

# Digitalisierung im Verkehr

## 1. Einleitung

Mehr Teilhabe am gesellschaftlichen Leben durch vermehrte Mobilitätschancen sowie fließender und vor allem sicherer Verkehr, so lauten die Möglichkeiten, die mit der Digitalisierung der Verkehrssysteme vielfach verbunden werden. Für all das bedarf es der Vernetzung der Verkehrsteilnehmer, die über Smartphones und Applikationen verbunden nur noch aussprechen oder auf digitalen Karten und Piktogrammen zeigen müssen, wohin oder zu wem sie zu gelangen wünschen, und die über diese Medien auch ohne Kenntnis komplexer Tarifsysteme einfachen Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln erhalten oder vernetzt fahrende Fahrzeuge buchen, um ohne Zwischenfälle zum Ziel zu gelangen.

Ziel dieses Beitrags ist es, aufzuzeigen, wie unterschiedliche Formen der Digitalisierung für Verkehrsteilnehmer relevant werden und schließlich in ihre Lebenswelt eingehen. Die damit verbundenen Mobilitätschancen sollen dabei ebenso Berücksichtigung finden wie Auswirkungen der damit einhergehenden weiteren Motorisierung und Automatisierung des Verkehrs und der komplexer werdenden Datenerhebung und Datenverarbeitung.

Im ersten Abschnitt wird mit Hilfe des Konzeptes der Wegekette die Bedeutung des Verkehrs für die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben als Teil der Lebenswelt skizziert. Mit Hilfe einiger empirischer Daten zu Wegeketten wird die Bedeutung des motorisierten Verkehrs als Teil einer Technisierung der Lebenswelt aufgezeigt. Im zweiten Abschnitt wird erörtert, wie unterschiedliche Formen der Digitalisierung alle Teile der Wegekette berühren und relevant werden, um anschließend in die Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer einzugehen. Dabei wird auch auf die Verbindung von Digitalisierung und Automatisierung der motorisierten Verkehrssysteme eingegangen. Im dritten Abschnitt werden Akteure der Digitalisierung des Verkehrssektors mit ihren unterschiedlichen Interessen vorgestellt. Neben den Interessen der Verkehrsteilnehmer an den zunehmenden Mobilitätschancen soll aufgezeigt werden, wie die weiteren Akteure – Verkehrsunternehmen, Fahrzeughersteller, Versicherungen und staatliche Institutionen – trotz ihrer Interessendifferenzen die Digitalisierung und Automatisierung vorantreiben. Im vierten Abschnitt schließlich werden Auswirkungen der mit der Digitalisierung verbundenen Generierung sehr großer Mengen an Verkehrsdaten aufgezeigt. Abschließend folgen Zusammenfassung und Ausblick.

## 2. Lebenswelt und Verkehr

Gesellschaftliche Aktivitäten moderner Industriegesellschaften finden an unterschiedlichen Orten statt. Um an gesellschaftlichen Aktivitäten teilhaben zu können, bewegen sich Menschen mithin zu den jeweiligen Orten. Sie verlassen ihre Wohnung und betreten den öffentlichen Raum, um zu einem anderen Ort zu gelangen.

Ein Schüler geht zu Fuß zur Schule oder nutzt ein Verkehrsmittel, um dorthin zu gelangen. Er vollzieht diesen Weg alltäglich und geht dabei stets zu Fuß oder nutzt ein stets gleiches Verkehrsmittel. In der Regel wird er auch mit dem gleichen Verkehrsmittel nach der Schule zum Wohnort zurückkehren. Es schließt sich am Nachmittag gegebenenfalls eine Sportveranstaltung an, die er ebenfalls regelmäßig besucht. So entstehen wiederkehrende Wegeketten, die sehr routiniert ausgeführt werden. Sie sind Teil der Lebenswelt. Dass die Infrastruktur und die Verkehrsmittel zur Verfügung stehen, wird beim Verlassen der Wohnung fraglos vorausgesetzt.

Relevanz erhält ein Verkehrsmittel dann, wenn es einen unvorhergesehenen Defekt hat oder wenn eine Verspätung wesentlich größer ausfällt als üblich und die Zeitverzögerung die Durchführung der Aktivität am Zielort in Frage stellt. Relevant wird die gesamte Wegekette, wenn sich durch unterschiedliche Stadien der Sozialisation in einer modernen Industriegesellschaft die durchzuführenden Aktivitäten ändern und mit ihnen die aufzusuchenden Standorte. So macht etwa am Ende der Schulzeit der Weg zur jahrelang besuchten Ausbildungsstätte keinen Sinn mehr. Mit der Entscheidung für die Aufnahme einer bestimmten beruflichen Aktivität ergibt sich nun ein neuer Standort. Mit Erreichen der Volljährigkeit folgt oft auch der Erwerb der Fahrberechtigung und eines motorisierten Fahrzeugs. Damit erweitert sich das Spektrum der für das Erreichen der unterschiedlichen Orte einzusetzenden Verkehrsmittel. Die neue Wegekette wird anschließend in der Regel über Jahre hinweg durchgeführt. Mit der Routine wird sie Teil der Lebenswelt, einschließlich der dann fraglos eingesetzten Fahrzeugtechnik. Umzug, Familiengründung und schließlich die Beendigung der beruflichen Tätigkeit führen entsprechend zu neuen Wegeketten. Orte, Routen und Verbindungen mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln werden relevant und sinken anschließend in die Lebenswelt (Blumenberg 2015, 163 ff.).

In der Verkehrswissenschaft werden Wegeketten mit Hilfe von Wegetagebüchern erfasst und beschrieben (BMVI 2018). Dabei haben sich die täglichen Wegezahlen über Jahrzehnte im Durchschnitt als durchaus konstant erwiesen, ebenso wie die täglichen Reisezeiten. Allerdings lässt sich eine langfristig zunehmende Motorisierung verzeichnen und eine langfristig steigende motorisierte Verkehrsleistung, gemessen in

Personenkilometern, sowohl im öffentlichen Personennahverkehr als auch im Individualverkehr.

### 3. Formen der Digitalisierung

Im folgenden Abschnitt wird aufgezeigt, wie unterschiedliche Formen der Digitalisierung alle Teile der Wegekette berühren, unterschiedliche Relevanz erreichen und anschließend in die Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer eingehen. Formen der Digitalisierung der Aktivitäten selbst, wie Home-Office oder Videokonferenzen, die zu einer Verminderung der Zahl der Wege führen, oder virtuelles Einkaufen, das zu einer Verlagerung von Personenverkehr hin zum Güterverkehr führt, sind nicht Gegenstand der Ausführungen.

#### 3.1 Karten, Routen und Verbindungen

Straßenkarten und Stadtpläne sind lange bekannte und eingesetzte Hilfsmittel, um sich in fremden Umgebungen zu orientieren. In gedruckter Form werden sie eingesetzt, um einen Weg oder eine Fahrt planend vorzubereiten, um zeitgerecht den Ort der beabsichtigten Aktivität zu erreichen, oder sie werden von Verkehrsteilnehmern auf dem Weg oder während der Fahrt eingesetzt, um im Fall von Störungen im Verkehrssystem eine geeignete Alternative zu ermitteln.

Mit der Verfügbarkeit von Satellitenbildern und GPS-Koordinaten ist die Aktualisierung der Daten der räumlichen Verfügbarkeit von Infrastruktureinrichtungen wesentlich vereinfacht worden. Sie werden zudem digital aufgenommen und auf Datenträgern bereitgestellt. Die Daten können mit Hilfe von Computern über das Internet übertragen und mit Hilfe geeigneter Applikationen auf grafischen Anzeigen stationär in den Haushalten der Verkehrsteilnehmer sichtbar gemacht werden. Mit der zunehmenden Verbreitung mobiler, internetfähiger Computer, also Laptops, Notebooks, Tablets und Smartphones, stehen sie mittlerweile nahezu überall zur Verfügung. Dabei hat sich der dargestellte Inhalt zunächst grundsätzlich nicht verändert, lediglich das Medium, mit dessen Hilfe die Karten dargestellt werden (Bächle 2016).

