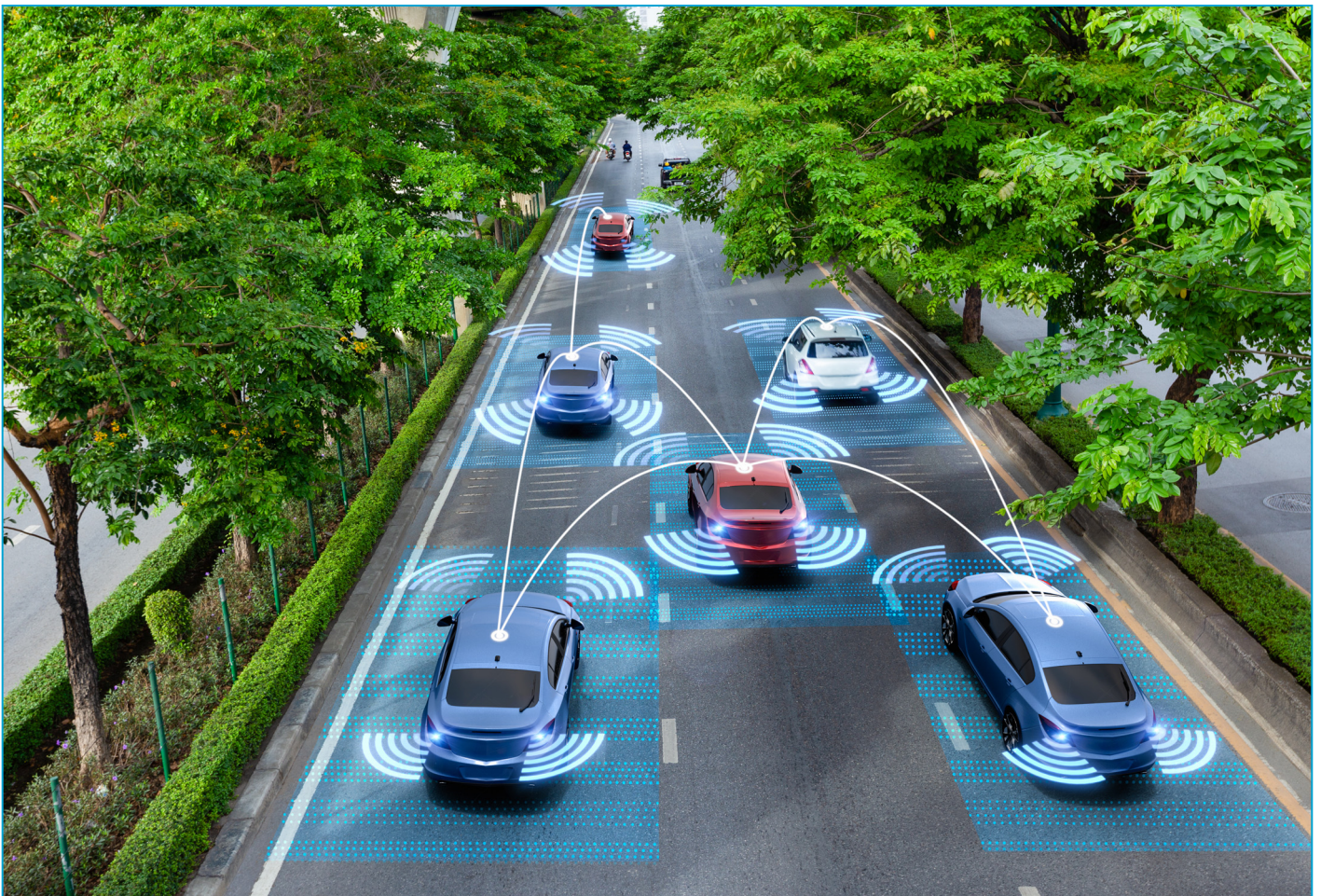


Chancen und Risiken des autonomen und vernetzten Fahrens aus der Sicht der Verkehrsplanung



© 2020 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdruckes, der Übersetzung, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

ISBN 978-3-86446-275-7



Chancen und Risiken des autonomen und vernetzten Fahrens aus der Sicht der Verkehrsplanung

Arbeitsgruppe Verkehrsplanung

Arbeitsausschuss Grundsatzfragen der Verkehrsplanung

Vorbemerkung

Der Bericht ist im Arbeitsausschuss „Grundsatzfragen der Verkehrsplanung“ von SR Dipl.-Ing. Ulrich Just, Bremen, und Dipl.-Ing. Michael Krech, Braunschweig, unter Mitwirkung der Leitung (Univ.-Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz, Hamburg) erstellt worden. Hinweise zum Entwurf des Berichts sind während einer Diskussionsphase eingeflossen.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei geschlechtsspezifischen Begriffen jeweils nur eine Form verwendet, in der Regel die männliche. Diese Begriffe schließen die jeweils andere geschlechtsspezifische Form wertfrei mit ein.

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	5
A Chancen und Risiken	6
Verkehrssicherheit	6
Verkehrsablauf	6
Fahrleistung	7
Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr	7
Straßenraum/Verkehrsflächen	8
Öffentlicher Verkehr	8
Güterverkehr	9
Energieverbrauch und Emissionen	9
Erreichbarkeit und soziale Teilhabe	10
B Bestehende Unsicherheiten	10
Szenarien – unklare Wirkungsabschätzung	10
Verhalten	10
Rechtlicher Rahmen/Daten	11
Ethik und Haftung	11
C Welche Beteiligte wirken im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf die weitere Entwicklung zum autonomen Fahren ein? .	12
D Schlussfolgerung aus Sicht der Verkehrsplanung	13
Quellen- und Literaturverzeichnis	14
Anlagen	15
I. Stufen der Automatisierung	15
II. Aktuelle Entwicklungen	15

Einleitung

Angesichts der dynamischen technologischen Entwicklung, erster Testfelder, der Pläne und Partnerschaften der Industrie¹⁾ und der laufenden Fachdiskussion stellt sich insbesondere für die Kommunen und die Infrastrukturbetreiber die Frage, welche Entwicklung beim autonomen und vernetzten Fahren auf sie zukommt. Dies fällt mit einer intensiven Diskussion neuer Antriebsformen (z. B. Elektroantrieb) und Betriebsmodellen (z. B. geteilte Fahrzeuge) zusammen. In Abhängigkeit von der weiteren Entwicklung in diesen Bereichen können sich unterschiedliche Auswirkungen bei einer Einführung des autonomen Fahrens ergeben. Als vernetztes Fahren bezeichnet man die Kommunikation zwischen Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur.

