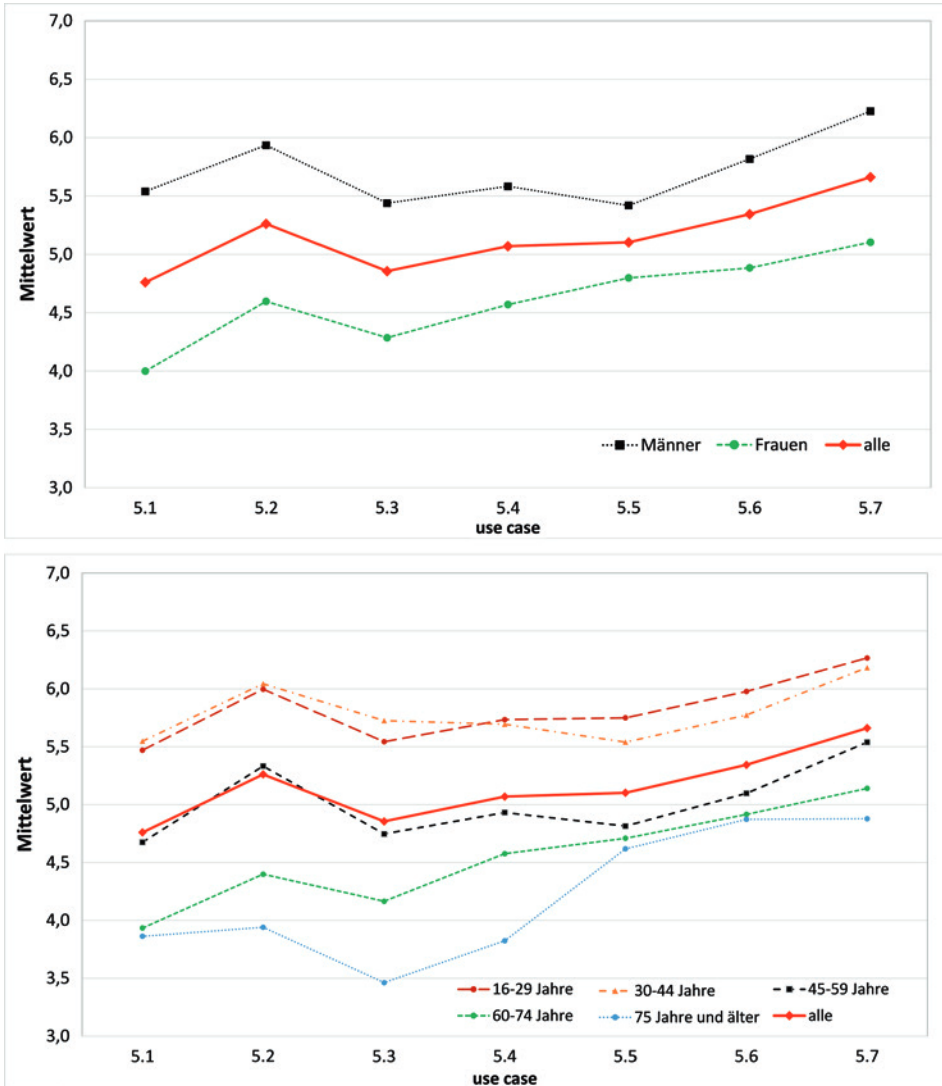


Abb. 3.2 Ergebnisse der quantitativen Befragung (Frage 5, in folgender Reihenfolge: nach Geschlecht; nach Alter; nach Schulabschluss; nach selbstgeschätztem Lebensstandard)

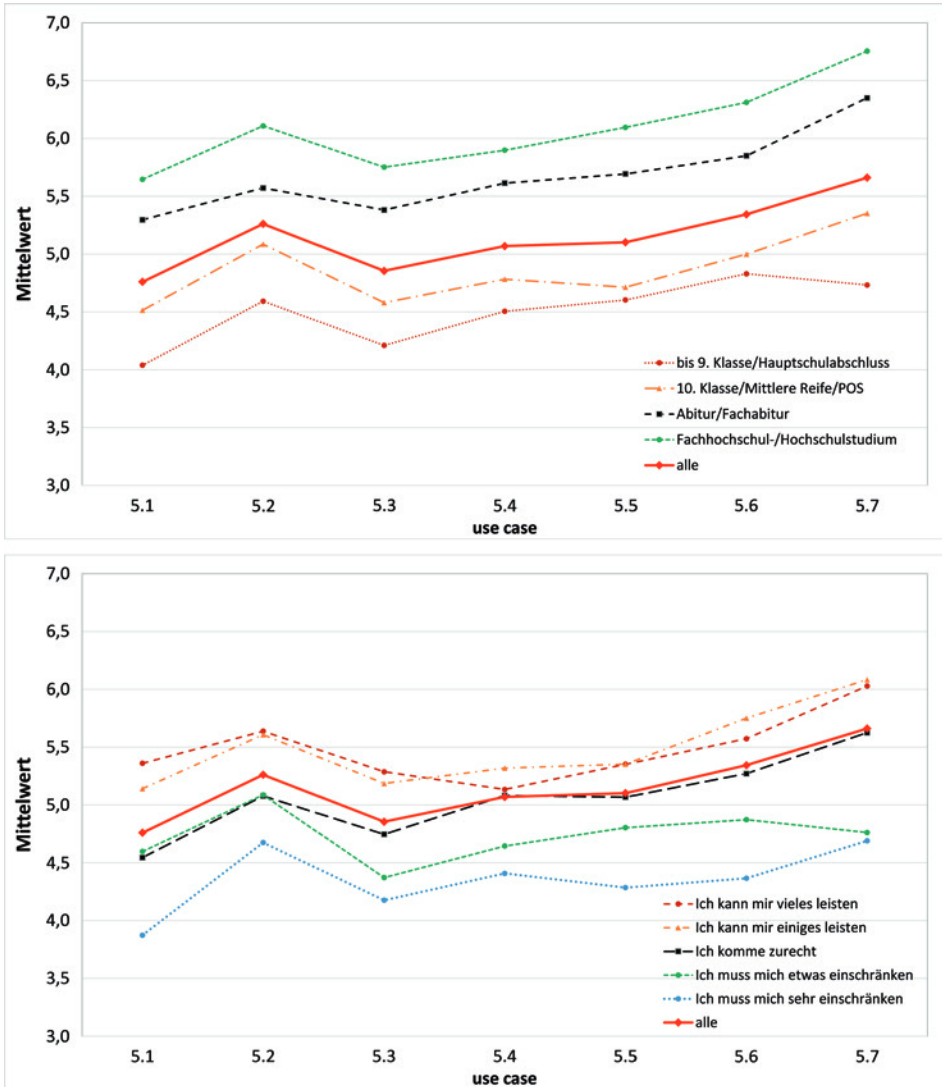


Abb. 3.2 (Fortsetzung)

Etwas mehr als 8 % ($n = 167$) konnten sich bei keiner der sieben genannten Optionen vorstellen, sich darin wohlfühlen (je nach Option lag der Wert zwischen 12 und 21 %). In der Auswertung fällt zudem auf, dass sowohl Mittelwert als auch Median bei allen sieben Items nahe der Verteilungsmitte (5) liegen und die Unterschiede insgesamt eher klein sind, es also in der Gesamtbevölkerung keine ausgeprägte Präferenz für oder Aversion gegen einzelne Anwendungsfälle gab. Weitere Einsichten ermöglicht die Darstellung der Mittelwerte des Antwortverhaltens, differenziert nach unterschiedlichen soziodemografischen Merkmalen.

Hier ist sofort zu erkennen, dass in bestimmten Fällen schon kleine Änderungen des imaginierten Systemdesigns zu messbaren Änderungen im Wohlbefinden führen, etwa durch die Einführung eines Tele-Operators beim Robo-Taxi (5.3 und 5.4) bzw. den Wechsel von Linienbus auf Straßenbahn (5.6 und 5.7). Anschlusshypothese wäre mithin, dass Wohlbefinden in neuen Mobilitätsdienstleistungen (und damit deren Akzeptanz) nicht allein durch Automatisierungskonzept und Automatisierungsgrad („Level“) bestimmt werden, sondern dass hier auch weitere Designfaktoren zu berücksichtigen sind.