Die Applikationen, mit deren Hilfe die Karten auf den digitalen Medien angezeigt werden, können zudem mit Algorithmen ausgestattet werden, die auf Basis der digitalen Kartendaten Quelle-Ziel-Beziehungen mit Bezug auf bestimmte Kriterien bestimmen. So kann eine Route zunächst als Verbindung mit der kürzesten räumlichen Entfernung angegeben und in der Karte hervorgehoben werden. Diese lässt sich in Varianten

unter Bezugnahme auf unterschiedliche Verkehrsmittel in Verbindung mit der zu erwartenden gesamten Reisezeit vergleichen. Werden öffentliche Verkehrsmittel eingebunden, lassen sich die Haltestellen sowie die fahrplanmäßigen Abfahrtszeiten und gegebenenfalls Umsteigezeiten aus einer Fahrplandatenbank hinzufügen und anzeigen, ebenso die zu lösen- den Tickets und Preise. Die Umsteigezeiten lassen sich zudem interaktiv auf die jeweilige Situation anpassen.

Derartige interaktive Karten lassen sich mit den digitalen Medien auch online nutzen. Auf diese Weise werden im Fall von Störereignissen, die zu Zeitverzögerungen führen, Routen und Verbindungen stets neu berechnet und dargestellt. Verfügt das digitale Medium zudem über eine Applikation zur Ortsfeststellung, so können konkrete Handlungsempfehlungen in der digitalen Karte angezeigt oder durch einen Sprachdecoder ausgegeben werden.

Es zeigt sich, dass die Art der verkehrsrelevanten Informationen, die sich Verkehrsteilnehmer im Rahmen der Digitalisierung beschaffen können, keineswegs wesentlich neu ist, sondern dass die Informationen in differenzierterem Umfang und individualisiert abgerufen werden können. Sie werden zudem in der vertrauten Form von Straßenkarten und Stadtplänen dargestellt. Einzig die Darstellungsmedien sind neu. Empirisch ist bereits eine weite Verbreitung der mobilen Computer und Applikationen zu verzeichnen (Statistisches Bundesamt 2017a). Der zunehmende, routinierte Einsatz von Navigationssystemen lässt sie absehbar Teil der Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer werden.

### *3.2. Tickets und Straßenbenutzungsgebühren*

Die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel wie Bus und U-Bahn ist für Verkehrsteilnehmer üblicherweise mit dem Erwerb eines Tickets verbunden. Die Fahrpreise differieren in der Regel mit der zurückgelegten Entfernung und der Zahl der Tickets, die in einer Periode erworben werden. Verkehrsteilnehmer treffen mithin die Entscheidung, ob es für sie günstiger ist, Einzelfahrscheine zu erwerben oder beispielweise eine Monatskarte im Abonnement.

Im Rahmen sogenannter Check-in/Check-out-Verfahren werden diese Ticketarten bereits als digitale Tickets eingesetzt. Fahrgäste halten eine Chipkarte bei Einstieg und Ausstieg vor einen Validator. Dieser registriert die Kartennummer, stellt beim Check-out die Zahl der zurückgelegten Haltestellen fest und bucht einen entsprechenden Betrag, der zu Verkehrsspitzenzeiten erhöht und zu Schwachlastzeiten ermäßigt werden kann, von einem auf der Karte verfügbaren Guthaben ab. Sofern mehrere Fahrten mit der Karte in einer Periode durchgeführt werden, wird gegebenenfalls ein reduzierter Fahrpreis zugunsten des

Fahrgastes abgebucht. Der Fahrgast ist also nicht persönlich bekannt. Vielfahrer können einen Vertrag mit dem Verkehrsunternehmen abschließen. Bei Check-in und Check-out wird nur die Vertragsnummer registriert. Die Fahrten werden monatsweise gespeichert. Am Monatsende erhält der Fahrgast eine Aufstellung der Fahrten differenziert nach Verbindungen und Zeiten. Auch hier wird eine Bestpreisabrechnung zugunsten des Fahrgastes durchgeführt. Die Weiterentwicklung von Check-in/Check-out-Verfahren erfolgt in Form von Be-in/Be-out-Verfahren. In diesen Verfahren werden die Chipkarten vom System nach Abfahrt des Verkehrsmittels automatisch erkannt. Aufgrund der mit diesem Verfahren verbundenen technischen Probleme der Energieversorgung der Chipkarte werden die Verfahren derzeit mit Smartphones weiterentwickelt.

Im Rahmen von Mobilitätspakettlösungen werden die digitalen Abrechnungssysteme des ÖPNV auf den Taxiverkehr und Carsharing-Lösungen erweitert. ÖPNV-Unternehmen sind in der Regel regional organisiert. Im Rahmen von Clearingvereinbarungen werden Abrechnungslösungen regionenübergreifend angestrebt (VDV eTicket Service GmbH & Co. KG 2018).

Wie bei den Navigationssystemen zeigt sich, dass die Art der verkehrsrelevanten Tarifinformationen keineswegs wesentlich neu ist. Neu ist, dass die öffentlichen Verkehrssysteme auch ohne detaillierte Tarifkenntnis sinnvoll genutzt werden können. Die digitale Buchung und Abrechnung von Verkehrsdienstleistungen wird mithin ebenfalls absehbar Teil der Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer werden.

Die Nutzung der Straßeninfrastruktur ist bislang nur für Lastkraftwagen mit einem zulässigen Gesamtgewicht ab 7,5 t auf Bundesfernstraßen gebührenpflichtig. Fahrer der Lkw buchen manuell an Terminals oder online mit Smartphones, Tablets oder Laptops die Fahrt über einen bestimmten Streckenabschnitt. Vergleichbar den beschriebenen Navigationssystemen geben sie Start und Ziel einer Fahrt an, wählen aus den vom Computer vorgeschlagenen Routen mit Preisangabe die gewünschte aus und bezahlen die Fahrt entweder mit einer Geldkarte oder erhalten als registrierte Nutzer am Monatsende eine Abrechnung. Alternativ kann ein automatisches Einbuchungsverfahren gewählt werden. Hierzu ist der Einbau einer sogenannten On Board Unit (OBU) erforderlich. In der OBU sind die für die Gebührenerhebung relevanten Fahrzeugdaten gespeichert. Während der Fahrt erhält die OBU satellitengestützt die Positionsdaten und sendet diese zum Gebührenerhebungsunternehmen. Am Ende einer Abrechnungsperiode werden die gebührenpflichtigen Fahrtabschnitte mit den zu entrichtenden Entgelten dem registrierten Verkehrsunternehmen in Rechnung gestellt. Je mehr Achsen, mithin zulässigem Gesamtgewicht, und je höher der Schadstoffausstoß, umso höher ist die Gebühr je zurückgelegtem Kilometer.

So wird die Abrechnung der Straßenbenutzungsgebühren individuell differenziert ausgestaltet.

Mittlerweile sind mehr als eine Million Fahrzeuge registriert, in mehr als eine Million Fahrzeuge wurde eine OBU eingebaut. Die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren ist ein normaler Vorgang geworden und Teil der Lebenswelt im Straßengüterverkehr. Auch in anderen Ländern wie Belgien, Frankreich und Italien werden Straßenbenutzungsgebühren erhoben. Um das Gebührenerhebungsverfahren weiter zu vereinfachen, wird auf EU-Ebene an einem interoperablen System geforscht, sodass Lkw im internationalen Verkehr lediglich eine einzige OBU benötigen (Bundesamt für Güterverkehr 2016).