Die Einführung des autonomen Fahrens erfolgt nach der derzeit zu beobachtenden Entwicklung nicht in einem Schritt, sondern stufenweise oder je nach Konzeption des Fahrzeugs nur für einzelne Anwendungsfälle (siehe Anlage I, Stufen der Automatisierung, autonomes Fahren bei Level 5). Beim Öffentlichen Verkehr (ÖV) werden sich Veränderungseffekte möglicherweise schneller einstellen²⁾.

Dieser Bericht der FGSV soll hier eine Orientierung bieten:

- Welche Chancen und Risiken sind mit dem autonomen und vernetzten Fahren verbunden?
- Was ist aus Sicht einer an Nachhaltigkeitszielen³⁾ orientierten Verkehrsplanung vom autonomen Fahren erwünscht?

Im Abschnitt A werden zunächst die in der Fachdiskussion geäußerten Chancen und Risiken autonomen Fahrens strukturiert für die Themenfelder Verkehrssicherheit, Verkehrsablauf, Fahrleistung, Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr, Straßenraum/Verkehrsflächen, Öffentlicher Verkehr, Güterverkehr, Energieverbrauch und Emissionen sowie Erreichbarkeit und soziale Teilhabe dargestellt⁴⁾ Im Abschnitt B schließt sich eine Beschreibung der derzeit bestehenden Unsicherheiten bezüglich der weiteren Entwicklungen und Weichenstellungen an. Der Abschnitt C beschäftigt sich damit, welche Beteiligte an der weiteren Entwicklung des autonomen Fahrens zu welchen Fragestellungen mitwirken können bzw. sollten. Der Abschnitt D zieht Schlussfolgerungen aus Sicht der Verkehrsplanung.

Auf die Vernetzung der Fahrzeuge wird im Bericht nicht eingegangen, sondern sie wird als in die Entwicklung integriert vorausgesetzt.

¹⁾ Die aktuelle Entwicklung dokumentieren folgende Beispiele:

- Waymo hat im Dezember 2018 in Phoenix einen ersten kommerziellen Mitfahrdienst für einen beschränkten Personenkreis mit autonomen Fahrzeugen begonnen. Seit Oktober 2019 wurden in Abhängigkeit von der Zustimmung der zu Befördernden Fahrten auch ohne Begleitperson angeboten. Wegen der Corona-Krise stoppte Waymo im März 2020 die begleiteten Fahrten und danach auch die anderen Fahrten.
- Bosch schätzte im Januar 2019 das Geschäftspotenzial von shuttle-Diensten ohne Begleitperson auf 60 Mrd. € in den kommenden 10 Jahren und hält die notwendige Technik (KI) für so komplex, dass die autonomen Fahrzeuge für Privatpersonen vorerst zu teuer sein werden. Bosch kündigte an, dass es bis Anfang der nächsten Dekade Roboterautos geben wird. Der VW-Technikvorstand gab im Dezember 2018 Planungen für einen autonomen Mitfahrdienst in Kooperation mit Mobileye und Champion Motors für das Jahr 2022 in Tel Aviv bekannt.
- Daimler und BMW führten im Februar 2019 ihre Kompetenzen zusammen, um beim autonomen Fahren statt Insellösungen ein zuverlässiges Gesamtsystem für einen spürbaren Nutzen für die Kunden zu schaffen und gemeinsam die hohen Kosten der Entwicklung zu schultern (weiteres hierzu siehe Anlage II.)

²⁾ Im ÖPNV gibt es bereits zahlreiche Testfelder mit teilautomatisierten (Stufe 2) Kleinbussen, die jedoch z. B. beim Vorbeifahren an parkenden Fahrzeugen die Hilfe des mitfahrenden Servicepersonals benötigen. Der Vorstandsvorsitzende von Transdev Mallet hat im September 2019 angekündigt, in zwei bis drei Jahren fahrerlose Linienbusse einzusetzen, bei denen im Notfall Operateure in einer Zentrale eingreifen.

³⁾ Prinzipien, Ziele und Strategien des nachhaltigen Verkehrs siehe FGSV (2003).

⁴⁾ Chancen und Risiken, auch wenn sie eigentlich mehreren Themenfeldern zuzuordnen sind, werden aus Platzgründen und um Wiederholungen zu vermeiden, nur bei einem Themenfeld aufgeführt.

A Chancen und Risiken

Hinsichtlich des autonomen Fahrens gibt es Hoffnungen und positive Erwartungen aus Sicht einer nachhaltigen Verkehrsplanung und gleichzeitig die Befürchtung, dass kontraproduktive Effekte zu erwarten sind. Als Chance des autonomen Fahrens wird beispielsweise häufig angeführt, dass Menschen selbständig Autos nutzen können, denen dies bisher nicht möglich ist, z. B. wegen fehlender kognitiver oder körperlicher Fähigkeiten. Ein Beispiel für ein häufig benanntes Risiko ist, dass der Kfz-Verkehr zulasten von Umwelt- und Klimaschutz zunimmt.

Nachfolgend werden die Chancen und Risiken in verschiedenen Themenfeldern thesenartig gegenübergestellt.

Verkehrssicherheit

Chancen

- Durch die Steuerungssysteme würde eine strikte Einhaltung von Verkehrsregeln und Verkehrsregelungen (z. B. § 1 StVO, Geschwindigkeit, Überholverbote, Halteverbote, Streckenfahrverbote, Parkregelungen) gewährleistet.
- Durch die Ausschaltung menschlichen Fehlverhaltens, fahrlässig oder vorsätzlich, kann eine deutliche Verbesserung der Verkehrssicherheit, eine Verringerung von Unfallzahlen und eine bessere Ordnung des ruhenden Verkehrs erreicht werden.

Risiken

- Eine punktuelle Verschlechterung ist für die langdauernde Phase des Mischverkehrs konventioneller, assistierter, automatisierter und autonomer Fahrzeuge nicht auszuschließen, da die Reaktionen der in verschiedenem Ausmaß assistierten Fahrzeuge von den übrigen Auto- oder Radfahrenden oder Zufußgehenden gegebenenfalls nicht richtig eingeschätzt werden können.

Verkehrsablauf

Chancen

- Steuerungssysteme und eine Vernetzung der Fahrzeuge ermöglichen eine erhebliche Steigerung der Effizienz des Verkehrsablaufs und sorgen für eine optimale Nutzung der Kapazitäten der Infrastruktur im Straßenpersonen- und Straßengüterverkehr.
- Schon ab einer bestimmten Durchdringung hochautomatisierter Fahrzeuge können diese einen harmonisierenden Effekt auf den sonstigen Verkehrsablauf haben.