Den nach Geschlecht bzw. Alter aufgelösten Darstellungen kann darüber hinaus entnommen werden, dass – unabhängig vom Anwendungsfall – Frauen deutlich seltener als Männer angeben, dass sie sich in automatisierten Verkehrsmitteln wohlfühlen würden (Abb. 3.2). Vergleichbares zeigt sich bei älteren Menschen, deren Angaben zum subjektiven Wohlbefinden durchweg signifikant unter denen Jüngerer liegen (Abb. 3.2). Gleiches gilt für die Differenzierung nach Bildungsgrad, hier gemessen anhand der höchsten abgeschlossenen Schulausbildung. Hochschulabsolventen und Abiturienten schätzen ihr vermutetes Wohlbefinden in avF deutlich höher ein als solche mit Haupt- oder Realschulabschluss. Das Muster repliziert sich bei der Selbsteinschätzung des wirtschaftlichen Wohlergehens (das allerdings in Deutschland stark an den Bildungsabschluss gekoppelt ist). Diese soziodemografischen Variationen decken sich mit Ergebnissen anderer Bevölkerungsbefragungen und Akzeptanzstudien zum avF hinsichtlich der Nutzungs- oder Kaufbereitschaft von automatisierten Fahrzeugen und Diensten oder der Unterstützung ihrer Einführung (Eurobarometer 2019, Abb. 3.3). Es stützt zudem ein Muster, welches sich auch in vielen anderen Umfragen zur Technikakzeptanz (sowohl zu anderen Einzeltechniken als zu Technik allgemein) zeigt.

Die Interpretationen können zwar nicht losgelöst von den Einflüssen anderer soziodemografischer Faktoren vorgenommen werden. Dennoch ermöglichen sie mobilitätspolitische Schlussfolgerungen und weisen zugleich auch auf eine Gestaltungs- und Kommunikationsaufgabe hin: Sowohl die Wissenschafts- als auch die Unternehmenskommunikation führen immer wieder an, dass Mobilitätsermöglichung für Ältere und körperlich Eingeschränkte ein zentrales Motiv für die Forschung und Entwicklung zum avF darstellen. Auch unsere Umfragedaten zeigen, dass dies in der allgemeinen Bevölkerung so erwartet wird. Genau diese Gruppe erweist sich bisher aber als die den neuen Angeboten am wenigsten zugeneigte.

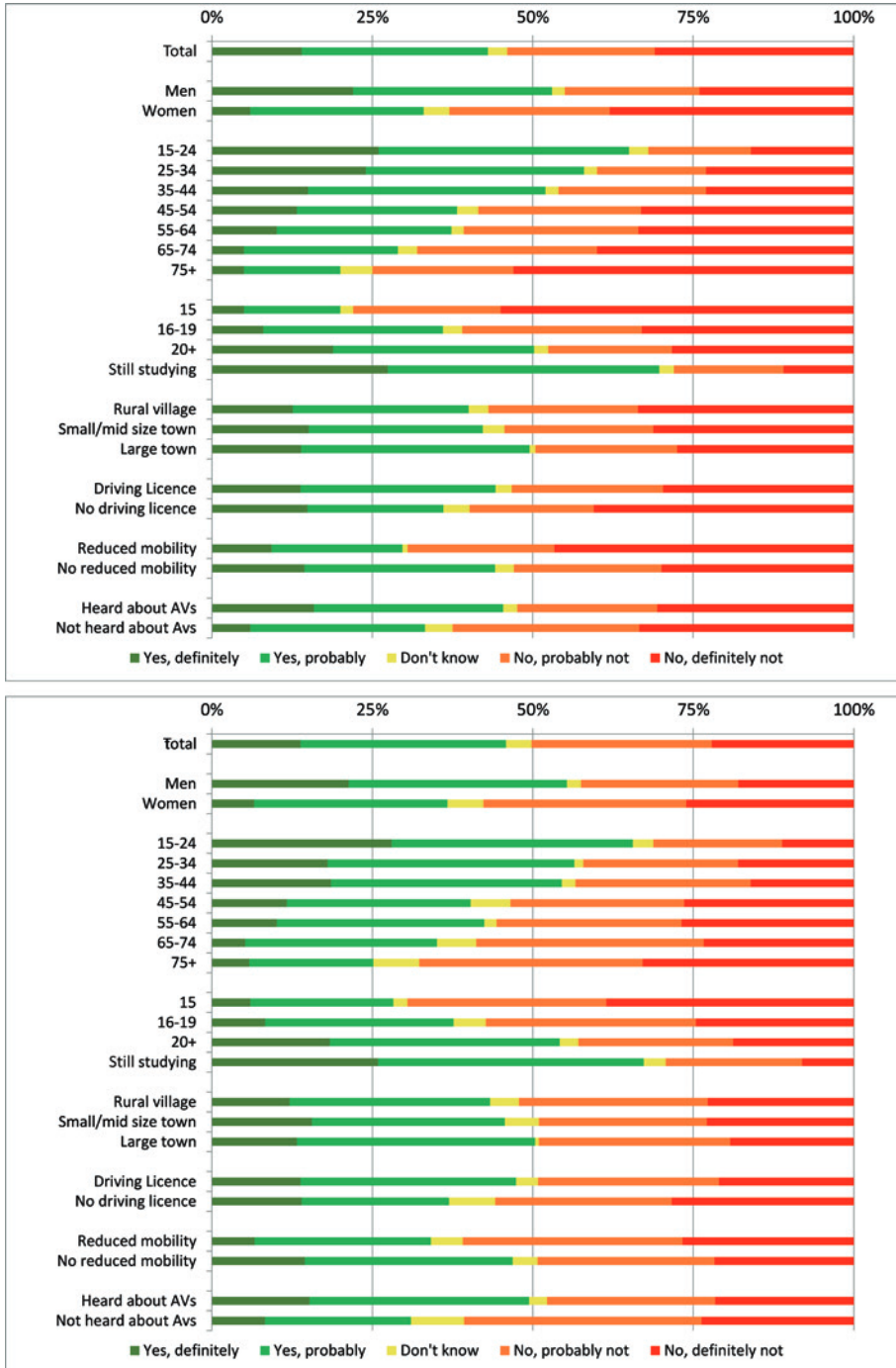


Abb. 3.3 Ergebnisse aus Eurobarometer 2019. Oben: „Are you ready to use FAV“; Unten: Do you support the deployment of FAV

Adressiertes Akzeptanzobjekt	Fokussierte Aspekte
Das Fahrzeug selbst	Bereitschaft, Kontrolle abzugeben
Erwartungen an Mobilitätsdienstleistungen als Teil der Alltagsgestaltung	Relevanz individueller/kollektiver Nutzung für die Nutzungsbereitschaft im Alltag
Grundlegende Vorstellungen über eine lebenswerte Umwelt und ein "gutes Leben"	Erwartete Chancen und Risiken von avF

Abb. 3.4 Bei der Ergebnisdarstellung fokussierte Aspekte

Ergebnisse einer qualitativen Studie zur sozialen Akzeptanz von avF

Um die vielen unterschiedlichen Aspekte aufzuzeigen, die für das Konzept sozialer Akzeptanz im Kontext von avF bedeutsam sein können, möchten wir im Folgenden kurz Ergebnisse einer qualitativen Interviewstudie zu dem Thema präsentieren. Quantitative Befragungen ermöglichen repräsentative Ergebnisse, sind aber auf relativ wenige Fragen reduziert, schon allein, weil die Befragung sonst zu lange dauern würde. Dem Antwortverhalten zu Grunde liegende Begründungsmuster lassen sich so kaum erschließen. Qualitative Ansätze, bei denen Menschen zum Beispiel in einer Art strukturiertem Gespräch zu bestimmten Sachverhalten interviewt werden, erlauben es, komplexere Zusammenhänge auszuleuchten. Allerdings muss dabei in der Regel mit verallgemeinernden Interpretationen deutlich vorsichtiger vorgegangen werden, weil nur eine kleine Anzahl Bürger befragt werden können, aber auch weil die Gespräche je nach Antwortmuster in jedem Interview etwas unterschiedlich verlaufen.

Im Frühsommer 2021 wurde im Karlsruher Ortsteil Weiherfeld-Dammerstock eine Interviewstudie mit Bürgern und Bürgerinnen durchgeführt. In diesem Stadtteil verkehrten seit dem Frühjahr 2021 drei automatisiert fahrende Shuttlebusse im Rahmen des Forschungsprojektes EVA-Shuttle (www.eva-shuttle.de). Die elektrisch betriebenen Minibusse des Herstellers Easymile waren per App buchbar und bedienten ein bestimmtes Gebiet innerhalb des Stadtteils. Die 30 Interviewpartner wurden nach soziodemografischen Kriterien auf Basis einer Melderegisterauskunft in einem Zufallsverfahren ausgewählt. Für das Auswahlverfahren spielte es keine Rolle; ob sie die EVA-Shuttles bereits genutzt hatten oder nicht. Für die leitfaden-gestützten Interviews wurden 10 junge Erwachsene (nach 1981 geboren) ohne Kinder, 10 Elternteile von kleineren Kindern sowie 10 ältere Erwachsene (zwischen 1946 und 1966 geboren) ausgewählt. Die Erhebung erfolgte mit einem bestimmtem methodischen Ansatz, auf den hier aus Platzgründen nicht eingegangen werden kann (vgl. Puhe et al. 2021; Fleischer et al. 2022). Wir konzentrieren uns im Folgenden auf eine kurze Zusammenfassung zentraler Ergebnisse, die verschiedene Aspekte sozialer Akzeptanz beleuchten (siehe Abb. 3.4).