### *3.3 Automatisiertes, autonomes und gelenktes Fahren*

Die Automatisierung von Verkehrssystemen ist im U-Bahnbetrieb bereits weit fortgeschritten. Im Rahmen des EU-Projektes MODURBAN wurden Grade der Automatisierung definiert, die sich in der DIN EN 62290-1 finden: Ohne Automatisierung (Grad der Automatisierung 0, GOA0) steuert der Fahrer die U-Bahn auf Sicht, der Betrieb wird mittels stationärer Lichtsignale gesteuert. Im nichtautomatischen Fahrbetrieb (GOA1) wird die sichere Geschwindigkeit vom System überwacht. Im halbautomatischen Fahrbetrieb (GOA2) startet der Fahrer die Bahn noch, das Beschleunigen und Bremsen erfolgt automatisch. Im fahrerlosen Fahrbetrieb (GOA3) wird der Fahrweg automatisch überwacht. Hindernisse und Personen im Gleis werden erkannt. Eine Bahn wird im Notfall automatisch abgebremst, ebenso wie entgegenkommende Bahnen. Ein Zugbegleiter kann noch eingreifen. Im unbegleiteten Fahrbetrieb (GOA4) wird auch der Fahrgastwechsel vollautomatisch überwacht. Dabei schirmen Bahnabschlusstüren den Stationsbereich von den Gleisen ab. Notfallsituationen wie Feuer, Rauch und Entgleisung werden automatisch erkannt. Züge fahren, wenn möglich, noch in die nächste Station ein. Fahrgäste können Kontakt zur rechnergestützten Betriebsleitzentrale digital herstellen. Die Betriebsleitzentrale kann über Videokameras das Geschehen im Bedarfsfall überwachen (DIN, VDE 2014, 17).

Die U-Bahn wird von den Verkehrsteilnehmern während der Phasen der Automatisierung stets in gleicher Weise genutzt. Die U-Bahn als Verkehrsmittel bleibt mithin Teil der Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer. In Deutschland wird in der Stadt Nürnberg seit 10 Jahren eine U-Bahn mit unbegleitetem Fahrbetrieb betrieben, in anderen Städten wie Berlin oder München wurde sich für einen teilautomatischen Betrieb entschieden (Stadt Nürnberg/Planungs- und Baureferat 2017, 45).

Für den Straßenverkehr wurden von der Bundesanstalt für Straßenwesen ähnliche Automatisierungsgrade definiert (Gasser et.al. 2012, 31).

Im Automatisierungsgrad Driver only greift kein Assistenzsystem in die Längs- oder Querführung des Fahrzeugs ein. Beim assistierten Fahren führt der Fahrer dauerhaft die Längs- oder Querführung des Fahrzeugs durch und überwacht das System. So werden im Fall der Adaptive Cruise Control die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug vom System gesteuert, wohingegen der Fahrer lenkt. Beim Grad des teilautomatisierten Fahrens übernimmt das System die Längs- und Querführung. Der Fahrer überwacht das System und ist jederzeit zum Eingreifen bereit. Beim Grad des hochautomatisierten Fahrens muss der Fahrer das System nicht mehr dauerhaft überwachen. Die Systemgrenzen werden alle vom System erkannt und der Fahrer wird bei Bedarf zur Übernahme der Fahraufgabe mit ausreichender Zeitreserve aufgefordert. Das System ist nicht in der Lage, aus jeder Ausgangssituation den risikominimalen Zustand herbeizuführen, also sinnvoll anzuhalten. Beim Grad des vollautomatisierten Fahrens muss der Fahrer das System nicht überwachen. Die Systemgrenzen werden alle vom System erkannt und der Fahrer wird vor dem Verlassen des Anwendungsfalls mit ausreichender Zeitreserve vom System zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert. Übernimmt der Fahrer nach Aufforderung mit ausreichender Zeitreserve die Steuerung nicht, wird das System das Fahrzeug in den risikominimalen Zustand zurückführen, wozu es in allen Situationen in der Lage ist.

Beispielhaft sei die Funktionsweise des hochautomatisierten Staupiloten von Audi (Audi Media Centre 2017) skizziert. Die Nutzung des Staupiloten setzt als Umgebungsbedingungen voraus, dass sich das Fahrzeug auf einer Autobahn oder einer mehrspurigen Kraftfahrstraße mit baulicher Trennung zur Gegenfahrbahn und einer Randbebauung, etwa Leitplanken, befindet. Es herrscht zähfließender Kolonnenverkehr auch auf den Nachbarspuren und die Eigengeschwindigkeit beträgt maximal 60 km/h. Es befinden sich zudem keine Ampeln oder Fußgänger im relevanten Sichtbereich der Fahrzeugsensorik. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, erhält der Fahrer optische Hinweise, dass er den Staupiloten einschalten und sich danach anderen Dingen zuwenden kann. Der Staupilot fordert den Fahrer bei Änderung der Umgebungsbedingungen durch optische und akustische Signale zur Übernahme auf. Der Fahrer signalisiert die Übernahme der Fahraufgabe durch Umfassen des Lenkrades, was durch den Lenkmomentensensor registriert wird, Sensoren an Gas- und Bremspedal registrieren ebenfalls Aktivitäten des Fahrers. Erfolgt eine Übernahme nicht, werden Gurtstraffersignale gegeben. Erfolgt auch daraufhin keine Reaktion bremst das System das Fahrzeug bis zum Stillstand ab. Erfolgt auch dann keine Reaktion, wird ein automatischer Notruf abgesetzt.

Während des Einsatzes des Staupiloten wird geprüft, dass sich der Fahrer überhaupt einsatzbereit hinter dem Lenkrad befindet. Dazu werden Kamerabilder vom Fahrer erstellt. Mit Hilfe von Algorithmen

werden diese ausgewertet und Kopfstellung und Augenlider des Fahrers identifiziert. Sind etwa die Augen des Fahrers längere Zeit geschlossen, wird er vom System zur Übernahme aufgefordert. Ist die Sicht der Kamera auf den Kopf des Fahrers verdeckt, wird der Fahrer ebenfalls vom System zur Übernahme aufgefordert.

Beim autonomen Fahren übernimmt das Fahrzeug Längs- und Querführung in allen Verkehrssituationen. Der Fahrer wird zum Fahrgast. Damit geht die Verantwortung für das Fahren vom Fahrer, der keine Eingriffsmöglichkeiten mehr hat, auf den Betreiber des Fahrzeugs oder gegebenenfalls auf den Hersteller über.

## 4. Akteure der Digitalisierung

### 4.1 Verkehrsteilnehmer

Den Verkehrsteilnehmern erwachsen mit den digitalen Medien unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten. Diese ergeben sich aus der Verfügbarkeit und Kenntnis digitaler Medien, den Wegezwecken und den verfügbaren Verkehrsmitteln.

In Deutschland nutzten im Jahr 2017 nach Angaben des statistischen Bundesamtes etwa 81 % der Bevölkerung ab 10 Jahren das Internet mobil. Die Nutzung unterschiedlicher digitaler Medien ist derzeit unterschiedlich verteilt. Ab einem gewissen Alter geben die meisten jungen Menschen an, mobile, internetfähige Medien zu nutzen. Erwachsene ab 45 Jahre weisen eine geringere mobile Internetnutzung auf. In der Gruppe der über 64-Jährigen sinkt der Anteil deutlich ab. Die Internetnutzung erfolgt überwiegend über Smartphones, sowohl über das Mobilfunknetz als auch über drahtlose Netzwerke. Tragbare Computer werden hingegen eher in Verbindung mit drahtlosen Netzwerken genutzt.

Tabelle: Mobile Internetnutzung von Personen privater Haushalte [in %]

Alter	10–15	16–24	25–44	45–64	>64
Mobile Internetnutzung	82	96	94	77	50
Verbindungsarten mit Handy/Smartphone					
Mobilfunknetz (UMTS/GPRS)	55	78	81	55	26
Drahtloses Netzwerk (Hotspot/WLAN)	57	71	66	50	30

Verbindungsarten mit tragbaren Computern (Laptop, Notebook, Tablet)					
Mobilfunknetz (USB-Stick oder Sim-Karte)	7	14	21	18	10
Drahtloses Netzwerk (Hotspot/WLAN)	21	39	45	33	20
Computer- und Internetkenntnisse					
Installation von Software/Apps	75	87	82	57	38
Änderung der Einstellungen von Software/Apps	27	51	58	39	29

*Quelle: Zusammengestellt aus Statistisches Bundesamt 2017b, 25 f.*

Von den jüngeren mobilen Internetnutzern geben die meisten Befragten an zu wissen, wie eine Applikation auf ihrem Medium zu installieren ist. Änderungen an den Einstellungen dieser Applikation scheint allerdings nur ein deutlich geringerer Teil der Befragten vornehmen zu können.