Risiken

- In der langdauernden Phase des Mischverkehrs konventioneller, hochautomatisierter und autonomer Fahrzeuge können die Effizienzgewinne zunächst überschaubar sein, da das Fahrverhalten unterschiedlich ausfällt. Beispielsweise müssen sich manuell gesteuerte Fahrzeuge auf mehrstreifigen Fahrbahnen auf Autobahnen wegen des Platoonings sehr frühzeitig auf den rechten Fahrstreifen einfädeln, um Ausfahrten nutzen zu können.
- Die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf dürften auch von den spezifischen Programmierungen der Fahrzeughersteller abhängen.
- Mögliche Einschränkungen drohen Nutzern von Straßen, die dem System nicht bekannt oder mit ihm nicht vernetzt sind (z. B. Fußverkehr, Radverkehr oder landwirtschaftliche Fahrzeuge).
- Gegebenenfalls treten keine Verbesserungen ein, da Effizienzgewinne durch zusätzliche und/oder längere Fahrten kompensiert werden.

Fahrleistung

Chancen

- Im Zusammenhang mit neuen Betriebsformen und Eigentumsstrukturen (Sharing, Pooling) kann es durch entfallenden Parksuchverkehr zu einer Verringerung der Fahrleistung bei Pkw-Fahrten kommen und zusätzlich ist auch eine höhere Auslastung der Pkw denkbar.

Risiken

- Befürchtet wird eher eine Zunahme der Zahl der Pkw-Fahrten und der Fahrtweiten mit der Konsequenz einer steigenden Fahrleistung. Gründe hierfür können beispielsweise sein: die größere Bequemlichkeit des Transports von Tür-zu-Tür statt der Nutzung von ÖV und Rad, Fahrten von Personen ohne Fahrerlaubnis, eine insgesamt günstigere Mobilität bei geteilten Fahrzeugen, größere akzeptable Fahrtweiten (da die Fahrzeit für andere Zwecke genutzt werden kann).
- Zur Erhöhung der Fahrleistung könnten insbesondere Leerfahrten beitragen, z. B. um teure Parkgebühren in den Innenstädten zu sparen oder bei Sharingsystemen (Robot Taxi) z. B. die Fahrt zum Depot am Stadtrand oder ständige Standortveränderungen freier Pkw, um die Anfahrtswege für die nächsten möglichen Fahrtenanforderungen zu optimieren oder um sich in die Nähe von erwarteten neuen Beförderungsaufträgen zu bewegen.

Auswirkungen auf den Fuß- und Radverkehr

Chancen

- Der Einsatz autonomer Fahrzeuge kann zu einer weitgehenden Beachtung der Schutzvorschriften zugunsten Zufußgehender und Radfahrender führen. Der nichtmotorisierte Verkehr kann seine Vorzüge insbesondere im nachgeordneten Straßennetz und auf Quartiersebene voll zur Geltung bringen.

Risiken

- In der Markteinführungsphase autonomer Fahrzeuge ist eine Verunsicherung von Zufußgehenden und Radfahrenden nicht auszuschließen.
- Es sind auch Verhaltensweisen von Zufußgehenden und Radfahrenden denkbar, die autonome Fahrzeuge ohne Not zum Halten oder abrupten Fahrmanövern zwingen.
- Die Barrierewirkung von (Haupt-)verkehrsstraßen wird durch das mögliche dichtere Hintereinanderfahren für den nichtmotorisierten Verkehr vergrößert.
- Um den Verkehrsfluss zu gewährleisten, könnte Zufußgehenden das Betreten von (Haupt-)verkehrsstraßen außerhalb definierter Querungsstellen untersagt werden.
- Kurze Wege werden vermehrt nicht mehr zu Fuß oder mit dem Rad bewältigt, sondern mit dem Auto (unerwünschter Modal-Shift).

Straßenraum/Verkehrsflächen

Chancen

- Eine Abnahme der Parkvorgänge im Fall einer stärkeren Verwendung geteilter autonomer Pkw in Wohngebieten kann es möglich machen, die Zahl der Stellplätze am Straßenrand zu verringern. Die freigemachten Flächen könnten für Aufenthalt, Bepflanzung, Fuß- oder Radverkehr genutzt werden.
- Eine bessere räumliche Ausnutzung von Parkhäusern und Tiefgaragen durch automatisierte Fahr- und Parkvorgänge kann zu einer Reduzierung des Bedarfs an privaten Parkieranlagen in Wohn- und Geschäftsgebäuden, in öffentlichen Anlagen vor allem in Innenstädten und am Straßenrand führen.
- Eine bessere Nutzung der Kapazitäten der Infrastruktur ermöglicht Flächeneinsparungen im fließenden Verkehr (z.B. schmalere oder weniger Fahrstreifen). Bei vollständiger Marktdurchdringung von autonomen Fahrzeugen können beispielsweise Fahrbahnquerschnitte von Hauptverkehrsstraßen und Autobahnen durch die Reduzierung von seitlichen Bewegungsspielräumen verringert werden.
- Die geteilte Nutzung autonomer Pkw könnte Flächeneinsparungen in neuen Wohngebieten ermöglichen und deren Siedlungsdichte erhöhen.

Risiken

- Im ungünstigen Fall entsteht infolge einer Zunahme der Pkw-Fahrten oder der Fahrleistung ein Bedarf an zusätzlichen Verkehrsflächen, gegebenenfalls auch neuer Straßen. Befürchtet wird auf einzelnen Hauptverkehrsstraßen eine bauliche Separierung zwischen Fahrbahnen und Geh-/Radwegen zur Konflikt-/Unfallvermeidung und zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeiten, vor allem in der Markteinführungsphase vollautomatisierter und autonomer Kfz.
- Auf Quartiersstraßen sind auch auf Dauer keine wesentlichen Änderungen des Straßenquerschnitts für den fließenden Verkehr möglich, da für Fahrzeuge wie Feuerwehr und Müllabfuhr im Einsatzfall weiterhin ein gleichbleibender Platzbedarf bereitgestellt werden muss.

Öffentlicher Verkehr

Chancen

- Der Einsatz autonomer Fahrzeuge könnte eine Einsparung von Personal(kosten) im Personenverkehr ermöglichen (z.B. Taxen, ÖPNV). Ebenfalls vorstellbar ist eine höhere Qualität, die Erschließung bisher nicht/unzureichend bedienter Räume und die Schaffung von direkten Verbindungen bei gleichen Kosten.
- Als Ergänzung des Linienverkehrs können bedarfsgesteuerte Dienste den ÖPNV stärken, wenn sie möglichst vollständig in den ÖPNV integriert werden.
- Mit geteilten Fahrzeugen im Personenverkehr verschmelzen MIV und ÖPNV und die jeweiligen Vorteile können als sog. Individueller Öffentlicher Verkehr (IÖV) genutzt werden.