Bei den jungen Erwachsenen und den Eltern können sich fast alle Befragten zumindest vorstellen, in bestimmten Situationen einer Automatisierung zu vertrauen, die selbständig alle Fahraufgaben und damit die Kontrolle über das Fahrzeug übernimmt. In allen drei interviewten Gruppen wurde dies vor allem damit begründet, dass eine Technologie, die in Deutschland für den Straßenverkehr zugelassen wird, mehr als ausreichend auf ihre Sicherheit überprüft worden sei. Es zeigte sich also ein hohes Vertrauen in die zulassenden Institutionen. Viele der befragten Eltern hätten hinsichtlich der Verkehrssicherheit keinerlei Bedenken, ihre Kinder alleine in einem automatisierten Shuttle mitfahren zu lassen. Deutlich skeptischer waren die Älteren, bei denen sich die klare Mehrheit zunächst einer Automatisierung nicht anvertrauen möchte. Einige können sich aber eine Nutzung nach einer Eingewöhnungsphase vorstellen. Mehrere der Befragten schätzen die Aufgabe, im normalen Verkehr mitzufahren, als zu komplex ein, als dass sie von einer Automatisierung gelöst werden könnte.

Etwas anders gelagert waren die Einschätzungen der jungen Erwachsenen. Mehrere Befragte sahen Vorteile in einer Automatisierung und würden sie in bestimmten Situationen durchaus nutzen, beispielsweise auf langen Autofahrten oder bei Müdigkeit. Gleichzeitig überwog in dieser Gruppe der Wunsch nach einer Teilautomatisierung, bei der der Fahrer eingreifen bzw. die Automatisierung in komplexen Situationen ausgeschaltet werden kann. Grund dafür waren weniger nur Sicherheitsfragen, sondern auch der Aspekt, dass in dieser Gruppe eine Mehrheit in bestimmten Situationen Spaß am Selbstfahren hatte.

Weiter wurde mit den Interviewten erörtert, inwiefern die Ausgestaltung von avF als individuelles (Nutzer ist alleine im Fahrzeug) oder als kollektives Angebot (Nutzer ist mit anderen Personen im Fahrzeug) entscheidend ist für deren Attraktivität. Die Ergebnisse zeigen, dass der Personenbesetzungsgrad nur einer unter mehreren Faktoren ist und oft auch nicht der wichtigste. Besonders die zeitliche Flexibilität, das Einsatzgebiet und die Zugänglichkeit des Angebotes spielen eine entscheidende Rolle für Bewertungsaussagen. Nur wenige Befragte lehnen eine kollektive Nutzung generell ab. Bei der Bewertung von Angebotsoptionen stand demnach deren Passfähigkeit mit den alltäglichen Mobilitätsanforderungen klar im Vordergrund und weniger die Frage, von wie vielen Personen das Fahrzeug genutzt wird.

Die Mehrheit der Befragten erwartet von der Einführung von avF Vorteile für Mobilität und Gesellschaft. So wird besonders bei den Eltern, aber auch in den anderen Gruppen, vielfach die Erwartung geäußert, dass avF-Angebote als Alternative zum eigenen Pkw angenommen werden, sodass die Pkw-Nutzung insgesamt zurückgeht, was wiederum als Gewinn für das Leben im städtischen Umfeld betrachtet wird. Gleichzeitig gab es aber durchaus auch Bedenken. Einige empfanden eine von Automatisierung und Robotern dominierte Welt nicht wünschenswert, weil die „Menschlichkeit“ verloren ginge. Die große Mehrheit sah avF-Angebote wie die Shuttles vor allem als einen Gewinn für mobilitätseingeschränkte Menschen. Allerdings sahen die meisten der interviewten Älteren für sich selbst (noch) keinen Bedarf. Im Hinblick auf gesellschaftliche Risiken durch avF gaben besonderes einige aus der Gruppe der Älteren

zu bedenken, dass avF zu mehr Verkehr führen könnte, sollte es bequemer werden, mobil zu sein. Zudem wurde befürchtet, dass mit avF der Individualverkehr attraktiver und die Bedeutung des eigenen Autos als Statussymbol gestärkt würden.

Insgesamt lassen sich die Reaktionen auf avF als „vorsichtig optimistisch“ umschreiben – zumindest bei den jungen Erwachsenen und bei den Eltern. Viele konnten sich eine Nutzung grundsätzlich vorstellen, die überwiegende Mehrheit sah in avF aber auch keine entscheidende Verbesserung für ihre aktuelle persönliche Mobilität. Es zeigte sich, dass die genaue Ausgestaltung des Angebots wichtig ist für die Nutzungsabsicht. Besonders bei den jungen Erwachsenen wurde Automatisierung zwar grundsätzlich begrüßt, aber für die persönliche Mobilität eher als „nice to have“ angesehen und weniger als Option, das eigene Mobilitätsverhalten zu verändern. Über alle Gruppen hinweg sahen die Befragten weniger individuelle Vorteile, sondern eher für das Mobilitätssystem insgesamt Verbesserungsoptionen durch avF.

Vergleicht man diese Resultate mit den Ergebnissen der quantitativen Befragung, so fällt mit Blick auf Abb. 3.3 auf, dass sich in beiden Befragungen die Älteren eher zurückhaltend zeigen. Bei den Interviews waren viele aus der Gruppe der Älteren recht skeptisch im Hinblick auf eine zuverlässige Umsetzbarkeit der Automatisierung von Fahraufgaben – einige können sich aber vorstellen, dass zukünftige Generationen das anders sehen werden. Die überdurchschnittlich positive Einstellung der Jüngeren in Abb. 3.3 findet sich in der qualitativen Studie nur teilweise wieder. Die meisten jungen Erwachsenen hatten kaum Sicherheitsbedenken, mehrere möchten aber gerne auch selbst fahren, weil sie Spaß am Fahren haben.

3.6.4 Ethische Perspektiven

Ethik kann und soll Orientierung geben, wenn es darum geht, Lösungen für gesellschaftliche Probleme und Herausforderungen zu finden. *„Aufgabe der Technikethik ist es, die normativen Hintergründe von Technikurteilungen und Technikentscheidungen nach Maßstäben rationaler Argumentation zu rekonstruieren, um auf diese Weise zu ethisch reflektierten und verantwortbaren Entscheidungen beizutragen“* (Grunwald und Hillerbrand 2021, S. 5). Generell steigt die Nachfrage nach ethischer Reflexion zum wissenschaftlich-technischen Fortschritt, seinen Zielen, Ergebnissen und Folgen seit vielen Jahrzehnten. Technischer Fortschritt, insbesondere wenn er so schnell voranschreitet, wie derzeit die Digitalisierung und Automatisierung, führt immer wieder zu Fragen, für die es (noch) keine klaren Entscheidungskriterien gibt, und damit zu Orientierungsdefiziten, Konflikten und Unsicherheiten (Grunwald und Hillerbrand 2021). Grunwald (2007) spricht in diesem Zusammenhang von *„normativer Unsicherheit“*.

Die vorhergehenden Abschnitte haben gezeigt, dass avF, wie jede andere neue Technologie, nicht als grundsätzlich positiv oder negativ eingeschätzt werden kann. Viele neue Optionen gehen mit avF einher, die wiederum Chancen und Risiken für Mobilität und Gesellschaft nach sich ziehen. Oft sind Chancen und Risiken nicht gleichmäßig über die

Gesellschaft verteilt, sodass es Gewinner und Verlierer geben kann. Daraus ergeben sich Zielkonflikte. Generell sind mit den Dienstleistungen und Folgen des soziotechnischen Systems Mobilität sehr viele unterschiedliche gesellschaftliche Interessen verbunden (z. B. Geschwindigkeit vs. Sicherheit; Umweltschutz vs. Kosten etc.). Solche Zielkonflikte sind nichts grundsätzlich Neues. Teilweise werden durch avF alte Konfliktlinien aufgegriffen, teilweise entstehen aber auch neue Konfliktkonstellationen. Bei solchen Kontroversen geht es keineswegs nur um die Technik selbst, sondern vielmehr auch um moralische Fragen, um unterschiedliche Zukunftsvorstellungen, Menschenbilder oder Gesellschaftsentwürfe (Grunwald und Hillerbrand 2021). Ethische Reflexionen können bei der Abwägung dieser Ziel- bzw. Wertekonflikte Orientierung bieten.