Viele Verkehrsteilnehmer können mithin die im vorigen Abschnitt dargestellten unterschiedlichen Formen der Digitalisierung für die Durchführung ihrer Wegeketten auf sehr unterschiedliche Weise nutzen. Sie können mit den individualisierten digitalen Landkarten, Routen und Verbindungen ihre Reisezeiten verringern. Des Weiteren können sie öffentliche Verkehrssysteme ohne detaillierte Tarifkenntnis nutzen, was in vielen Fällen die Nutzung öffentlicher Verkehrssysteme erst ermöglicht, und damit neue Zielgelegenheiten erreichen und Aktivitäten durchführen. Diese aktuellen und potenziellen Handlungsmöglichkeiten ergeben sich in besonderem Maße für Verkehrsteilnehmer, die nicht über ein motorisiertes Individualverkehrsmittel verfügen können.

Darüber hinaus wird hoch- und vollautomatisiertes Fahren neue Nutzungsmöglichkeiten der Fahrtzeiten im Straßenverkehr, beispielsweise Büroarbeiten im Berufsverkehr, ermöglichen. Berufspendler können Arbeitszeit und Reisezeit verbinden und so entweder bei gegebenen Wohn- und Arbeitsstandorten über mehr Zeit verfügen oder weitere Wege im Rahmen einer für sie günstigeren Zuordnung von Wohn- und/oder Arbeitsstandort realisieren. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad verändert sich allerdings die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion. Der Fahrer muss das System zwar nicht überwachen, im Fall des hochautomatisierten Fahrens aber bei Bedarf die Fahraufgabe nach Aufforderung mit ausreichender Zeitreserve wieder übernehmen. Zudem kann das System nicht aus jeder Ausgangslage in den risikominimalen Zustand zurückführen. Die zuvor genannten Tätigkeiten werden mithin nicht mit der ihnen gebührenden Konzentration ausgeführt werden können. Des Weiteren

werden die Fahrer die mit der Übernahme der Fahraufgabe verbundene Unsicherheit unterschiedlich wahrnehmen, was zu neuen Unfallgefahren führen kann.

Erst mit dem vollautomatisierten Fahren wird der Fahrer nicht bei Bedarf, sondern vor Verlassen des Anwendungsfalles zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert, kann sich also den zuvor genannten Tätigkeiten widmen. Zudem ist das System definitionsgemäß in der Lage, wenn der Fahrer die Fahraufgabe nicht wieder übernimmt, in den risikominimalen Zustand zurückzuführen. Durch autonomes Fahren schließlich erhalten mobilitätseingeschränkte Personen, beispielsweise Kinder oder Personen mit Geh- oder Sehbehinderungen, überhaupt Zugang zum motorisierten Straßenverkehr und können damit neue Zielgelegenheiten erreichen und Aktivitäten durchführen.

Aufgrund der zunehmenden aktuellen und potentiellen Reichweite der Verkehrsteilnehmer kann von einem großen Interesse an der Digitalisierung ausgegangen werden. Aufgrund des bereits verbreiteten Wissens um die Nutzung der digitalen Medien werden zunehmend auch ältere Verkehrsteilnehmer neue Handlungsmöglichkeiten erfahren. Schließlich bleibt festzuhalten, dass mit den zunehmenden Handlungsmöglichkeiten der Anteil des motorisierten Verkehrs sowohl bezüglich der Zahl der Wege als auch bezüglich der Personenkilometer weiter zunehmen wird.

#### *4.2 Verkehrsunternehmen*

In hochverdichten Räumen kommen die Leistungsmerkmale der Verkehrssysteme des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) deutlich zum Tragen: die Leistungsfähigkeit, viele Fahrgäste auf begrenztem Raum befördern zu können, sowie Schnelligkeit und Sicherheit. Mit der Automatisierung der U-Bahnen, aber auch der Stadtbahnssysteme, die weitreichend räumlich getrennte Fahrwege aufweisen, können diese Leistungsmerkmale weiter gesteigert werden.

Hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge benötigen klar definierte Einsatzfelder und werden zunächst auf Bundesautobahnen und ausgewählten Bundesfernstraßen zum Einsatz kommen, mithin eher dem öffentlichen Personenfernverkehr zur Konkurrenz werden. Mit dem Sprung zum autonomen Fahrzeug erwächst auch dem ÖPNV eine merkliche Konkurrenz. Aber autonome Fahrzeuge können in vielfältiger Form erscheinen: als ein privates Fahrzeug, ein Taxi, ein Bus, ein Sammeltaxi oder ein Carsharing-Fahrzeug. Es steht mithin nicht nur in Konkurrenz zum ÖPNV, sondern bietet vielmehr neue Handlungsmöglichkeiten zur Gestaltung von Raumerschließungskonzepten. Autonome Fahrzeuge können an Endhaltestellen leistungsstarker Stadtbahnlinien Ergänzungsverkehre oder in Schwachlastzeiten Ersatzverkehre übernehmen.

So kann nicht nur der ÖPNV-Betrieb aufrechterhalten werden. Es lassen sich zudem, wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, völlig neue Nutzergruppen für den ÖPNV erschließen, insbesondere Kinder und mobilitätseingeschränkte Personen (VDV 2015).

Neben dem stationsgebundenen, fahrplanmäßigen Einsatz können autonome Fahrzeuge von den ÖPNV-Unternehmen auch räumlich und zeitlich flexibel bereitgestellt und von den Verkehrsteilnehmern gebucht werden. Damit weitet sich das Dienstleistungsspektrum der ÖPNV-Unternehmen aus und es können weitere, neue Nutzergruppen erschlossen werden.

Die Gestaltung flexibler Raumerschließungskonzepte setzt leistungsfähige, internetgestützte Mobilitätsplattformen voraus. Mit entsprechenden Fahrplaninformations-, Buchungs- und Abrechnungssystemen können die Zugangsbarrieren der Verkehrsteilnehmer zu den neuen Optionen des ÖPNV abgebaut werden. Den Weg dahin haben viele Verkehrsunternehmen und Verkehrsverbünde mit den Online-Fahrplan- und Buchungsprogrammen sowie neuen digitalen Check-in/Check-out-Systemen bereits eingeschlagen, Be-in/Be-out-Systeme werden folgen. In Kooperation mit Carsharing-Unternehmen und Parkhausbetreibern werden diese Mobilitätsangebote ausgeweitet. In Vorbereitung sind Clearingstellen, um regionale Mobilitätsdienstleistungen auch regional übergreifend mit anderen Mobilitätsdienstleistern zu vernetzen.

Mit derartig ausdifferenzierten Raumerschließungskonzepten wird sich die motorisierte Mobilität sowohl hinsichtlich der Zahl der motorisierten Wege als auch der motorisierten Personenkilometer erhöhen.

#### *4.3 Fahrzeughersteller*

Für die Automobilhersteller ergeben sich über die dargestellten Formen der Digitalisierung unterschiedliche neue Geschäftsfelder. Zunächst haben die Hersteller Navigationssysteme fest in Fahrzeuge eingebaut. Diese haben bislang wesentlich zur Orientierung der Fahrer gedient.

Die den Navigationssystemen zugrundeliegenden digitalen Karten erlangen allerdings zunehmend Bedeutung für die Automatisierung der Fahrzeuge. Wie im Abschnitt zu den Formen der Digitalisierung gezeigt, können die Karten mit zunehmender Genauigkeit dargestellt und online mit aktuellen Verkehrsdaten ausgestattet werden. Damit können über den Bordcomputer Informationen abgeleitet werden, die den in den Fahrzeugen verbauten Sensoren in der Form nicht zugänglich sind. So kann beispielsweise ein Stauende hinter einer Kurve über das Navigationssystem für die Fahrzeugsteuerung verwendet werden.