Risiken

- Die Reduzierung von Personalkosten durch Wegfall des Fahrpersonals im ÖPNV könnte in der Gesamtbilanz geringer ausfallen, da stattdessen höherqualifiziertes Personal für Wartung und Überwachung der Systeme erforderlich sein wird. Zudem könnten Personalkostenreduzierungen durch höhere Fahrzeugkosten kompensiert werden.
- Befürchtet wird ein Rückgang der Fahrgastzahlen im klassischen ÖV aufgrund höherer Flexibilität (zeitlich und räumlich) autonomer, geteilter Fahrzeuge mit negativen Auswirkungen auf Angebot (räumlich, tageszeitlich, Taktung) und Wirtschaftlichkeit des ÖV.
- Möglich ist ein Rückgang der Fahrgastzahlen infolge einer Beeinträchtigung der Sicherheit oder des Sicherheitsempfindens von Fahrgästen aufgrund Wegfall des Fahrpersonals.

Güterverkehr

Chancen

- Beim autonomen Lkw kann das Fahrpersonal, auch im Verteilerverkehr, eingespart werden.
- Ohne Fahrpersonal brauchen auch Lenk- und Ruhezeiten nicht mehr beachtet werden. Die Transportzeiten würden sich dadurch deutlich reduzieren.
- Der Bedarf an Lkw-Parkplätzen entlang der Autobahnen kann sich dann ebenfalls deutlich verringern.
- Bereits zu einem frühen Zeitpunkt ist eine Einsparung von Personal durch das Konvoifahren auf Autobahnen zu erwarten (Platooning, möglich durch eine „elektronische Deichsel“).
- Die Lieferung zum Endkunden bedingt heute noch ein manuelles Handling, so dass in der Regel Vorteile mit Blick auf die Einsparung von Fahrpersonal erst mit einem darauf abgestimmten, noch zu entwickelnden Geräteeinsatz entstehen.
- Eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs ist bei sehr dichtem Abstand der Lkw auf Autobahnen wahrscheinlich.

Risiken

- Eine Einsparung von Fahrpersonal könnte zu einer weiteren Zentralisierung der Lagerhaltung führen. Konsequenz wären wiederum längere Fahrtweiten.
- Möglich ist auch, dass der Güterverkehr kleinteiliger wird, da die „Economies of Scale“ gemindert werden.
- Eine weitere Konsequenz des wegfallenden Fahrpersonals könnte die Bereitstellung von mehr Fahrzeugen sein, um kurzfristige Bedarfe zu erfüllen.
- Bereits durch das Platooning wird als Folge der Einsparung von Fahrpersonal im 2. und 3. Lkw die Kostenstruktur des Güterfernverkehrs zugunsten des Lkw-Transports auf der Straße und zu Lasten des Schienengüterverkehrs und der Binnenschifffahrt verändert.

Energieverbrauch und Emissionen

Chancen

- Infolge von Verbesserungen des Verkehrsablaufs und/oder Verringerung der Fahrleistungen kann es zur Einsparung von Energie kommen. Dies gilt insbesondere beim Einsatz autonomer, geteilter Fahrzeuge, die zentral nachts elektrisch geladen oder mit alternativen Kraftstoffen betankt werden können.
- Gleiches gilt für die Verringerung von Luftschadstoffen und Lärmbelastungen.

Risiken

- Im Fall einer Erhöhung der Fahrleistungen und aufgrund der großen Datenmengen, die durch Mobilfunk mit hohen Übertragungsraten (5G-Standard, LTE oder WLAN) und gegebenenfalls zwischen Fahrzeug und straßenseitiger Infrastruktur entstehen, besteht die Gefahr, dass es zu einem Energiemehrverbrauch kommt.
- Es ist ungeklärt, ob die erforderliche Datenübertragungstechnik 5G gesundheitliche Risiken mit sich bringt.
- Im Fall einer Erhöhung der Fahrleistung sind auch höhere Schadstoff- sowie Lärmbelastungswerte zu befürchten.

Erreichbarkeit und soziale Teilhabe

Chancen

- Aufgrund geänderter Rahmenbedingungen im ÖPNV ergibt sich eine bessere Erschließbarkeit und Erreichbarkeit insbesondere von dünner besiedelten Räumen.
- Durch autonome Fahrzeuge kann eine bessere soziale Teilhabe bisher benachteiligter Bevölkerungsgruppen erreicht werden. Menschen, die bisher ohne bzw. nur mit eingeschränktem Zugang zum (eigenen) Pkw waren, erhalten „Mobilität rund um die Uhr“.

Risiken

- Befürchtet wird ein Anstoß zur weiteren Zersiedelung der Landschaft bzw. Stärkung disperser Siedlungsstrukturen sowie eine Schwächung zentralörtlicher Funktionen aufgrund abnehmender Notwendigkeit, ohne Verfügbarkeit über ein eigenes Auto den ÖV zu nutzen.
- Es ist eine Vertiefung der Spaltung der Gesellschaft in Mobile und Nicht-Mobile zu befürchten, falls der ÖV sich wegen zurückgehender Fahrgastzahlen aus der flächenhaften Bedienung zurückzieht, die Nutzerkosten für Mitfahrten in kollektiven autonomen Fahrzeugen aber dauerhaft über denen des bisherigen ÖV liegen.
- Für Personen mit Unterstützungsbedarf ergeben sich Nachteile beim Wegfall des Fahrpersonals.

B Bestehende Unsicherheiten

Szenarien – unklare Wirkungsabschätzung

Derzeit kann es noch keine verlässlichen Prognosen geben. Daher wurden in verschiedenen Studien Szenarien für die Entwicklungsstadien (z. B. automatisierte Fahrzeuge mit höherem Besatz im Fahrzeugbestand, wenige autonome Fahrzeuge, autonome Fahrzeuge mit höherem Besatz im Fahrzeugbestand) entwickelt. Diese weisen eine große Spannweite an Annahmen und Abschätzungen der Wirkungen auf. Die Annahmen reichen von einer Fortentwicklung individueller Mobilität mit persönlichem Autobesitz, Bedeutungsverlust des ÖV und Einschränkungen für den Fuß- und Radverkehr bis zu intermodalen Personendienstleistungen ohne eigenen Autobesitz und einem auf individuelle Bedürfnisse zugeschnittenen ÖV (IÖV). Unklar ist ferner die zeitliche Entwicklung und Zusammensetzung der Fahrzeugflotte in der länger andauernden Phase vom ersten Einsatz autonomer Fahrzeuge neben konventionellen, assistierten und automatisierten Fahrzeugen bis zu einer vollständigen Durchdringung des gesamten Fahrzeugbestands.