Die Bundesregierung hat bereits 2017 eine Ethikkommission eingesetzt, um ethische Aspekte in den Debatten und Gesetzgebungsverfahren zum Thema avF zu unterstützen. Kernthemen des Berichts sind die Sicherheit und Unfallvermeidung sowie Fragen des Datenschutzes. So argumentiert die Kommission in ihrem Abschlussbericht: *„Die Zulassung von automatisierten Systemen ist nur vertretbar, wenn sie im Vergleich zu menschlichen Fahrleistungen zumindest eine Verminderung von Schäden im Sinne einer positiven Risikobilanz verspricht“* (Ethikkommission 2017). Dabei wird davon ausgegangen, dass eine vollständige Unfallvermeidung nicht möglich sein wird, was entsprechende Entscheidungen bei der Programmierung erforderlich macht.

Damit ist auch das sogenannte Trolley-Dilemma angesprochen, auf das ethische Reflexionen im öffentlichen, aber teilweise auch im wissenschaftlichen Diskurs oft reduziert werden (Schippel und Hillerbrand 2021). Es geht um folgende Situation, die in unterschiedlichen Varianten diskutiert wird: Eine außer Kontrolle geratene Straßenbahn rollt ungebremst über eine Schienenstrecke, auf der fünf Personen festgebunden sind. Es ist klar, dass die Straßenbahn alle töten würde. Nun stellt man sich einen unbeteiligten Beobachter vor, der die Möglichkeit hat, einen Hebel umzulegen und damit eine Weiche anders zu stellen. Infolgedessen würde die Straßenbahn auf eine andere Strecke abgelenkt, auf der nur eine Person festgebunden ist, die aber ebenfalls von der Straßenbahn getötet würde. Das Dilemma besteht also darin, dass mindestens eine Person stirbt, egal ob der unbeteiligte Beobachter den Hebel umlegt oder nicht. Diese Situation wird gerne auf das autonome Fahren übertragen. Beispiel wäre eine Situation, in der ein autonomes Fahrzeug einen Unfall, bei dem 10 Kinder sterben würden, nur vermeiden kann, indem es ein Ausweichmanöver startet, bei dem das Auto zwei Senioren tödlich verletzt. Die Frage wäre, wie ein entsprechender Algorithmus programmiert werden soll. Die oben genannte Ethikkommission lehnt im Hinblick auf eine solche Dilemma-Situation eine Aufrechnung von Opfern ab, hält aber eine Programmierung, die Schaden begrenzt, für vorstellbar: *„Bei unausweichlichen Unfallsituationen ist jede Qualifizierung nach persönlichen Merkmalen (Alter, Geschlecht, körperliche oder geistige Konstitution) strikt untersagt. Eine Aufrechnung von Opfern ist untersagt. Eine allgemeine Programmierung auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden kann vertretbar sein. Die an der Erzeugung von Mobilitätsrisiken Beteiligten dürfen Unbeteiligte nicht opfern.“* (Ethik-Kommission 2017, S. 11).

Weiter fordert die Kommission, dass die Technik so gut sein sollte, dass ein avF erst gar nicht in solch eine Situation kommt. Gerade bei einem hohen Vernetzungsgrad zwischen den Fahrzeugen und zwischen Fahrzeug und Infrastruktur ist sicherlich davon auszugehen, dass solche Situationen eher unwahrscheinlich werden – zumindest sollten sie noch deutlich unwahrscheinlicher werden, als wenn ein menschlicher Fahrer das Fahrzeug steuert. Zudem hätte ein menschlicher Fahrer in solchen Situationen wohl kaum die Zeit für eine ethische Abwägung und würde vermutlich sehr intuitiv und vielleicht eher zufällig handeln. Er müsste ja zunächst die Folgen des Unfalls richtig abschätzen können, bevor er seine Entscheidung abwägen könnte. Auch das scheint in vielen Situationen in der Kürze der Zeit wenig realistisch. Selbst wenn man also vorab von allen Verkehrsteilnehmern anerkannte Entscheidungskriterien festlegen könnte, wie z. B., dass eine geringere Zahl an Personen gefährdet werden sollte, so wären avF besser als Menschen in der Lage, die Folgen einer Entscheidung in Sekundenbruchteilen abzuschätzen. So gesehen, könnte Automatisierung möglicherweise helfen, moralische Standards zu erfüllen, die wir ohne Digitalisierung nicht erreichen könnten (Schippl und Hillerbrand 2021). Das würde einem Algorithmus, der ähnlich wie ein Mensch eher zufällig entscheidet, entgegen sprechen. Letztlich sind damit auch Haftungsfragen verbunden, die bisher kaum geklärt sind und auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann. Festzuhalten bleibt, dass sich bei dem Trolley-Dilemma um ein Gedankenexperiment handelt, das vermutlich nur äußerst selten in einer echten Situation und dann nur ansatzweise zum Tragen kommt.

Ähnlich, aber etwas anders gelagert als beim Trolley-Dilemma lässt sich fragen: Wenn es möglich wird, Maschinen eine auf moralischen Grundsätzen basierende Entscheidungsfindung einzuprogrammieren, werden dann Eigeninteressen oder das Gemeinwohl überwiegen? In einer Reihe von Umfragen fanden Bonnefon et al. 2016 heraus, dass die Teilnehmer zwar autonome Fahrzeuge befürworten, die Passagiere opfern könnten, um andere zu retten, es aber vorziehen würden, nicht in solchen Fahrzeugen zu fahren. Das zukünftige Verhältnis von Eigeninteressen zu Gemeinwohl könnte im Hinblick auf einige andere Fragen schon bald Klärungsbedarf erfordern. Perspektivisch könnte es moralisch geboten sein, menschliche Fahrer zu verbieten, wenn es sich herausstellt, dass avF im Vergleich deutlich sicherer wären. Weiter stellt sich die deutlich weniger dramatisch aufgeladene Frage, ob der Fahrer oder Nutzer eines selbstfahrenden Fahrzeugs den Weg noch selbst bestimmen kann oder ob das eine zentrale Steuerung übernimmt. Muss man vielleicht zu Gunsten der Optimierung des Gesamtsystems einen Umweg in Kauf nehmen (Schippl und Hillerbrand 2021)?

Andere ethische Fragen sind sicherlich viel drängender als das Trolley-Dilemma und sollten zeitnah diskutiert werden. Dabei ist vor allem an angemessene Abwägungsprozesse zwischen den oben angesprochenen Zielkonflikten zu denken. Es geht darum, möglichst frühzeitig die Auswirkungen von avF im Hinblick auf Werte wie Sicherheit, Datenschutz

und ökologische Nachhaltigkeit integrativ zu betrachten und darauf aufbauend entsprechende Maßnahmen oder Regelungen zu etablieren. Zudem ist zu klären, inwieweit, von wem und zu welchem Zeitpunkt derartige ethische Fragen im Zusammenhang mit dem automatisierten Fahren im Rahmen verkehrspolitischer Entscheidungsfindung zu berücksichtigen sind (Schippl und Hillerbrand 2021). Wichtig sind hier besonders die Auswirkungen von avF auf das Mobilitätssystem als Ganzes. Welches zukünftige Mobilitätssystem möchte die Gesellschaft und wie kann welche Form von avF dazu beitragen?

Fazit und Ausblick zu Abschn. 3.6

Wie die Ausführungen in diesem Beitrag verdeutlichen, hängt die weitere Entwicklung von avF keineswegs nur von technischen Faktoren ab. Gesellschaftliche Erwartungen, Akzeptanzfragen sowie ethische Reflexionen spielen eine mindestens ebenso wichtige Rolle. Anders ausgedrückt: Technische Aspekte sind notwendig, aber nicht hinreichend, um die Entwicklungspotenziale und Realisierungschancen von avF zu verstehen. Es gilt auch die Wechselwirkungen von technischen Entwicklungen und gesellschaftlichen Aspekten im soziotechnischen Mobilitätssystem umfassend zu berücksichtigen. Sowie die technische Seite permanent Änderungen durchläuft, so sind auch die gesellschaftlichen Aspekte nicht als statisches Konstrukt zu verstehen. Insbesondere Akzeptanzfragen, damit verbundene Erwartungen an avF sowie der Stand ethischer Reflexion werden sich ändern und weiterentwickeln. Umso wichtiger ist es, auch im Bereich der gesellschaftlichen Aspekte immer wieder den aktuellen Stand zu erfassen und Entwicklungen fortzuschreiben.

Wie auch andere Beiträge in diesem Buch zeigen, bringt avF sowohl Chancen wie auch Risiken für die Gesellschaft mit sich. Gerade vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, dass gesellschaftliche Reflexionen zu den Erwartungen an die Zukunft von avF stattfinden, die einerseits Befürchtungen berücksichtigen, andererseits versuchen, bei Zielkonflikten über transparente ethische Abwägungen Prioritäten zu setzen. Die Gesellschaft muss in der Lage sein, zu entscheiden, welche Form von avF sie wann und wo möchte – sonst besteht die Gefahr, dass sich die Technik „suboptimal“ entwickelt und womöglich die negativen Wirkungen den gesellschaftlichen Nutzen überwiegen.