Gemäß Definition der Automatisierungsstufen der BASt-Projektgruppe werden die Systemgrenzen definierter Situationen von hochautomatisierten

Fahrzeugen erkannt. Der Fahrer muss das System nicht überwachen. Bei Bedarf wird er mit ausreichender Zeitreserve zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert. Er kann sich mithin anderen Tätigkeiten zuwenden. Damit ergeben sich für die Hersteller vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten für Tätigkeiten, denen sich Fahrer während des automatisierten Fahrens zuwenden können, etwa zusätzliche Konsolen für das Schreiben von E-Mails oder Anschauen von Unterhaltungsprogrammen. Ab dem autonomen Fahren können vollkommen neue Innenraumgestaltungskonzepte entwickelt werden, um unterschiedlichste Aktivitäten während der Fahrt zu ermöglichen, so etwa Arbeiten, Ruhen oder Kommunikation mit Mitreisenden. Derart differenzierte Fahrzeugmodelle steigern die Attraktivität der Fahrzeuge für unterschiedliche Nutzergruppen, ermöglichen also den Herstellern neue Produktions- und Absatzmöglichkeiten.

Die großen Fahrzeughersteller sind zugleich im Bereich der Mobilitätsplattformen engagiert. So ist der Antrag der BMW AG und Daimler AG zur Fusion ihrer beiden Carsharing-Unternehmen DriveNow und Car2go von der EU-Kommission mit Auflagen genehmigt worden (EU-Kommission 2018). Das neue Unternehmen umfasst neben den Carsharing-Anbietern Buchungs-Apps, Taxi-Apps, Parkraum-Apps und Bezahldienste.

Gleichwohl: Car-Sharing-Modelle mit digitalen Zugangsmöglichkeiten zu (autonomen) Fahrzeugen liegen wesentlich nicht im Geschäftsfeld von Fahrzeugherstellern. Carsharing bedeutet, dass die eingesetzten Fahrzeuge von unterschiedlichen Verkehrsteilnehmern in der Regel nacheinander exklusiv gebucht und genutzt werden. Der mit der Automatisierung zu erwartende steigende motorisierte Verkehr würde also mit unterproportional steigendem, gegebenenfalls sogar sinkendem Fahrzeugbestand realisiert werden. Das Geschäftsmodell der Mobilitätsplattform erscheint derzeit unklar.

#### *4.4 Versicherungen*

Mit dem motorisierten Verkehr sind Unfallrisiken verbunden. Bei Unfällen im Straßenverkehr haben Geschädigte nach in Deutschland geltendem Haftungs- und Versicherungsrecht einen Anspruch auf Entschädigung für erlittene Schäden, soweit dies möglich ist. Im Falle eines Unfalls haftet grundsätzlich der Halter des Fahrzeugs bis zu einer bestimmten Grenze. Hat der Fahrer den Unfall verursacht, haftet dieser darüber hinaus unbeschränkt. Im Allgemeinen tritt die Kfz-Haftpflichtversicherung für die entstehenden Kosten sowohl des Fahrers als auch des Halters ein.

Sind bei Unfällen hoch- oder vollautomatisierte Fahrzeuge involviert, würde also zunächst die Kfz-Haftpflichtversicherung die Kosten des

Geschädigten begleichen. Es stellt sich dann die Frage, wer zum Unfallzeitpunkt das Fahrzeug gefahren ist. Gemäß § 63 a (1) des StVG werden die Positions- und Zeitangaben, wenn ein Wechsel der Fahrzeugsteuerung zwischen Fahrzeugführer und dem hoch- oder vollautomatisierten System erfolgt, gespeichert. War der Fahrer zum Zeitpunkt des Unfalls nicht in der Verantwortung, könnten diese Kosten über das Produktthaftungsgesetz an den Hersteller weitergegeben werden (Deutscher Verkehrsgerichtstag 2018). Dabei ergeben sich bei geltendem Recht mehrere Hindernisse (Pütz et. al. 2018). Da nun nicht mehr menschliches Versagen des Fahrers als Unfallursache vorliegt, sondern ein Fehler des Fahrzeugs, ist die Versicherung in der Höhe der Haftung begrenzt. Um die Schadenersatzansprüche des Geschädigten wie bisher ausgleichen zu können, wäre also zunächst die Deckungssumme des Halters anzupassen, was mit höheren Versicherungspolicen verbunden wäre.

War also der Fahrer zum Zeitpunkt des Unfalls nicht in der Verantwortung, kann die Versicherung die Schadenskosten gegenüber dem Fahrzeughersteller im Rahmen des Produkthaftungsgesetzes (PHG) geltend machen. Gemäß PHG ist der Hersteller des Fahrzeugs verantwortlich, wenn der Fehler bereits zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens vorgelegen hat. Um dies beurteilen zu können, wären einheitliche Standards zum Programmieren, Testen und Zulassen von automatischen Fahrzeugen erforderlich, die es derzeit nicht gibt.

Zudem müsste eine Kfz-Versicherung das Recht erhalten, eventuelle Defekte in der Fahrzeugsteuerung ermitteln zu können, also Zugang zu der Programmierung erhalten und das Know-how erwerben, eine derartige Überprüfung auch durchführen zu können. Beide Aspekte werden erschwert, wenn Software-Updates in der Fahrzeugsteuerung zu einer fortwährenden Veränderung des Produktes führen. Zu diesen Zwecken wäre eine neutrale Institution hinzuzuziehen bzw. einzurichten.

Es ist anzunehmen, dass eine Kfz-Versicherung nur dann Ansprüche gegen einen Fahrzeughersteller geltend macht, wenn ein Defekt in der Steuerung zu einem Großschaden führt oder zu einer Vielzahl von Unfällen, die dann in der Summe einem Großschadensereignis gleichkommen. Damit würden Halter von Fahrzeugen bei anderen Unfällen systematisch in die Verantwortung genommen, auch wenn sie keine Handlungsmöglichkeiten zur Behebung des Fehlers haben.

#### *4.5 Staatliche Institutionen*

Die Verkehrsinfrastruktur wird in Deutschland im Wesentlichen von staatlichen Institutionen bereitgestellt und finanziert. So sind die mit der Verwaltung der Infrastruktur betrauten Stellen an einer optimierten Steuerung der Infrastrukturnutzung interessiert. Dieser scheinen aber

durchaus Grenzen gesetzt. So ist eine Optimierung der Verkehrssteuerung im ländlichen Raum oder zu Schwachlastzeiten in städtischen Räumen ohne größere Wirkung. Erhebliche Verbesserungen erscheinen zu Verkehrsspitzenzeiten in städtischen Räumen in Aussicht zu stehen. Mehrere Faktoren allerdings sprechen gegen diese Erwartungen: Zunächst einmal fahren Verkehrsteilnehmer zu Verkehrsspitzenzeiten bereits heute vielfach nicht mit dem sogenannten Tachohalbeabstand. Ein durch die Digitalisierung verringelter Abstand zwischen den Fahrzeugen wird also nicht die theoretisch zu erwartende Wirkung zeigen. Des Weiteren wird im Fall hochautomatisierten Fahrens der Fahrer bei Bedarf stets die Fahrzeugführung übernehmen müssen. In den Fällen müssen also die für die Übernahme notwendigen Sicherheitsabstände vorliegen. Auch im Fall des vollautomatisierten Fahrens muss bei planmäßiger Übernahme der Fahraufgabe eine Situation vorliegen, die entsprechende Sicherheitsabstände aufweist. Schließlich wurde bereits darauf verwiesen, dass mit zunehmender Digitalisierung und Automatisierung eine weitere Zunahme des motorisierten Verkehrs angenommen werden kann. Freiwerdende Kapazitäten würden mithin durch zusätzlichen motorisierten Straßenverkehr belegt.

Über Jahrzehnte wurde die Infrastruktur aus Steuermitteln finanziert. Seit den 2000er Jahren wird eine nutzergesteuerte Bereitstellung und Finanzierung von Verkehrsinfrastruktur durch das Bundesverkehrsministerium vorangetrieben. Mit Hilfe des von Toll Collect betriebenen digitalen Gebührenerhebungssystems (Abschnitt 3.2) wurden anfänglich nur für Lkw ab 12 t zul. GG. auf Bundesautobahnen Gebühren in Abhängigkeit der zurückgelegten Distanzen und Fahrzeuggewichte erhoben. Mittlerweile wurde die Gebührenerhebung aber auf Lkw ab 7,5 t zul. GG. sowie sämtliche Bundesfernstraßen erweitert. Seit dem Jahr 2011 werden die erhobenen Gebühren ausschließlich für die Refinanzierung der Bundesfernstraßen eingesetzt. Damit ist ein geschlossener Finanzierungskreislauf entstanden. Die Einnahmen aus den Gebühren sind mittlerweile auf über 5 Mrd. Euro im Jahr angewachsen, was bei einem Bundeshaushalt des BMVI von etwa 27 Mrd. Euro einen nennenswerten Betrag darstellt.