Verhalten

Der Verzicht auf das „Selbersteuern“ zugunsten der „Freude am Gefahren-werden“ ist rational sehr gut begründbar, kann sogar zum gesellschaftlichen Leitbild werden, muss aber kurz- und mittelfristig nicht von der Mehrheit der Fahrenden adaptiert werden. Sehr auf rationales Handeln ausgerichtete Szenarien helfen vor allem in der Übergangsphase nur begrenzt weiter.

Die Erwartungen der Fahrenden und der Bevölkerung an das automatisierte und autonome Fahren sind sehr unterschiedlich. Sie reichen in Deutschland, und weniger ausgeprägt den USA, noch mehrheitlich von großer Skepsis im Hinblick auf die Zuverlässigkeit der Technik und der Sicherheit bei autonomen Fahrzeugen bis hin zu positiveren Einstellungen gegenüber hochautomatisiertem Betrieb in bestimmten Verkehrsumgebungen. Deutsche Auto-

fahrende haben nach Continental (2018) ein gespaltenes Verhältnis zum automatisierten Fahren: Zwar würden sich rund zwei Drittel von ihnen in stressigen Situationen durch den Stau oder enge Baustellen auf der Autobahn elektronisch gesteuert chauffieren lassen. Gleichzeitig ist jedoch in den vergangenen fünf Jahren der Anteil der Zweifler an der technischen Zuverlässigkeit von 48 auf 57 Prozent gestiegen. Knapp zwei Drittel der Befragten äußern Ängste mit Blick auf das automatisierte Fahren, nach rund der Hälfte vor fünf Jahren in der Mobilitätsstudie 2013. Da die repräsentative Befragung kurz nach dem Unfall eines Tesla-Fahrzeugs durchgeführt wurde, wird die Vermutung geäußert, dass dieser die Ergebnisse maßgeblich beeinflusst habe. Überdurchschnittlich positiv stehen hierzulande die 31- bis 45-Jährigen mit einem Anteil von 65 Prozent dem automatisierten Fahren gegenüber, sowie Autofahrende aus dem Umland von Großstädten (61 Prozent). Bei den Ergebnissen der Befragungen ist zu berücksichtigen, dass die Skepsis gegenüber neuen Techniken in dem Maße sinken kann, wie deren Nutzen in der Praxis zutage tritt; die rasante Verbreitung der erst vor etwas mehr als 10 Jahren eingeführten Smartphones ist ein gutes Beispiel dafür.

Rechtlicher Rahmen/Daten

Bisher ist die Zulassung automatisierter Fahrzeuge bis Stufe 3, in Einzelfällen bis Stufe 4 gesetzlich geregelt. Für den Betrieb hochautomatisierter und autonomer Fahrzeuge gibt es noch keine gesetzliche Grundlage. Während der hochautomatisierte Betrieb derzeit technisch bereits möglich ist, erfordern vollautomatisierte und autonome Fahrmodi (Stufen 4 und 5) hochauflösende Karten. Ob diese kurzfristig zur Verfügung stehen werden, ist unklar.

Beim autonomen Fahren kann das Recht der informationellen Selbstbestimmung und die Sicherheit der Fahrzeuge durch Angriffe auf die elektronische Kommunikation beeinträchtigt werden. So ist z. B. zur Vermittlung von Mitfahrten eine Anmeldung mit persönlichen Daten erforderlich. Aus den Mitfahrten könnten Bewegungsprofile der Nutzer erstellt werden. Wem die durch die Fahrzeuge gesammelten Daten gehören und wer darüber verfügen kann (Fahrzeughalter, Automobilhersteller, Datenplattformen, Mobilitätsdienstleister), ist bisher ungeklärt. Die Sicherheit der Fahrzeuge gegen Beeinflussung/Steuerung von außen stellt hohe Anforderungen an die Hersteller der Fahrzeuge und Betreiber der Infrastruktur (5G und straßenseitig). Für 42 % der von ITS-America im Jahr 2018 befragten Fachleute ist Cybersecurity das wichtigste Thema bei der Einführung des autonomen Fahrens.

Ethik und Haftung

Die vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur eingesetzte Ethik-Kommission „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ hat sich 2017 eingehend mit den ethischen Fragen u. a. autonomer Fahrzeuge auseinandergesetzt und auch Regeln aufgestellt (Schutz des menschlichen Lebens hat oberste Priorität gegenüber Sachschäden; keine Selektion von Menschen nach Merkmalen, keine Verrechnung von Opfern, aber Prinzip der Schadensminimierung). „Die Technik muss nach ihrem jeweiligen Stand so ausgelegt sein, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen, dazu gehören auch Dilemma-Situationen, also eine Lage, in der ein automatisiertes Fahrzeug vor der ‚Entscheidung‘ steht, eines von zwei nicht abwägungsfähigen Übeln notwendig verwirklichen zu müssen. Dabei sollte das gesamte Spektrum technischer Möglichkeiten – etwa von der Einschränkung des Anwendungsbereichs auf kontrollierbare Verkehrsumgebungen, Fahrzeugsensorik und Bremsleistungen, Signale für gefährdete Personen bis hin zu einer Gefahrenprävention mittels einer ‚intelligenten‘ Straßen-Infrastruktur – genutzt und kontinuierlich weiterentwickelt werden.“ (Bericht der Ethikkommission, Regel 5).

Es ist noch ungeklärt, ob und wer strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden kann, wenn fahrerlose Fahrzeuge Unfallverursacher sind. Ist es in letzter Konsequenz der Programmierer der Fahrzeugsoftware, da nur natürliche Personen strafrechtlich verantwortlich sein können?

C Welche Beteiligte wirken im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf die weitere Entwicklung zum autonomen Fahren ein?

Automobilhersteller und Zulieferer

Entwicklung, Produktion, Wartung von Fahrzeugen bis hin zum Betrieb autonomer Fahrzeugflotten

ÖV-Anbieter

Modifizierung ihrer Angebote
und

Verkehrsverbände

anbieterneutrale Plattformbetreiber für verkehrsmittelübergreifende Wegeketten

Mobilitätsdienstleister

Vermittlung von (Mit)Fahrten, Bereitstellung und Betrieb autonomer Fahrzeugflotten, das sind u. a.