Anmerkungen

1. Deutschland Mobil (2020) <https://www.deutschland-mobil-2030.de/vdv-broschuere-doppelseiten-deutschland-mobil-2030.pdf?forced=true>.

Literatur

Weiterführende Literatur

- ACE (2015) Wie weit kann Technik den Fahrer ersetzen? Entwickler oder Gesetzgeber – wer gibt die Richtung vor? Automatisiertes Fahren kein Garant für Unfallverhütung. 53. Deutscher Verkehrsgerichtstag 2015. https://www.ace.de/fileadmin/user_uploads/Der_Club/Dokumente/Verkehrspolitik/Verkehrsgerichtstag/2015/JS-PM_AK_IL_Automatisiertes_Fahren_redigiert_n.pdf
- Ackermann T et al (2021a) Digitale Transformation des ÖPNV – Chancen, Lösungen und Herausforderungen für die Branche, S 240 f.
- Ackermann T (2021b) in Gade et al. RAMONA - Realisierung automatisierter Mobilitätskonzepte im Öffentlichen Nahverkehr. Abschlussbericht
- ADAC (2022) Spion im Auto: Diese Fahrzeugdaten werden gespeichert. <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/assistenzsysteme/daten-modernes-auto/>
- Agora Verkehrsende (2020) Die Automatisierung des Automobils und ihre Folgen. Chancen und Risiken selbstfahrender Fahrzeuge für nachhaltige Mobilität. Durchführung: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), Berlin
- ARTEMIS-IA, Advancy (2019) Embedded intelligence: trends and challenges
- Baier R et al (2007) Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ ÖPSV; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen BAST Heft M 190 Bergisch Gladbach 2007
- Bernhart W, Kaise H, Ohasi Y, Schönberg T, Schilles L (2018) Reconnecting the rural: autonomous driving as a solution for non-urban mobility. Roland Berger GmbH, Frankfurt a. M.
- BMVI (2017) Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr Herausforderungen für die zukünftige Verkehrspolitik. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur. In: Zeitschrift für Straßenverkehrstechnik (8 & 9)
- Böckler L et al (2021) Genehmigungsprozesse bei Einsatz von automatisierten Shuttle-Bussen im ÖPNV, ECTL Workingpaper 53/2021, S 38 ff.
- Bösch PM, Becker F, Becker H, Axhausen KW (2018) Cost-based analysis of autonomous mobility services. Transp Policy 64:76–91. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.09.005>
- Bubb H (2001) Haptik im Kraftfahrzeug; erschienen in: Jürgensohn T, Timpe KP (Hrsg) Kraftfahrzeugführung. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-56721-6_11
- Bundesrat (2021) Vgl. BR-Drs. 86/22, S 66 ff., 71 ff.
- Bundesrat (2022) BR-Drs. 86/22; BGBl. I 22/2022 vom 30.06.2022, S 986 ff.
- Bundesverkehrsministerium (2021) Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr vom 21. Juni 1975 (BGBl. I S. 1573), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. April 2021 (BGBl. I S. 822)
- Bundesverkehrsministerium (2022a) Vgl. § 3 Abs. 2 Nr. 2 AFGBV i. V. m. Anlage 3 AFGBV
- Bundesverkehrsministerium (2022b) Fahrzeug-Zulassungsverordnung vom 3. Februar 2011 (BGBl. I S. 139), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Juni 2022 (BGBl. I S. 986)
- C-ROADS (2022) Documents. <https://www.c-roads.eu/platform/documents.html>
- Canzler W (2019) Autonome Flotten. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen. Unter Mitarbeit von Andreas Knie und Lisa Ruhrort. Oekom, München. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6389389>
- Canzler W, Knie A, Ruhrort L (2019) Autonome Flotten. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen. Oekom, München. <https://ebookcentral.proqu-est.com/lib/kxp/detail.action?docID=6389389>

- Del Duce A, Trachsel T, Hoerler R (2020) Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Teilprojekt 6: Räumliche Auswirkungen. Forschungsprojekt ASTRA 2018/006 auf Antrag des Bundesamtes für Straßen (ASTRA)
- Deloitte (2019) Urbane Mobilität und autonomes Fahren im Jahr 2035. Welche Veränderungen durch Robotaxis auf Automobilhersteller, Städte und Politik zurollen. <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/trends/urbane-mobilitaet-autonomes-fahren-2035.html>
- Deublein M (2013) Roadway accident risk prediction based on Bayesian probabilistic networks. Doctoral dissertation, ETH, Zurich
- Deublein M (2020a) Automatisiertes Fahren: Mischverkehr. Beratungsstelle für Unfallverhütung BFU; Bern 2020. Forschung 2.376. <https://doi.org/10.13100/BFU.2.376.01.2020>
- Deublein M (2020b) Automatisiertes Fahren: Fahrausbildung. Beratungsstelle für Unfallverhütung BFU; Bern 2020. Forschung 2.387. <https://doi.org/10.13100/BFU.2.387.01.2020>
- Deutscher Bundestag (2021a) Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3108) geändert worden ist
- Deutscher Bundestag (2021b) Vgl. BT-Drs. 19/27439, S 30, 36 f.
- Deutscher Bundestag (2021c) BT-Drs. 19/27439, S 46; vertiefend Leonetti, E. (2021) En. iv, S 101 ff.
- Deutscher Bundestag (2021d) BT-Drs. 19/27439; BGBl. I 48/2021 vom. 27.07.2021, S 3108 ff.
- Deutscher Bundestag (2021e) BT-Drs. 19/27439, S 29 – „Grundsätzlich soll es nicht ausgeschlossen sein, dass die Technische Aufsicht für den Betrieb mehrerer Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen zuständig ist solange jedoch die Wahrnehmung der entsprechenden Pflichten im Einzelfall sichergestellt ist“
- Deutscher Bundestag (2021f) Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3108)
- Deutscher Bundestag (2021g) Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung vom 26. April 2012 (BGBl. I S. 679), zuletzt geändert durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3091)
- Deutscher Bundestag (2021h) Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), zuletzt geändert durch Artikel 13 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3091)
- Deutscher Bundestag (2021i) Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. April 2021 (BGBl. I S. 822)
- Deutschland Mobil (2020) <https://www.deutschland-mobil-2030.de/vdv-broschuere-doppelseiten-deutschland-mobil-2030.pdf?forced=true>
- Dierkes F et al (2019) Infrastrukturbedarf automatisiertes Fahren – Grundlagenprojekt. Bremen: Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG 2019; Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt, Fahrzeugtechnik F 130
- DVR (2021) Praxishilfen zur Verkehrssicherheit – Mit Bus und Bahn zur Arbeit; Deutscher Verkehrssicherheitsrat e. V. Berlin und Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik Mannheim 2021. https://www.dvr.de/fileadmin/downloads/materialien-fuer-betriebe-und-oeffentliche-einrichtungen/Praxishilfe_fuer_IK_und_BG/Praxishilfen-zur-Verkehrssicherheit-Mit-Bus-und-Bahn-zur-Arbeit.pdf. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- EBP (2017) Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz Schlussbericht Grundlagenanalyse (Phase A). Zürich. https://staedteverband.ch/cmsfiles/171024_BaslerFonds_aFz_Phase%20A_Schlussbericht_de_1.pdf, zuletzt aktualisiert am 24.10.2017, zuletzt geprüft am 07.06.2022
- Effler, VW Sedic (2018) Während der Fahrt nicht mit dem Computer sprechen (2018), heruntergeladen 04.09.2022. https://www.zeit.de/mobilitaet/2018-03/vw-sedic-fahrerloser-schulbus-autonomes-fahren-genfer-autosalon?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.de%2F