Die Ausweitung des digitalen Gebührenerhebungssystems auf Personenfahrzeuge ist in Vorbereitung. Hier ist bislang nur eine fahrlaufungsunabhängige Vignettenlösung vorgesehen. Dieser Bepreisungsansatz erscheint insofern sinnvoll, als die Unfallwahrscheinlichkeiten auf Bundesautobahnen vergleichsweise gering sind. Die Routen über Bundesautobahnen sind zwar schnelle Verbindungen, aber vielfach auch länger als manche Alternativroute. Im Gegensatz zum Güterverkehr, bei dem die schnelle Verkehrsverbindung aufgrund von Fahrer- und Kapitalkosten wesentlich erscheint, sind im motorisierten Personenverkehr durchaus Verdrängungseffekte kilometerabhängiger

Bepreisungsansätze mit entsprechend höheren Unfallwahrscheinlichkeiten zu erwarten. Dies kann sich ändern, wenn sich die Unfallwahrscheinlichkeiten und das damit verbundene Risiko durch automatisierte Fahrzeuge verändern.

Aufgrund der besonderen Bedeutung der Digitalisierung und Automatisierung von Fahrzeugen für die Verkehrssicherheit hat der Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur eine Ethikkommission ‚Automatisiertes und vernetztes Fahren‘ eingesetzt, die im Jahr 2017 ihren Bericht vorgelegt hat (BMVI 2017). Da auch mit weitreichender Entwicklung der Technik eine vollständige Vermeidung von Unfällen nicht möglich erscheint, hat die Kommission Regeln im Kontext der notwendigen Entscheidungen bei der Programmierung der Software hochautomatisierter, vollautomatisierter und autonomer Fahrsysteme aufgestellt. Gleich zu Beginn wird darauf hingewiesen, dass teil- und vollautomatisierte Verkehrssysteme zuerst der Verbesserung der Sicherheit aller Beteiligten im Straßenverkehr dienen. »Daneben geht es um die Steigerung von Mobilitätschancen und die Ermöglichung weiterer Vorteile.« »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. [...] Die Gewährleistungsverantwortung für die Einführung und Zulassung automatisierter und vernetzter Systeme im öffentlichen Verkehrsraum obliegt der öffentlichen Hand. Fahrsysteme bedürfen deshalb der behördlichen Zulassung und Kontrolle.« Die Projektgruppe der Bundesanstalt für Straßenwesen (Gasser et.al 2012) erwartet in einer zunehmenden Fahrzeugautomatisierung einen zunehmenden Nutzen für die Verkehrssicherheit, der sich im Wesentlichen aus der Verringerung des Spielraums für Fehlverhalten der Fahrzeugführer ergibt.

»Die Technik muss nach ihrem jeweiligen Stand so ausgelegt sein, dass kritische Situationen gar nicht erst entstehen, dazu gehören auch Dilemma-Situationen [...].« »Bei unausweichlichen Unfallsituations 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.« Vor allem der letzte Satz erscheint hier von besonderer Relevanz. Es gilt also herstellerübergreifend sicherzustellen, dass eine Programmierung der Fahrzeugsteuerung dem Schutz der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer eine übergeordnete Priorität einräumt. Dies bedeutet auch, dass die Steuerung der Fahrsysteme im Rahmen der behördlichen Zulassung und Kontrolle eingesehen und überprüft wird. Eine derartige Institution ist bislang nicht geschaffen worden.

Eine erste Anpassung des Rechtsrahmens ist 2017 mit dem achten Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (Straßenverkehrsge-  
setz) erfolgt. In § 1 a (1) STVG ist geregelt: »Der Betrieb eines Kraft-  
fahrzeugs mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion ist zulässig,  
wenn die Funktion bestimmungsgemäß verwendet wird.« Nach wie  
vor sind mithin autonome Fahrzeuge in Übereinstimmung mit den Re-  
gelungen des Wiener Übereinkommens und der UN / ECE-Regelungen  
(Deutscher Bundestag 2017) nicht zulassungsfähig. In § 1a (2) STVG  
wird weiter ausgeführt, dass das Fahrzeug über eine technische Ausrüs-  
tung verfügen muss, die zur Bewältigung der Fahraufgabe das jeweili-  
ge Kraftfahrzeug nach Aktivierung steuern kann. Das System kann die  
Erforderlichkeit der eigenhändigen Fahrzeugsteuerung durch den Fahr-  
zeugführer erkennen und zeigt dem Fahrzeugführer das Erfordernis der  
eigenhändigen Fahrzeugsteuerung mit ausreichender Zeitreserve vor der  
Abgabe der Fahrzeugsteuerung an den Fahrzeugführer optisch, akus-  
tisch, taktil oder sonst wahrnehmbar an. Dabei bleibt der Begriff der  
ausreichenden Zeitreserve unbestimmt. Nach § 1 (b) muss der Fahr-  
zeugführer derart wahrnehmungsbereit sein, dass er der Verpflichtung  
nachkommen kann, die Fahrzeugsteuerung unverzüglich wieder zu  
übernehmen, wenn das System ihn dazu auffordert, oder wenn er er-  
kennt oder er auf Grund offensichtlicher Umstände erkennen muss,  
dass die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Verwendung  
der hoch- oder vollautomatisierten Fahrfunktionen nicht mehr vorlie-  
gen. Damit entsprechen die gesetzlichen Regelungen nicht den Begrif-  
fen des hoch- und vollautomatisierten Fahrens, wie sie in der Diskus-  
sion allgemein verwendet werden, sondern entsprechen lediglich dem  
teilautomatisierten Fahren.

Darüber hinaus stellt § 7 STVG klar, dass der Halter des Fahrzeugs  
mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion weiterhin verschuldens-  
unabhängig haftet. Lediglich die Haftungsgrenze wurde angehoben, so-  
dass der Schutz der Geschädigten gewährleistet ist, soweit dies durch  
monetäre Leistungen überhaupt möglich ist.

Auch in der Straßenverkehrsordnung sind Regelungen enthalten, die  
dem Fahrer bestimmte Verpflichtungen bei der Fahrzeugführung aufer-  
legen. Auch diese Regelungen werden im Hinblick auf eine Veränderung  
der Verantwortung des Fahrers hin zu Fahrzeughalter und Fahrzeugher-  
steller anzupassen sein. Dabei geht es bei den Anpassungen der Geset-  
zesnormen weniger um die Entschädigung von Geschädigten, sondern  
vielmehr um die Umsetzung der von der Ethikkommission ausdrücklich  
eingeforderten Regeln für einen verantwortungsvollen Umgang mitein-  
ander in einem immer mehr technisierten Straßenverkehr.

## 5. Big Data

Verkehrsdaten werden von mobilen Navigationsgeräten ebenso erfasst wie von Geräten mit Buchungs-Applikationen und Abrechnungssystemen. Die Geräte erfassen verkehrsrelevante Daten wie den Standort des Gerätes, sowie Quell- und Zielort einer Fahrt. Durch die weite Verbreitung und zunehmende Nutzung der Geräte entstehen sehr große Datens Mengen. Auch in vielen Fahrzeugen werden mittlerweile Daten erfasst, etwa die Betätigung von Gas- und Bremspedal sowie die Einschläge des Lenkrades. Mit der Automatisierung der Fahrzeuge werden zusätzliche Daten erfasst: Ab der Stufe des hochautomatisierten Fahrens erfassen Kameras Umgebungsdaten und den Fahrer. Zudem werden Zeit und Ort der Übergabe der Fahrzeugsteuerung festgehalten. Mit der Stufe des vollautomatisierten Fahrens werden Umgebungsdaten in einem größeren Umfang erfasst. Dies findet auf der Stufe des autonomen Fahrens noch eine Steigerung.