- Taxiunternehmen (Bereitstellung und/oder Betrieb autonomer Taxiflotten)
- Autovermieter (Bereitstellung und Betrieb autonomer Fahrzeuge)
- Ride-Sharing-Unternehmen (Vermittler oder Anbieter autonomer Fahrzeugflotten)
- Car-Sharing-Anbieter (Bereitstellung und Betrieb autonomer Fahrzeugflotten)
- Speditionen (Gütertransport mit autonomen Fahrzeugen)

Straßenbaulastträger

Bereitstellung der gegebenenfalls zusätzlichen Infrastruktur, Ausstattung der Straßen. Es ist noch weitgehend unklar, ob – abgesehen von der Notwendigkeit einer zuverlässigen IT-Infrastruktur zur Kommunikation mit dem Fahrzeug – eine zusätzliche Straßeninfrastruktur notwendig und sinnvoll ist, welcher Art diese sein müsste und wer die Kosten der Investition und des Betriebs trägt. Die Fahrzeugindustrie dürfte gegebenenfalls auf straßenseitige Infrastruktur verzichten, weil sie darauf nicht ausschließlichen Einfluss hätte und die Schaffung lange dauern würde.

Gebietskörperschaften

Gemeinden und Landkreise im Rahmen ihrer Planungshoheit, als Gewährleister von Mobilität als Teil der Daseinsvorsorge, Aufgabenträger des ÖPNV, Genehmigungsbehörde für gewerbliche Personenverkehre.

Gesetzgeber

Anpassung bzw. Schaffung der gesetzlichen Voraussetzungen durch EU und Bund im Rahmen ihrer jeweiligen Zuständigkeit: Aufgrund internationaler Verflechtungen des Verkehrs und der Automobilindustrie sind nationale Anpassungen allein z. B. auf Grundlage des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr und Art. 20 der Richtlinie 2007/46/EG zur Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen, wenig sinnvoll und/oder nicht möglich.

Gesellschaft

passive und aktive Akzeptanz, Nutzung und Stellenwert („Image“) des autonomen Fahrens/ Gefahren-Werdens. In diesem Zusammenhang ist auch zu klären, in welchem Umfang das autonome Fahren mit einer Einhaltung der Normen (z. B. Verringerung des Sicherheitsabstands zum vorausfahrenden Kfz) verbunden werden soll und wie mit der elektronischen Nachvollziehbarkeit von Wegen und Verhaltensmustern umgegangen werden soll (Datenschutz und Datensicherheit).

Kraftfahrzeugversicherer

prinzipielle Haftung des Kfz-Herstellers im autonomen Fahrmodus, des Fahrzeugführers im manuellen Betrieb

D Schlussfolgerung aus Sicht der Verkehrsplanung

Wie im vorstehenden Bericht unter „Chancen und Risiken“ (A) aufgezeigt, sind derzeit noch sehr viele der durch das Autonome Fahren aufgeworfenen Fragen unbeantwortet. Es ist eine große Spannweite an Auswirkungen des autonomen Fahrens denkbar, von einer deutlichen Verbesserung der heutigen Situation bis hin zu massiven Verschlechterungen der verkehrlichen, der städtebaulichen und der sozialen Verhältnisse sowie der Umweltsituation. Vieles deutet vor allem für den Stadtverkehr darauf hin, dass Verbesserungen eher mit geteilten autonomen Diensten eintreten werden, während Verschlechterungen eher bei individuell genutzten autonomen Fahrzeugen zu erwarten sind. Gleichzeitig können damit auch große finanzielle Auswirkungen verbunden sein, die bis jetzt ebenfalls noch weitgehend ungeklärt sind.

Aufgrund der beschriebenen Erwartungen und möglichen umfassenden Verschlechterungen sind die Beteiligten, vor allem Bund, Länder und Gemeinden, aufgefordert, zunächst konkrete, idealerweise messbare Ziele und Anforderungen an Mobilität und Verkehr angesichts des autonomen Fahrens zu formulieren. Darauf aufbauend sind Konzepte, Maßnahmen und Regulierungsinstrumente frühzeitig zu entwickeln, um rechtzeitig Weichenstellungen für eine Minimierung der Risiken und Realisierung der Chancen bereits in der Übergangsphase vorzunehmen.

Es ist zu erwarten, dass durch jede der im vorstehenden Abschnitt C genannten „Einwirkungen“ die Rahmenbedingungen für die Einführung des autonomen Fahrens verändert werden und dass die übrigen Beteiligten und neue Akteure darauf gegebenenfalls reagieren. Das kann zu einem Wechselspiel/iterativen Prozess zwischen Veränderungen der Rahmenbedingungen und Reaktionen der Beteiligten und Betroffenen mit zahlreichen gegebenenfalls disruptiven und derzeit kaum absehbaren Veränderungen führen. Deshalb sollte dieser Prozess möglichst bald begonnen werden.

Im Hinblick auf den großen Umfang und die lange Nutzungsdauer von Investitionen im Verkehrssektor besteht trotzdem die Notwendigkeit, die voraussichtliche künftige Entwicklung möglichst in aktuelle Planungen und Entscheidungen einzubeziehen (z. B. Bedarf von neuen Parkieranlagen), auch wenn es derzeit im Wesentlichen nur Szenarien (siehe B) gibt, die noch dazu von ganz unterschiedlichen Annahmen ausgehen.

Außerdem muss vor allem seitens der Gesetzgeber eine möglichst frühzeitige Schaffung gesetzlicher Regelungen (z. B. Anpassung bzw. Fortentwicklung von Straßenverkehrsordnung, Straßenverkehrszulassungsordnung, Personenbeförderungsgesetz, Betriebsordnung Kraftverkehr, Betriebsordnung Straßenbahn, Haftungsrecht, Steuerrecht, Straßenbenutzungsgebühren) und sonstiger Rahmenbedingungen (z. B. Klärung ethischer Fragen, Entwicklung öffentlicher Förderungsmaßnahmen, Datennutzung und Datensicherheit) vorangetrieben werden, um nicht durch schnelle Technologieentwicklungen, einseitige Einflussnahmen von Beteiligten und der Entstehung vermeintlicher oder tatsächlicher Zwänge vor vollendete Tatsachen gestellt zu werden. Für die Kommunen sind gesetzliche „Leitplanken“ erforderlich, um mit geeigneten Instrumenten die Nutzen des vollautomatisierten/autonomen und vernetzten Fahrens zu sichern (z. B. Mobilität für alle Menschen rund um die Uhr, Reduzierung des Stellplatzbedarfs, höherer Besetzungsgrad Kfz, Verbesserung des öffentlich zugängliches Verkehrsangebot abseits der ÖPNV-Hauptachsen) und die Risiken (z. B. Mehrverkehr, Gefährdung des ÖPNV, separierte öffentliche Räume) zu minimieren.