- Engel B, Grenz D (2021) Szenarien für die Karlsruher Oststadt. Umnutzung von Verkehrsflächen als Beitrag zu einer nachhaltigen Quartiersentwicklung. In: Schippl J, Burghard U, Baumgartner N, Engel B, Kagerbauer M, Szimba E (Hrsg) Beiträge aus: Profilverein Mobilitätssysteme Karlsruhe. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, S 1–20. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2022012002391930807071>
- ENX (2022) TISAX trusted information security assessment exchange. <https://portal.enx.com/de-de/TISAX/>
- Ethik-Kommission (2017) Automatisiertes und Vernetztes Fahren. Bericht. Eingesetzt durch den Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile
- EU (2008) Richtlinie 2008/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur
- European Commission (2021) Vehicle safety – technical requirements & test procedures for EU type-approval of event data recorders (EDRs). https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12989-Vehicle-safety-technical-requirements-&-test-procedures-for-EU-type-approval-of-event-data-recorders-EDRs_en
- European Commission (2022a) eCall – Kraftfahrzeugassistentensystem für Notrufe an die europäische Notrufnummer 112. https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/security-and-emergencies/emergency-assistance-vehicles-ecall/index_de.htm
- European Commission (2022b) Cooperative, connected and automated mobility (CCAM). https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems/cooperative-connected-and-automated-mobility-ccam_en
- FGSV (2003) Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen ESN; Technische Regelwerke FGSV. FGSV Verlag GmbH
- Fleischer T, Schippl J (2018) Automatisiertes Fahren. TATuP 27(2):11–15. <https://doi.org/10.14512/tatup.27.2.11>
- Fleischer T, Schippl J, Yamasaki Y, Taniguchi A (2021) Social acceptance of automated driving: some insights from comparative research in Japan and Germany
- Fleischer T, Puhe M, Schippl J (2022) Autonomes Fahren und soziale Akzeptanz: konzeptionelle Überlegungen und empirische Einsichten. J Mobil Verk 12:9–23
- Frank L, Bradley M, Kavage S, Chapman J, Lawton TK (2008) Urban form, travel time, and cost relationships with tour complexity and mode choice. Transportation 35(1):37–54
- Friedrich M, Hartl M (2016) MEGAFON. Modellergebnisse geteilter autonomer Fahrzeugflotten des öffentlichen Nahverkehrs. Universität Stuttgart, Stuttgart. <https://www.vdv.de/megafon-abschlussbericht-20161212.pdf>. Zugegriffen: 24. Juli 2018
- Friedrich M, Hartl M, Magg C (2018) „Impacts of vehicle sharing with driverless cars on urban transport“. <https://www.springerprofessional.de/en/impacts-of-vehicle-sharing-with-driverless-cars-on-urban-transpo/16018900>
- Fraedrich E, Heinrichs D, Cyganski R, Bahamonde-Birke F (2017a) Self-driving cars and city planning: expectations and policy implications. German Aerospace Center (DLR), Berlin. https://elib.dlr.de/115077/1/Fraedrich%20et%20al_Self-driving%20cars%20and%20city%20planning_ETC%202017a.pdf
- Fraedrich E, Kröger L, Bahamonde-Birke F, Frenzel I, Liedtke G, Trommer S, Lenz B, Heinrichs D (2017b) Automatisiertes Fahren im Personen- und Güterverkehr. Auswirkungen auf den Modal-Split, das Verkehrssystem und die Siedlungsstrukturen. Hg. v. e-mobil BW GmbH – Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) Institut für Verkehrsforschung und Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/Studie_AutomatisiertesFahren.pdf

- Gasser T et al (2015) Bericht zum Forschungsbedarf: Runder Tisch au-tomatisiertes Fahren – AG Forschung: Deutsches Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, BMVI 2015
- Gatzke S (2020) Verkehrszulassung autonomer Forschungsfahrzeuge, FMR-Arbeitspapier 6/2020, S 3 ff.
- GDV (2018) Erhöht automatisiertes Fahren die Sicherheit? Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. 2018
- GDV (2019) Verkehrssicherheit an Haltestellen des ÖPNV; Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. 2019. <https://www.udv.de/resource/blob/79426/40d34c59209f5eae33e73218b7f57a42/95-vs-an-oepnv-haltestellen-data.pdf>. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- Geels FW (2012) A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *J Transp Geogr* 24:471–482. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>
- Gruber C, Sammer G (2019) Erwartungen, verkehrspolitische Auswirkungen und Handlungsbedarf für automatisierte Fahrzeuge und Mobilitätsdienste. *Straßenverkehrstechnik* 63(4):245–254
- Grunwald A (2005) Zur Rolle von Akzeptanz und Akzeptabilität von Technik bei der Bewältigung von Technikkonflikten. *TATuP* 14(3):54–60. <https://doi.org/10.14512/tatup.14.3.54>
- Grunwald A (2007) Orientierungsbedarf, Zukunftswissen und Naturalismus. Das Beispiel der »technischen Verbesserung« des Menschen. *Dtsch Z Philos* 2007(55/6):949–965
- Grunwald A (2015) Gesellschaftliche Risikokonstellation für autonomes Fahren – Analyse, Einordnung und Bewertung. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (Hrsg) *Autonomes Fahren*. Springer, Berlin, S 661–685
- Grunwald A, Hillerbrand R (2021) Überblick über die Technikethik. In: Grunwald A, Hillerbrand R (Hrsg) *Handbuch Technikethik*, 2., aktual. u. erw. Aufl. Metzler, Berlin, S 3–12 (ein Teil von Springer Nature)
- Heinrichs D (2015) *Autonomes Fahren und Stadtstruktur*. In: Maurer M, Gerdes J, Lenz B, Winner H (Hrsg) *Autonomes Fahren*. Springer Vieweg, Berlin
- Heinze C (2014) § 21 PBefG, Rn. 6 ff. In: Heinze C, Fehling M, Fiedler L (Hrsg) *PBefG-Kommentar*
- Heinze GW, Kill HH (2008) Finanzierung des ÖPNV in dünnbesiedelten, strukturschwachen Regionen: Neue Wege zu einem attraktiven ÖPNV, Abschlussbericht, FE-Vorhaben Nr. 70.0784/2006/im Forschungsprogramm Stadtverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2008); Büro für Verkehrsplanung und Verkehrsforschung, Prof. Dr. G.W. Heinze; Prof. Dr.-Ing. Heinrich H. Kill. <https://svn.vsp.tu-berlin.de/repos/public-svn/publications/vspwp/2008/08-25/HeinzeKill2008FinanzierungBericht.pdf>
- Holst A (2022) Voraussetzung an die Infrastruktur für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge im ländlichen Raum. Dissertation, Technische Universität Berlin, S 193, 225 ff.
- Hörl S, Becker F, Dubernet T, Axhausen KW (2019) Induzierter Verkehr durch autonome Fahrzeuge – Eine Abschätzung. Forschungsprojekt SVI 2016/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)
- Ifmo, Trommer S, Kolarova V, Fraedrich E, Kröger L, Kickhöfer B, Kuhnimhof T, Lenz B, Phleps P (2016) *Autonomous driving – the impact of vehicle automation on mobility behaviour*
- International Transport Forum (2014) *Road safety annual report 2014*. OECD Publishing, Paris
- Kirschbaum, Nohroudi, Gerhardy (Door2door) (2021) *Strategiepapier Next Generation Ridepooling*, heruntergeladen 04.09.2022
- Kolb et al (2019) Technische Aspekte des automatisierten Fahrens, in: *Autonome Shuttlebusse im ÖPNV*, 2020, S 57 ff.; Luchmann et al. (2019), En. i, S 15 ff.
- Kremenovic J et al (2021) *Mobilität findet Stadt – Fokus: Automatisierte Mobilität*; AustriaTech – Gesellschaft des Bundes für technologiepolitische Maßnahmen GmbH, Wien. https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publikationen/PDF-Dateien/580a8c1e8f/202105_Mobilitat_findet_Stadt_AM_Web.pdf. Zugegriffen: 29. Juni 2022