Aufbauend auf diesen Daten können mit Hilfe von Algorithmen weitere Daten erzeugt werden. Aus den Positionsdaten können Geschwindigkeitsdaten für Fahrzeuge auf bestimmten Streckenabschnitten in Verkehrsnetzen ermittelt werden. Es lassen sich Routen bestimmen und Tarife berechnen, darauf aufbauend mit Hilfe von Häufigkeitsauswertungen Wegemuster erkennen und Verkehrsströme ermitteln. Darüber hinaus lassen sich die Daten des Fahrverhaltens auswerten sowie Verhaltensdaten beim Wechsel der Fahrzeugsteuerung. Ab dem hochautomatisierten Fahren wird eine Fahrerverfügbarkeitsprüfung vorgenommen. Es werden also biologische Eigenschaften des Fahrers erkannt, wie Kopf und Augenlider, des Weiteren Kopfnieigung und Stellung der Augenlider. Mit den Stufen der Automatisierung nimmt auch die Auswertung der Daten zu. Insbesondere im Fall des autonomen Fahrens ist das Erkennen vor allem der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer von wesentlicher Bedeutung.

Viele der so erfassten und verarbeiteten Daten sind personenbezogen oder weisen zumindest über den Besitz von Geräten oder Fahrzeugen auf die Personen hin. Angesichts der Vielzahl von Daten, die mittlerweile automatisiert erhoben werden, kommt dem Datenschutz eine besondere Bedeutung zu. Ein wesentlicher Grundsatz der Datenschutz-Grundverordnung (Verordnung EU 2016/679) liegt in der expliziten Einwilligung der Datenerfassung und -verarbeitung. Wer mithin Navigationsgeräte in seinen Funktionen umfänglich nutzen will, muss den allgemeinen Geschäftsbedingungen oder explizit bei Aufruf bestimmter Funktionen der Standortbestimmung durch den Dienstleister zustimmen. Wer Fahrscheine online bucht, muss bei der Installation der Buchungs-Applikation die Erfassung und Verarbeitung der fahrtbezogenen Daten akzeptieren. Mit Prepaid-Verfahren (Abschnitt 3.2) kann die Abrechnung von

Fahrten anonymisiert durchgeführt werden. Wer aber als registrierter Nutzer des öffentlichen Verkehrs an der automatisierten Abrechnung teilnimmt, muss die personenbezogene Erfassung und Verarbeitung der fahrtbezogenen Abrechnungsdaten akzeptieren. Dabei erscheint der Verarbeitungszweck für den Fahrgast nachvollziehbar.

Bei der Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren erscheint die Datenerhebung und -verarbeitung komplexer. Grundsätzlich ist auch hier ein anonymes Prepaid-Verfahren denkbar. Wer als registrierter Nutzer des Bundesfernstraßennetzes an der automatisierten Abrechnung teilnimmt, muss die personenbezogene Erfassung und Verarbeitung der fahrtbezogenen Abrechnungsdaten akzeptieren. Insgesamt werden derzeit acht Verwendungszwecke personenbezogener Daten von Toll Collect genannt (Toll Collect 2018). Für das Gebührenerhebungsunternehmen wurde zur Klärung und Vereinfachung ein zwölf Klassen umfassendes Löschkonzept mit unterschiedlichen Fristen für unterschiedliche Daten je nach ihrer Erforderlichkeit für den Geschäftszweck erarbeitet (Hammer/ Frankel 2011) Diese Fristen reichen von wenigen Monaten bis hin zu mehreren Jahren. Selbst das vereinfachte Konzept erscheint für Verkehrsteilnehmer nur bedingt nachvollziehbar. Die Verantwortung für Datenschutz kann mithin bei einer Ausweitung des Systems zur Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren auf alle Verkehrsteilnehmer kaum von diesen übernommen werden; dies insbesondere vor dem Hintergrund, dass mit den Kontrollsystmen die bestehende Infrastruktur der Fahrzeugerfassung und -erkennung weiter ausgeweitet würde.

Im Gegensatz zum öffentlichen Bereich wird die Weite des Vertragsinhaltes im privaten Bereich von den Vertragsparteien weitgehend frei bestimmt. Von diesen Inhalten wird der Umfang zu erfassender und zu verarbeitender Daten wesentlich bestimmt. Damit entsteht eine für Verkehrsteilnehmer praktisch kaum zu übersehende Vielfalt möglicher Verwendungszwecke der erhobenen Daten. Abschließend seien exemplarisch zwei für die Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer relevante Aspekte kurz vorgestellt.

Derzeit bieten Versicherungsunternehmen vor allem jüngeren Verkehrsteilnehmern sogenannte Telematiktarife an. Je nach Fahrweise werden Punkte vergeben, die schließlich zu Nachlässen auf die Versicherungspolice führen. Dazu werden Daten im Bezug auf Fahr- und Verkehrsverhalten erfasst: die Zeit, zu der gefahren wird, Straßentyp, Beschleunigung, Bremsvorgänge, Geschwindigkeit, Kurvenlage und Leerlaufzeit. Die Daten werden mit einer Smartphone-Applikation erfasst oder einer Box, die über den Zigarettenanzünder angeschlossen wird. Die Argumente für ein derartiges Profiling-Modell liegen in einer Verbesserung der Verkehrssicherheit und damit verbunden geringeren Schäden und gerechteren Lastenverteilung. Die Kritik liegt in einer immer weiterreichenden, systematischen Überwachung, in diesem Fall durch Unternehmen (SVRV 2018, 18).

Auch anonymisierte Daten finden viele interessierte Akteure, so etwa Verkehrsströme und Wegemuster. Kartenhersteller können mit Hilfe der geschilderten interaktiven Karten nicht nur Routen und Verbindungen darstellen, sondern auch Zielgelegenheiten entlang der Routen und Verbindungen. Diese Zielgelegenheiten lassen sich wiederum mit Datenbanken mit Informationen über die Zielgelegenheiten verbinden. Neben die verkehrsrelevanten Grundfunktionen treten damit weitere, zumeist wirtschaftlich intendierte Funktionen. Die Repräsentation der Lebenswelt durch symbolische Darstellung in der digitalen Karte wird durch dieses sogenannte Mapping weiter verändert und wirkt auf die Lebenswelt der Verkehrsteilnehmer in vielfältiger Weise zurück (Bächle 2016).

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Digitalisierung der Lebenswelt scheint sich entlang der gesamten Wegekette der Verkehrsteilnehmer zu vollziehen. Mit der Digitalisierung von Geodaten, ihrer Aufbereitung durch Algorithmen und medialen Darstellung mit mobilen Navigationsgeräten und Smartphone-Applikationen in Form von vertrauten Landkarten und Stadtplänen hat ein Prozess eingesetzt, indem aktuelle, individualisierte und sehr differenzierte Verkehrsinformationen ein selbstverständlicher Teil der Gestaltung von Wegeketten von Verkehrsteilnehmern geworden sind. Sie sind in die Lebenswelt vieler Verkehrsteilnehmer eingesunken. Die Ausstattung und Nutzung der Medien, mittlerweile auch durch ältere Verkehrsteilnehmer, verweist auf die aktuellen und potenziellen raumzeitlichen Handlungsmöglichkeiten der Zeitnutzung und der Verkehrsmittelwahl. Smartphones mit Buchungs- und Abrechnungs-Applikationen werden in naher Zukunft einen einfachen, überregionalen Zugang zu den Systemen des öffentlichen Personennahverkehrs erlauben.

Im Fall der Automatisierung des motorisierten Straßenverkehrs führen die unterschiedlichen Automatisierungsstufen zu wesentlichen Veränderungen der Lebenswelt. Ab dem hochautomatisierten Fahren entstehen bedingt nutzbare Zeitgewinne für die Verkehrsteilnehmer. Erst ab dem vollautomatisierten Fahren werden diese größer und nutzbar. Im Fall des autonomen Fahrens erhalten insbesondere Kinder und mobilitätseingeschränkte Personen überhaupt Zugang zum motorisierten Straßenverkehr. Während Verkehrsteilnehmer im öffentlichen Verkehr Fahrgast bleiben, erleben Fahrer im Individualverkehr mit jeder Automatisierungsstufe einen Verlust an Eingriffsmöglichkeiten. Gerade darin liegt aber die erwartete Erhöhung der Sicherheit der Verkehrssysteme begründet. Die Automatisierung der Fahrzeugsysteme scheint ethisch geboten. Die Umsetzung erfordert allerdings Institutionen, die in der Lage

sind, die verantwortungsvolle Programmierung der Fahrzeugsteuerung zu begleiten und zu kontrollieren.