Quellen- und Literaturverzeichnis

- Achtes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16. 6. 2017, Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 38 vom 20. 6. 2017
- Arbeitsgemeinschaft Gertz Gutsche Rümenapp und future mobilities (2016): Wirkungen des autonomen/fahrerlosen Fahrens in der Stadt – Entwicklung von Szenarien und Ableitung der Wirkungsketten – Untersuchung im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen
- Beckmann, Klaus et al. (2016): Autonomes Fahren im Stadt- und Regionalverkehr – Memorandum für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung aus der integrierten Sicht der Verkehrswissenschaft, Berlin/Wien
- Continental (2018): Automatisiertes Fahren hat grundsätzlich an Zustimmung gewonnen, repräsentative Befragung durch infas, Pressemitteilung vom 9. 11. 2018
- Continental (2019): Continentals Vision: Nahtlose Mobilität kombiniert autonome Shuttles mit Lieferobotern, Pressemitteilung vom 8. 1. 2019
- Daimler und Benz Stiftung Hrsg. (2020), Mitteregger, Mathias et al.: AVENUE21. Automatisierter und vernetzter Verkehr: Entwicklungen des urbanen Europa; ebook <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61283-5>, zuletzt abgerufen 6. 4. 2020
- Der Tagesspiegel (2019): Wie gesundheitsschädlich ist 5G wirklich? <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/mobilfunk-wie-gesundheitsschaedlich-ist-5g-wirklich/23852384.html> 15. 1. 2019, zuletzt abgerufen 4. 10. 2019
- Deutsch, Volker (2018): Perspektive autonomer und bedarfsgesteuerter Betriebsformen, Straßenverkehrstechnik, Heft 4, 2018
- Deutscher Städtetag (2018): Nachhaltige städtische Mobilität für alle – Agenda für eine Verkehrswende aus kommunaler Sicht, Positionspapier des Deutschen Städtetages, beschlossen vom Hauptausschuss am 21. 6. 2018, <http://www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/veroeffentlichungen/mat/positionspapier-nachhaltige-staedtische-mobilitaet.pdf>, zuletzt abgerufen 30. 9. 2019
- DORNIER CONSULTING INTERNATIONAL (2017): Autonomes Fahren, Erwartungen an die Mobilität der Zukunft
- Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren (eingesetzt vom Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2017): Bericht Juni 2017
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2003): Nachhaltige Verkehrsentwicklung, Arbeitspapier Nr. 59, Ausgabe 2003
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (2017): Bloß kein selbstfahrendes Auto – Ergebnisse von online-Umfragen von Gartner und Bitkom, Ausgabe vom 25. 8. 2017
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (2018): Die Autobranche ruft nach der Politik, Ausgabe 19. 11. 2018
- Frankfurter Allgemeine Zeitung (2020): Fahren ohne Lenkrad – Bei der Regulierung neuer Mobilitätssysteme ist Amerika flexibler, Ausgabe 29. 1. 2020
- Friedrich, Markus; Hartl, Maximilian (2016): MEGAFON (ModellErgebnisse Geteilter Autonomer Fahrzeugflotten des Oeffentlichen Nahverkehrs) (Schlussbericht)
- Friedrich, Markus; Richter, Emily; Sonnleitner, Jörg (2019): Modellierung der Nachfragewirkungen von automatisierten Verkehrsmitteln und Mobilitätsdiensten, in Straßenverkehrstechnik, Heft 4, 2019
- Glötz-Richter, Michael (2017): Wenn Autos autonom werden, in: PlanerIn, Mitgliederfachzeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesplanung, Heft 5/2017
- Gruber, Christian Joachim; Sammer, Gert (2019): Erwartungen, verkehrspolitische Auswirkungen und Handlungsbedarf für automatisierte Fahrzeuge und Mobilitätsdienste, in Straßenverkehrstechnik 4.2019
- Handelsblatt (2018): In Zukunft ein Schlaf- und Imbisswagen – Umfrage zum autonomen Fahren der Allianz-Versicherung, Ausgabe vom 8. 1. 2018
- Hannon, Eric; Knupfer, Stefan; Stern, Sebastian und Nijssen, Jan Tjis (2018): The road to seamless urban mobility, in McKinsey Quarterly, January 2019
- ITS-America (2018): Abbildung „Polls of ITSA-Members“, in: Best of ITSA-smartbrief 2018, 12. 12. 2018
- Klein, Timotheus Andreas; Altenburg, Sven (2019): Autonomes Fahren – Steuern oder überrollt werden?, in Straßenverkehrstechnik, Heft 3, 2019
- Rothfuchs, Konrad; Engler, Philip: Das öffentliche Interesse muss die Entwicklung bestimmen! Auswirkungen des autonomen Fahrens aus Sicht der Verkehrsplanung – einige Thesen und zahlreiche offene Fragen, Straßenverkehrstechnik 8.2018
- SAE International 2018: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles, https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/, zuletzt abgerufen 30. 9. 2019
- Süddeutsche Zeitung (2019): Interview mit dem Vorstandsvorsitzenden von Transdev Thierry Mallet u. a. zum künftigen Einsatz von fahrerlosen Linienbussen, Ausgabe vom 24. 9. 2019
- T3n.de (2019): Wer haftet bei einem Verkehrsunfall?, 28. 1. 2019, <https://t3n.de/news/autonomes-fahren-wer-haftet-bei-verkehrsunfall-1139860>, zuletzt abgerufen 30. 9. 2019
- TECH-CRUNCH (2020): Waymo suspends all self-driving services in light of coronavirus pandemie 20. 3. 2020, <https://techcrunch.com/2020/03/20/waymo-suspends-all-self-driving-services-in-light-of-coronavirus-pandemic/>, zuletzt abgerufen 4. 4. 2020
- Umweltbundesamt (2020): Nachhaltige Mobilität, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet>, zuletzt abgerufen 12. 5. 2020
- Weserkurier (2020): Källenius' Kurskorrektur, Daimler-Chef sortiert Prioritäten neu – Entwicklung autonom fahrender Autos steht nicht mehr im Mittelpunkt, Ausgabe vom 14. 1. 2020