- Lang N, Herrmann A, Hagenmaier M, Richter M (2020) Can self-driving cars stop the urban mobility meltdown? Boston Consulting Group, BCG GAMMA, University of St. Gallen. <https://www.bcg.com/de-at/publications/2020/how-autonomous-vehicles-can-benefit-urban-mobility>. Zugegriffen: 5. Mai 2022
- Lanz K, Ruff B, Federer L (2019) Verlässlicher, dynamischer, innovativer – für zukunftsfähige Schweizer Infrastrukturen: Infrastrukturbericht 2019. *economiesuisse* Zürich 2019
- Larsson R, Tingvall C (2013) The safe system approach – a road safety strategy based on human factors principles. In: Harris D (Hrsg) *Engineering psychology and cognitive ergonomics. Applications and services*. EPCE 2013. *Lecture notes in computer science*, Bd 8020. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39354-9_3
- Legègne MF, Auping WL, Correia GHA, van Arem B (2020) Spatial impact of automated driving in urban areas. *J Simul* 14(4):295–303. <https://doi.org/10.1080/17477778.2020.1806747>
- Lemmer K (Hrsg) (2019) Neue autoMobilität II. Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft. *acatech STUDIE*. utzverlag GmbH
- Lemmer K (2019) Neue Automobilität II: Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft; Aca-tech München 2019
- Lenz B. (2017) *Automatisiertes Fahren: Chancen und Risiken für die Mobilität von morgen*: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt 2017
- Lenz B, Fraedrich E (2015) Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H (Hrsg) *Autonomes Fahren*. Springer, Berlin, S 639–660
- Leonetti E (2020) Robo-Shuttles: Chance für den ÖPNV der Zukunft. *DeineBahn* 2(2020):36 f.
- Leonetti E (2021a) Rechtsrahmen und offene Regulierungsfragen für die Integration autonomer Verkehrsangebote im ÖPNV. In: Hermann M, Knauff M (Hrsg) *Autonomes Fahren – Ethische, rechtliche und politische Perspektiven*, S 81, 83 f., 90
- Leonetti E (2021b) Automatisiertes Fahren – ÖPNV. In: Chibanguza K, Kuß C, Steege H (Hrsg) *Handbuch Künstliche Intelligenz*, § 3 Q, Rn. 4ff. mwN
- Leonetti E (2021c) En. iv, S 101 ff., sowie auch Steege, H. (2021) Gesetzesentwurf zum autonomen Fahren, SVR 2021 128, 131
- Luchmann I et al (2019) FOPS-Bericht 70.941 – Voraussetzungen & Einsatzmöglichkeiten von automatisiert und elektrisch fahrenden (Klein-) Bussen im ÖPNV, S 10 ff.
- Lucke D (1995) *Akzeptanz*. VS Verlag, Wiesbaden
- Lytrivis P et al (2018) Assessment of road infrastructure advances for mixed vehicle traffic flows: the INFRAMIX approach. IRF Global R2T Conference; 07.11.2018; Las Vegas, NV USA
- Lytrivis P et al (2020) Infrastructure classification scheme; projekt INFRAMIX – road INFRAstructure ready for mIxed vehicle traffic flows in Horizon 2020 Research and Innovation Program der europäischen Union 2019
- Malzhacker N (2021) § 3 J. Automatisiertes Fahren – Völker- und Europarecht im Hinblick auf das Zulassungs- und Verhaltensrecht. In: Chibanguza K, Kuß C, Steege H (Hrsg), *Handbuch Künstliche Intelligenz*. Nomos: Baden-Baden
- Maurer M et al (2015) *Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer, Berlin
- May AD, Shepherd S, Pfaffenbichler P, Emberger G (2020) The potential impacts of automated cars on urban transport: an exploratory analysis. *Transp Policy* 98(2020):127–138
- Mederle S (2021) *Autonomer Shuttlebus in Bad Birnbach*; Bayerisches Zentrum für Tourismus e. V. Kempten 2021. https://bzt.bayern/wp-content/uploads/2021/01/Best_Practice_Auton_Shuttlebus_Bad_Birnbach.pdf. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- Meyer J, Bösch PM, Becker H, Axhausen KW (2016) Erreichbarkeitswirkungen autonomer Fahrzeuge. *Internationales Verkehrswesen* 69

- Meyer J, Becker H, Bösch PM, Axhausen KW (2017) Autonomous vehicles: the next jump in accessibilities? *Res Transp Econ* 62:80–91. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>
- Mitschke M, Wallentowitz H (2004) Regelkreis Fahrer-Kraftfahrzeug; erschienen in: *Dynamik der Kraftfahrzeuge*. VDI-Buch. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-662-06802-1_18
- Nassi B, Mirsky Y, Nassi D, Ben Netanel R, Elovici Y (2020) Phantom of the ADAS – securing advanced driver assistance systems from split-second phantom attacks. *ACM SIGSAC conference on computer and communications security*. 2020. <https://www.nassiben.com/phantoms>
- Neubauer M, Comby F (2022) Abschlussbericht SmartShuttle Sion 2016–2020; PostAuto AG Bern 2022
- Nobis C, Kuhnimhof T (2018) Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht [Mobility in Germany – MiD report on results]. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (No. FENr. 70.904/15). Bonn, Berlin
- POSTAUTO (2016) SmartShuttle-Testbetrieb in Sitten wieder aufgenommen; Medienmitteilung vom 6. Oktober 2016; Postauto AG Bern 2016. <https://www.postauto.ch/de/news/smartshuttle-testbetrieb-sitten-wieder-aufgenommen>. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- Puhe M, Schippl J, Fleischer T, Vortisch P (2021) Social network approach to analyze stability and variability of travel decisions. *Transp Res Rec* 2675(9):398–407. <https://doi.org/10.1177/03611981211002200>
- RappTrans AG (2017) Automatisiertes Fahren; Initialprojekt: Klärung des Forschungs- und Handlungsbedarfs. Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Straßen
- Rentschler C et al (2020) Systemgrenzen in der Routenplanung autonomer Shuttlebusse. In: *Neue Dimensionen der Mobilität*, Proff (Hrsg) S 220, 320
- Rhode P (2018) New Yorks ÖPNV durch Ubers Konkurrenz in Schwierigkeiten. In: *Taxi Times* vom 26.7.2018. <https://www.taxi-times.com/new-yorks-oePNV-durch-ubers-konkurrenz-in-schwierigkeiten/>
- Riener A et al (2020) Autonome Shuttlebusse im ÖPNV – Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht. *Kommentar Klaus Müller; Vorstand DB Regio Bus*. Springer Vieweg, Berlin, S 2020
- Rip A, Kemp R (1998) Technological change. In: Rayner S, Malone EL (Hrsg) *Human choice and climate change*. Columbus, Ohio, S 327–399. <https://www.semanticscholar.org/paper/Technological-change-Rip-Kemp/47395c4a2d310598d1e945873ee3787535df2844#citing-papers>
- Rupprecht S et al (2018) „Automation Ready“ Framework: COEXIST-Project, final report [Version 1]; 2018
- SAE International (2018) Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles
- Salzburg Research (2021) Digibus Austria; Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H. Salzburg 2021. <https://www.digibus.at/>. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- Schaarschmidt E et al (2021) Grundlagen zur Kommunikation zwischen automatisierten Kraftfahrzeugen und Verkehrsteilnehmern; *Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen BASt Heft F 138 Bergisch Gladbach* 2021
- Schnieders R (2020) Europäische Fahrzeugzulassung, In: *VerwArch* 2020, 372, 293; Malzhacker, N. in: *Handbuch Künstliche Intelligenz*, Chibanguza K., Kuß, Steege, H. (Hrsg.) § 3 J, Rn. 28 ff.
- Schippl J, Hillerbrand R (2021) Automatisiertes Fahren. In: *Grunwald A, Hillerbrand R (Hrsg) Handbuch Technikethik*, 2., aktual. u. erw. Aufl. Metzler, Berlin, S 378–382 (ein Teil von Springer Nature)
- Schippl J, Burghard U, Czech A (Hrsg) (2021) Soziale Akzeptanz von neuen Mobilitätsangeboten und städtebaulichen Veränderungen. Ergebnisse einer Interviewstudie. in: *Städtebauliche und sozioökonomische Implikationen neuer Mobilitätsformen*. In: Schippl J, Burghard U, Baumgartner N, Engel B, Kagerbauer M, Szimba E (Hrsg) *Beiträge aus: Profilverregion Mobilitätssysteme Karlsruhe*. KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, S 31–75. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2022012002391930807071>

- Schippl J, Truffer B, Fleischer T (2022) Potential impacts of institutional dynamics on the development of automated vehicles: towards sustainable mobility? *Transp Res Interdiscip Perspect* 14:100587. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100587>
- Sieber L, Ruch C, Hörl S, Axhausen KW, Frazzoli E (2020) Improved public transportation in rural areas with self-driving cars: a study on the operation of Swiss train lines. *Transp Res Part A Policy Pract* 134:35–51
- Steege H (2021) (2021) Gesetzesentwurf zum autonomen Fahren. *SVR* 128:129
- Szimba E, Hartmann M (2020) Assessing travel time savings and user benefits of automated driving – a case study for a commuting relation. *Transp Policy* 98:229–237. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.03.007>
- Szimba E, Leisener L (2021) Wie ändern sich Mobilitätskosten durch die Automatisierung im Verkehr? In: Schippl et al. 2021, S 107–115
- UITP (2017) Autonomous vehicles: a potential game changer for urban mobility. Policy brief. Brussels. https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Policy-Brief-Autonomous-Vehicles_2.4_LQ.pdf
- United Nations (2021) Addendum 159 – UN Regulation No. 160. https://unece.org/sites/default/files/2021-10/R160e%20_0.pdf
- Upstream Security (2021a) Upstream Security's 2021 Global Automotive Cybersecurity Report. <https://upstream.auto/2021report/>
- Upstream Security (2021b) Vulnerabilities found in agricultural equipment manufacturer's apps and website. <https://upstream.auto/research/automotive-cybersecurity/?id=8420>
- Upstream Security (2021c) Giant ride-hailing tech found to have interfered with privacy of over 1 million Australians. <https://upstream.auto/research/automotive-cybersecurity/?id=8670>
- van Lente H (1993) Promising technology. The dynamics of expectations in technological developments. Enschede, Univ., Diss. 1993. Delft: Eburon (WMW-publikatie, 17)
- VDV (2021) <https://www.vdv.de/personal-und-fachkraeftebedarf-im-oenpv.aspx>
- VDV (2022a) Autonome Shuttle-Bus-Projekte in Deutschland; Liste & Details der Projekte; Verband Deutscher Verkehrsunternehmen 2022. <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- VDV (2022b) VDV-Vorschlag 5x25x2025. <https://www.vdv.de/presse.aspx?id=cc7d3967-14bb-4fc7-8025-1ca052f19f52&mode=detail>
- Weber F et al (2019) Designing cooperative interaction of automated vehicles with other road users in mixed traffic environments: interACT D.4.2 Final interaction strategies for the interACT Automated Vehicles [WP4: Suitable HMI for successful human-vehicle interaction]; EU Project interACT 2019
- WEF (2018) Reshaping urban mobility with autonomous vehicles lessons from the City of Boston. In collaboration with The Boston Consulting Group
- Wiener Linien (2021) auto-bus-seestadt; Wiener Linien GmbH & Co KG Wien 2021. <https://www.wienerlinien.at/auto-bus-seestadt>. Zugegriffen: 29. Juni 2022
- Wikipedia (2022) UNECE R155. https://de.wikipedia.org/wiki/UNECE_R_155
- Willi C, Deublein M, Hafsteinsson H (2019) Automatisiertes Fahren: Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit in der Schweiz; [Schlussbericht vom 31. Mai 2018] Fonds für Verkehrssicherheit und EBP Schweiz AG 2019
- Wintersberger P et al (2020) Evaluierung von Benutzeranforderungen für die Kommunikation zwischen automatisierten Fahrzeugen und ungeschützten Verkehrsteilnehmern; entnommen aus RIENER ET AL (2020) Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Springer Vieweg, Berlin
- Wuth J, Dorner W (2020) Autonome Shuttlebusse im ÖPNV – Analysen und Bewertungen zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht; entnommen aus Riener et al (2020) Autonome Shuttlebusse im ÖPNV. Springer Vieweg, Berlin
- ZDF heute Nachrichten/frontal (2021) Geheimagent Tesla – Wie das Auto Daten sammelt. <https://youtu.be/VEomAEp-haY>