Mit automatisierten Fahrzeugsystemen würde sich die allgemeine Verkehrssituation nur wenig verbessern. Die durch die Digitalisierung mögliche Steigerung der Infrastrukturkapazität wäre bei hoch- und vollautomatisiertem Fahren begrenzt. Im Fall des autonomen Fahrens würde sie in nennenswerten Teilen durch den durch die Digitalisierung selbst verursachten zusätzlichen Verkehr wieder aufgezehrt.

Mit der Digitalisierung wird eine erhebliche Zunahme an Erfassung und Speicherung persönlicher Daten, insbesondere der Wegemuster von Personen, ermöglicht. Grundsätzlich lassen sich aber Navigationssysteme offline nutzen. Prepaid-Systeme ermöglichen den anonymen Zugang zu öffentlichen Verkehrssystemen. Allerdings bleiben den Nutzern dann nennenswerte Optionen der Digitalisierung versperrt. Mit einer weitergehenden Bepreisung der Infrastruktur würde eine bereits existierende Kontrollinfrastruktur weiter ausgebaut; mit automatisierten Fahrzeugen würde zudem eine erhebliche Kontrollinfrastruktur eingerichtet. Damit wird auch eine institutionelle Kontrolle der Datenspeicherung und vor allem der Datenlöschung erforderlich.

## Literatur

- Audi Media Centre (Hg.) (2017): »TechDay piloted driving – Der Staupilot im neuen Audi A8«. Online unter: <https://www.audi-mediacenter.com/de/pressemitteilungen/automatisiertes-fahren-auf-neuem-level-der-audi-ai-staupilot-9300> [Zugriff 1.11.2018].
- Bächle, Thomas Christian (2016): *Digitales Wissen, Daten und Überwachung zur Einführung*, Hamburg: Junius.
- Bundesamt für Güterverkehr (Hg.) (2016): *Europäischer elektronischer Mautdienst (EETS). Informationen zum EETS-Gebiet BFStrMG*, Stand 21.06.2016. Online unter: [https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/EETS/Info\\_EETSGebietBFStrMG.pdf](https://www.bag.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/EETS/Info_EETSGebietBFStrMG.pdf) [Zugriff 1.11.2018].
- Blumenberg, Hans (2015): »Lebenswelt und Technisierung unter Aspekten der Phänomenologie«, in: Alexander Schmitz und Bernd Stiegler (Hg.), *Hans Blumenberg. Schriften zur Technik*, Berlin: Suhrkamp.
- BMVI (Hg.) (2017): *Bericht der Ethikkommission Automatisiertes und vernetztes Fahren*. Online unter: <http://www.bmvi.de/bericht-ethikkommission> [Zugriff 1.08.2017].
- BMVI (Hg.) (2018): *Mobilität in Deutschland. Kurzreport*, Bonn. Online unter: [http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas\\_Mobilitaet\\_in\\_Deutschland\\_2017\\_Kurzreport.pdf](http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/infas_Mobilitaet_in_Deutschland_2017_Kurzreport.pdf) [Zugriff 1.10.2018].
- Deutscher Bundestag (Hg.) (2017): *Kurzinformation. Änderung des Wiener Übereinkommens vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr*, WD 2 – 3000 – 131/16 (29. September 2016). Online unter: <https://www.illbra.com/de/legis>

- bundestag.de/blob/478076/17128cdc1e877496a454de411b27a8af/wd-2-131-16-pdf-data.pdf [Zugriff 24.11.2018].
- Deutscher Verkehrsgerichtstag (Hg.) (2018): *Empfehlung, Arbeitskreis II, Automatisiertes Fahren*, 56. Deutscher Verkehrsgerichtstag in Goslar. Online unter: [https://www.deutscher-verkehrsgerichtstag.de/images/pdf/2AK\\_empfehlungen\\_56\\_vgt.pdf](https://www.deutscher-verkehrsgerichtstag.de/images/pdf/2AK_empfehlungen_56_vgt.pdf) [Zugriff 15.11.2018].
- DIN, VDE (Hg.) (2014): *Bahnanwendungen – Betriebsleit- und Zugsicherungssysteme für den städtischen schienengebundenen Personennahverkehr – Teil 1: Systemgrundsätze und grundlegende Konzepte*, Berlin.
- EU-Kommission (Hg.) (2018): *Fusionskontrolle: Kommission gibt unter Auflagen grünes Licht für Gründung von sechs Gemeinschaftsunternehmen durch Daimler und BMW*, Pressemitteilung IP/18/6321 vom 07.11.2018. Online unter: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-18-6321\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-6321_en.htm) [Zugriff 27.11.2018].
- Gasser, Tom M. et. al. (2012): *Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung*, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, hg. v. BASt, Reihe Fahrzeugtechnik, Heft F 83, Bremerhaven.
- Hammer, Volker und Reinhard Frankel (2011): »Löschklassen. Standardisierte Fristen für die Löschung personenbezogener Daten«, in: *Datenschutz und Datensicherheit*, Jg. 12, S. 890–895.
- Pütz, Fabian et. al. (2018): »Reasonable, Adequate and Efficient Allocation of Liability Costs for Automated Vehicles: A Case Study of the German Liability and Insurance Framework«, in: *European Journal of Risk Regulation*, 1-16, DOI:10.1017/err.2018.35.
- Rannenberg, Kai (2014): »Erhebung und Nutzbarmachung zusätzlicher Daten – Möglichkeiten und Risiken«, in: Markus Maurer et. al. (Hg.), *Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*, Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 515–538, DOI 10.1007/978-3-662-45854-9.
- SVRV (Hg.) (2018): *Verbrauchergerechtes Scoring. Gutachten des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen*, Berlin. Online unter: [http://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/SVRV\\_Verbrauchergerechtes\\_Scoring.pdf](http://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/SVRV_Verbrauchergerechtes_Scoring.pdf) [Zugriff 24.11.2018].
- Stadt Nürnberg/Planungs- und Baureferat (Hg.) (2017): *U-Bahn Nürnberg*, Nürnberg.
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2017a): *Laufende Wirtschaftsrechnungen. Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern*, Fachserie 15, Reihe 2, Wiesbaden. Online unter: [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungprivaterHaushalte2150200177004.pdf](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsgueter/AusstattungprivaterHaushalte2150200177004.pdf) [Zugriff 1.11.2018].
- Statistisches Bundesamt (Hg.) (2017): *Wirtschaftsrechnungen. Private Haushalte in der Informationsgesellschaft – Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien*, Fachserie 15, Reihe 4, Wiesbaden, Stand: 15.06.2018. Online unter: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/PrivateHaushaltePrivateHaushalteIKT2150400177004.pdf> [Zugriff 1.11.2018].

Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 17. August 2017 (BGBl. I S. 3202) geändert worden ist.

Toll Collect (Hg.) (2018): »Datenschutz«. Online unter: [https://www.toll-collect.de/de/toll\\_collect/datenschutz.html](https://www.toll-collect.de/de/toll_collect/datenschutz.html) [Zugriff 27.11.2018].

Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates v. 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung)

VDV (Hg.) (2015): *Zukunftsszenarien autonomer Fahrzeuge. Chancen und Risiken für Verkehrsunternehmen*, Köln.

VDV eTicket Service GmbH & Co. Kg (Hg.) (2018): *Clearing*, [https://oepnv.ticket-deutschland.de/fileadmin/Daten/Fachpublikationen/Broschüren/broschüre\\_clearing\\_de\\_WEB.pdf](https://oepnv.ticket-deutschland.de/fileadmin/Daten/Fachpublikationen/Broschüren/broschüre_clearing_de_WEB.pdf) [Zugriff 7.11.2018].