I. Stufen der Automatisierung (gemäß SAE 2018 und Ergänzungen der Autoren)

- Level 0: Keinerlei Automatisierung und Assistenz: „Driver only“, der Fahrer bzw. die Fahrerin fährt selbst, lenkt, gibt Gas, bremst etc.
- Level 1: „Assistiert“. Bestimmte Assistenzsysteme helfen bei der Fahrzeugbedienung (u. a. Tempomat). Viele der aktuell auf dem Markt vorhandenen Fahrzeuge haben bereits solche Assistenzsysteme.
- Level 2: Teilautomatisiert. Hierzu zählen dann Funktionen wie automatisches Einparken, Spurhaltefunktion, allgemeine Längsführung, beschleunigen, abbremsen etc. Sie werden von den Assistenzsystemen übernommen (u. a. Stauassistent). Hier werden vom Computer schon eigenständige Entscheidungen zum Fahren getroffen. Fahrzeuge mit diesen Funktionen sind bereits regulär auf dem Markt verfügbar.
- Level 3: Hochautomatisiert. Der Fahrer muss das System nicht dauernd überwachen. Das Fahrzeug führt selbstständig Funktionen wie das Auslösen des Blinkers, Spurwechsel und Spurhalten durch. Der Fahrer kann sich anderen Dingen zuwenden, wird aber bei Bedarf innerhalb einer Vorwarnzeit vom System aufgefordert die Führung zu übernehmen.
- Level 4: Vollautomatisiert. Die Führung des Fahrzeugs wird dauerhaft vom System übernommen. Werden die Fahraufgaben vom System nicht mehr bewältigt, führt sich das Fahrzeug selbstständig in einen risikominimalen Systemzustand zurück. Der Fahrer wird zusätzlich aufgefordert, die Führung zu übernehmen. Der fahrerlose Betrieb kann auf bestimmte Räume begrenzt werden (Ford (USA) will die Entwicklung von Fahrzeugen der Stufe 4 überspringen, weil eine sichere Bewältigung von Fahraufgaben nach längerer Unaufmerksamkeit nicht erwartet/gewährleistet werden kann).
- Level 5: Fahrerloser Betrieb von Start bis Ziel möglich. Außer dem Festlegen des Ziels und dem Starten des Systems ist kein menschliches Eingreifen erforderlich. Autonomes Fahren.

II. Aktuelle Entwicklungen

(Die genauen Datumsangaben beziehen sich auf das Datum der Nachricht in Medien)

- Okt. 2017: Erste Pkw des Level 3, die bis Tempo 60 im Kolonnenverkehr auf der Autobahn selbstständig lenken, bremsen, anfahren und beschleunigen (Audi A8) bzw. auf der Autobahn allein überholen könnten (BMW X3), wenn die zulassungsmäßigen Genehmigungen erteilt sein werden.
20. 10. 17: Beginn von Tests eines selbstfahrenden Shuttles am Flughafen Frankfurt am Main durch Fraport
23. 10. 17: Beginn des Aufbaus des Testfelds Niedersachsen (auf der A 39)
25. 10. 17: Betriebsaufnahme für den ersten deutschen selbstfahrenden Bus mit Aufsichtspersonal in Bad Birnbach bei Passau.
20. 11. 17: Volvo kündigt an 24.000 Pkw mit den Grundfunktionen autonomen Fahrens zwischen 2019 und 2021 an Uber zu liefern, die dann von Uber mit spezifischen Funktionen ergänzt werden sollen.
29. 11. 17: Der General Motors-Vorstandsvorsitzende kündigt in einer Konferenz mit Investoren „... a commercial launch of fleets of fully autonomous robo-taxis in multiple dense urban environments in 2019“ an.
11. 10. 2018: Mercedes-Benz kündigt auf dem Pariser Autosalon an, die nächste Generation der S-Klasse mit Assistenz-Systemen der Stufe 3 auszurüsten.

- 1. 11. 2018: Waymo erhält von der kalifornischen Zulassungsbehörde als erstes Unternehmen die Erlaubnis, fahrerlose Pkw testweise im Straßenverkehr einzusetzen. Die Vorstandsvorsitzende von GM kündigt für 2019 an, fahrerlose Pkw in San Francisco einzusetzen.
- 19. 11. 2018: Der VW-Vorstandsvorsitzende sieht 2 Jahre Entwicklungsrückstand auf die US-Konkurrenz bei autonomen Fahrzeugen. Der Mercedes-Benz Vorstandsvorsitzende erhebt die Forderung, dass Roboterautos 100 bis 1000 Mal besser sein müssten als der Mensch.
- 5. 12. 2018: „Waymo One“ startet in der Metro-Region von Phoenix/Arizona als erster kommerzieller Mitfahrdienst für einen beschränkten Personenkreis mit autonomen Fahrzeugen. Vorerst sollen die Fahrten begleitet werden.
- 14. 12. 2018: Ford (USA) kooperiert mit Walmart und der US-Post bei der Belieferung von Filialen und Endkunden durch autonome Fahrzeuge und last-mile-Roboter. Erste Tests sollen in Miami stattfinden.
- 8. 12. 2018: VW-Technikvorstand Jungwirth gibt Planung für autonomen Mitfahrdienst in Kooperation mit Mobileye und Champion Motors für 2022 in Tel Aviv bekannt.
- 31. 1. 2019: (FAZ und SZ) Der Vorsitzende der Geschäftsführung von Bosch, Denner, schätzt das Geschäftspotenzial von Shuttle-Diensten ohne Fahrer auf 60 Mrd. € in den kommenden 10 Jahren und hält die notwendige Technik (KI) für so komplex, dass die autonomen Fahrzeuge für Privatpersonen vorerst zu teuer sein werden. Er hofft den derzeitigen Vorsprung von Waymo mit Daimler und möglichst weiteren Partnern aufholen zu können. Der Testbetrieb eines Roboter-Taxi-Service soll noch in diesem Jahr in San Jose starten, das heißt ein Jahr später als Waymo. Er kündigt an, dass es bis Anfang der nächsten Dekade Roboterautos geben wird.
- 1. 3. 2019: (FAZ) In einem ersten Schritt wollen BMW und Daimler die Systeme für die Stufen 3 und 4 gemeinsam entwickeln. Geplant ist eine „langfristige und strategische Kooperation“ für die Stufe 5 (autonomes Fahren, fahrerlos), um diese schon vor dem Jahr 2025 verfügbar zu machen.
- 14. 1. 2020: (Weserkurier) Für den Vorstandsvorsitzenden von Daimler, Källenius, steht die Entwicklung selbstfahrender Autos nicht mehr im Mittelpunkt.
- 20. 3. 2020: (TechCrunch) Der seit Oktober 2019 laufende Betrieb selbstfahrender Minivans im Rahmen des kommerziellen Dienstes „Waymo One“ in einem 50 square miles umfassenden Bereich in Phoenix/Arizona wird eingestellt, nachdem kurz zuvor wegen der Corona-Krise bereits der Dienst mit Begleitperson zurückgezogen wurde.

Herstellung und Vertrieb:

FGSV Verlag GmbH

50999 Köln · Wesselinger Straße 15-17

Tel.: 0 22 36 / 38 46 30

Fax: 0 22 36 / 38 46 40

E-Mail: info@fgsv-verlag.de

Internet: www.fgsv-verlag.de

ISBN 978-3-86446-275-7