Jens Schippl (Dipl. Geograf) ist Senior Researcher und Projektleiter in der Forschungsgruppe „Mobilitätszukünfte“ am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie Dozent an der ETH Zürich im Rahmen des MAS/CAS „Mobilität der Zukunft“. Seine Forschungsschwerpunkte sind soziotechnischer Wandel, Akzeptanzfragen, Foresight und Technikfolgenabschätzung im Mobilitätssektor. Seit mehreren Jahren interessiert er sich insbesondere für mögliche Entwicklungspfade und gesellschaftliche Implikationen des automatisierten Fahrens.

Constantin Pitzen (Dipl.-Ing. Raumplanung) kennt die Welt des ÖPNV aus der Perspektive großer und kleiner Verkehrsunternehmen, von Aufgabenträgern und Verkehrsgemeinschaften, aus seiner Arbeit als externer Verkehrsplaner, aber auch als Vertreter von Bürgerinitiativen, Umwelt- und Verkehrsverbänden. Als Geschäftsführer der Fahrplangesellschaft B&B mbH entwickelt er seit 10 Jahren betriebsnahe und innovative Konzepte für den ÖPNV sowohl im ländlichen wie auch im städtischen Raum und vertritt diese erfolgreich in politischen Gremien. Als sich abzeichnete, dass eines Tages fahrerlose Fahrzeuge in den Verkehrsmarkt eintreten würden, initiierte er mit dem Büro autoBus ein Netzwerk für autonomes Fahren im ÖPNV und begleitet seither Forschungsprojekte bei Konzeption, Genehmigungsverfahren und Umsetzung.

Michael Aleksa (Dipl. Ing.) absolvierte das Studium der „Kulturtechnik und Wasserwirtschaft“ an der Universität für Bodenkultur in Wien. Seit 2003 ist er als Projektleiter und wissenschaftlicher Mitarbeiter am AIT Austrian Institute of Technology im Geschäftsfeld „Transportation Infrastructure Technologies“ beschäftigt. Er hat sich auf die Themenbereiche Verkehrstechnik, Verkehrserhebungen, Verkehrssicherheit sowie Intelligente Transportsysteme (ITS) spezialisiert. Michael Aleksa ist Mitglied der Forschungsgesellschaft für Straße-Schiene-Verkehr (FSV) und der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (ÖVG) und ist auch im ATTC (Austrian Traffic Telematic Cluster) operativ im Vorstand aktiv. Außerdem hat er eine Zusatzausbildung zum Verkehrssicherheitsauditor und Road Safety Inspektor.

Dr. Willibald Krenn leitet die Research Units „Trustworthy Adaptive Computing“ (TAC) und „Collaborative Perception and Learning“ (CPL) der Silicon Austria Labs GmbH (SAL). Vor seinem Wechsel zu SAL, war er am AIT Austrian Institute of Technology GmbH in verschiedenen Funktionen tätig, zuletzt als Leiter der Dependable Systems Engineering Gruppe. Willibald Krenn hat an der Technischen Universität Graz im Bereich AI promoviert, war als Compilerbauer im High Performance Computing tätig und unterrichtet an der Technischen Universität Wien einen Kurs über Advanced Software Engineering.

Dr. Emanuele Leonetti ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter Verband deutscher Verkehrsunternehmen e. V. Nach seinem Studium der Rechtswissenschaften an der Georg-August-Universität Göttingen war er Gastwissenschaftler am Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation und forschte zu den rechtlichen Rahmenbedingungen von On-Demand-Verkehren im ländlichen Raum und promoviert zum Rechtsrahmen autonomer öffentlicher Verkehrsangebote. Beim VDV e. V. betreut er das Thema „Autonomes Fahren im ÖPNV“ und wirkt in verschiedenen Forschungsprojekten und Arbeitskreisen an der Umsetzung des neuen Rechtsrahmens mit.

Dr. Markus Deublein ist Leiter der Forschungsabteilung für Straßenverkehrssicherheit der schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung, BFU. Vorher war er knapp sechs Jahre als Experte im Bereich Straßenverkehrssicherheit beim Ingenieurbüro EBP Schweiz AG tätig. Er beschäftigt sich seit gut 15 Jahren schwerpunktmäßig mit dem Themengebiet der

Straßenverkehrssicherheit. Neben seiner aktuellen Tätigkeit bei der BFU ist er Dozent der Vorlesung «Straßenverkehrssicherheit» an der ETH Zürich sowie Mitglied in nationalen Normierungs- und Forschungskommissionen.

Erik Schaarschmidt (Dipl. Ing.) ist Verkehrsingenieur und verfügt über mehr als 10 Jahre Erfahrung im Bereich der Verkehrsplanung, Verkehrstechnik und Verkehrstelematik. Die Anfänge seiner beruflichen Laufbahn liegen im Bereich der konstruktiven Verkehrsinfrastrukturplanung, wo er als Planungsingenieur erste Erfahrungen als Projektleiter sammelte. Für Rapp Trans ist er als Berater und Projektleiter seit 2013 tätig und beschäftigte sich am Standort Basel (CH) vor allem mit konzeptionellen und strategischen Planungen im Bereich des Verkehrsmanagements. Mit Aufnahme seiner Tätigkeit für Rapp Trans (DE) liegen die Schwerpunkte seiner Arbeit zunehmend in (inter)nationalen Mobilitäts- und Mautprojekten.

Torsten Fleischer (Dipl.-Phys.) hat sich nach einem Physikstudium für die Forschung und Politikberatung zu Prozessen technischen Wandels und deren Wechselwirkung mit gesellschaftlichen Veränderungen entschieden. Er ist heute Leiter der Forschungsgruppe „Mobilitätszukünfte“ am Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT. Dort beschäftigt er sich aktuell unter anderem mit Technikfolgenabschätzung an der Schnittstelle von Mobilität und Informatisierung und hierbei insbesondere mit den Möglichkeitsbedingungen und Folgen des Einsatzes automatisierter bzw. autonomer Verkehrsmittel.

Robert Yen (Mag. theol.) ist Vorstand und Partner der Rapp Trans in Deutschland. Seit rund 25 Jahren ist er als Berater für verschiedene internationale Unternehmen tätig. Seit 2002 arbeitet Robert Yen auf dem Feld der Intelligenen Verkehrssysteme. In dieser Zeit war er u. a. als Technischer Projektleiter in Vergabeverfahren bzw. bei der Errichtung von landesweiten Mautsystemen international tätig. Schwerpunkte seiner Arbeit sind die Entwicklung von Systemstrategien und -konzepten sowie das Design und die Implementierung von Mautsystemen und anderen ITS-Anwendungen. Seit 2015 beschäftigt sich Robert Yen zunehmend mit dem Themenbereich automatisiertes Fahren und der Transformation der Mobilität angesichts der Klimakrise.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

