



INSTITUT FÜR
TECHNIKFOLGEN
ABSCHÄTZUNG

PROJEKTBERICHT

www.oeaw.ac.at/ita

Vernetzte Automobile

Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen
zu autonomen Fahrzeugen

Vernetzte Automobile

Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen
zu autonomen Fahrzeugen

Endbericht

Institut für Technikfolgen-Abschätzung
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Projektleitung: Walter Peissl

AutorInnen: Jaro Krieger-Lamina

Studie in Kooperation mit der Bundesarbeitskammer,
Abteilung für Konsumentenpolitik

Wien, August 2016



IMPRESSUM

Medieninhaber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften
Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003)
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

Herausgeber:

Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)
Strohgasse 45/5, A-1030 Wien
www.oeaw.ac.at/ita

Die ITA-Projektberichte erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung. Die Berichte erscheinen in geringer Auflage im Druck und werden über das Internetportal „[epub.oeaw](http://epub.oeaw.ac.at)“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:
epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte

ITA-Projektbericht Nr.: 2016-02
ISSN: 1819-1320
ISSN-online: 1818-6556
epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2016-02.pdf

© 2016 ITA – Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

Zusammenfassung	11
1 Einleitung.....	13
2 Bedeutung des Automobils in der Gesellschaft.....	17
3 Evolution der Assistenzsysteme	19
3.1 Historische Entwicklung und Stand der Technik	19
3.1.1 Einige der gängigen technischen Hilfen und Assistenzsysteme im Überblick	19
3.1.2 In Zukunft erhältliche Systeme	27
3.2 Visionen für die Zukunft	29
3.3 Entwicklung aus zwei Richtungen.....	32
4 Der Begriff der Autonomie bei Fahrzeugen	33
5 Herausforderungen und offene Fragen für die Zukunft.....	37
5.1 Rahmenbedingungen.....	37
5.2 Rechtliches/Regulierung	37
5.2.1 Infrastruktur	40
5.3 Datensammlungen und Privatsphäre.....	42
5.3.1 Stakeholder	48
5.4 Gerechtigkeit.....	50
5.5 Arbeitsplätze	51
5.6 Programmierung	52
5.6.1 Mangelnde Transparenz und Kontrolle	54
5.7 Sicherheit.....	55
5.7.1 Ungelöste technische Probleme.....	56
5.7.2 Schattenseiten der Digitalisierung	58
5.8 Ethische Fragestellungen	60
5.8.1 Unfälle	60
5.8.2 ... und Überfälle oder Vandalismus.....	64
5.9 Freiheiten und Kontrollverlust	64
6 Einführungsphase.....	67
6.1 Wann ist es soweit?	67
6.2 Übergangszeit.....	69
6.3 Kommunikation mit Menschen außerhalb des Fahrzeugs	70
6.4 Abseits des Individualverkehrs: Integration von autonomen Fahrzeugen in den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)	71
7 Empfehlungen.....	73
7.1 Breiter öffentlicher Diskurs über offene Fragen	73
7.2 Aktive und antizipierende Regulierung.....	73
7.3 Forschungsförderung.....	74
7.4 Sicherheit.....	75
7.5 Datenschutz, Privatsphäre und informationelle Selbstbestimmung	76
7.6 Arbeitsmarkt.....	77
7.7 Algorithmische Entscheidungsfindung	78
Literatur	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bestand der KFZ in Österreich 1948-2015	30
Abbildung 2: Unfälle nach Situationen	32
Abbildung 3: Definitions for Levels of Automated Driving	33
Abbildung 4: Stufen des automatisierten Fahrens	34
Abbildung 5: Beispielfunktionen nach Automatisierungsgrad	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Datenarten und Interessenten.....	50
--	----

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Anti-Blockier-System
AC	Automobil Cluster
ASR	Antriebsschlupfregelung
Bgbl.	Bundesgesetzblatt
BMW	Bayrische Motorenwerke
BSP	Beispiel
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
C2C	Car to car
cm	Zentimeter
CEO	Chief Executive Officer (engl.), Geschäftsführer (auch: Vorstandsvorsitzender oder Generaldirektor)
d. h.	das heißt
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
EN	Europäische Norm
ESK	Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm
et al.	et alii (auch et aliae, et alia) (lat.), und andere
etc.	et cetera (lat.), wörtl. und die übrigen, entspr. und so weiter
EU	Europäische Union
f.	folgend, gemeint: die angegebene Seite und die darauf folgende
ff.	folgende, gemeint: die angegebene Seite und mehrere unmittelbar darauf folgende Seiten
ggfs.	gegebenenfalls
GLONASS	Globalnaja nawigazionnaja sputnikowaja sistema (russ.), Globales Satellitennavigationssystem
GPS	Global Positioning System
Hrsg.	HerausgeberIn
IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
idF	in der Fassung
idR	in der Regel
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IoT	Internet of Things
ISO	International Standards Organisation
iSv	im Sinne von
IT	Informationstechnik
ITA	Institut für Technikfolgen-Abschätzung
ITS	Intelligent Transportation System
Kap.	Kapitel
KFG	Kraftfahrgesetz 1967

KFZKraftfahrzeug
 kmKilometer
 km/hKilometer pro Stunde
 LIDARLight Detection and Ranging
 LKWLastkraftwagen
 mMeter
 MioMillion(en)
 Mrd.....Milliarde(n)
 MRGMobile Robotics Group der Universität Oxford
 NO_x.....Stickoxide, gasförmige Oxide des Stickstoffs
 Nr.Nummer
 o. dgl.....oder dergleichen mehr
 ÖAWÖsterreichische Akademie der Wissenschaften
 ÖPNV.....Öffentlicher Personennahverkehr
 PKW.....Personenkraftwagen
 S.Seite
 S/WSchwarz/Weiß
 SAE.....Society of Automotive Engineers
 t.....Tonne(n)
 tlw.teilweise
 u. aunter anderem/n
 u. dgl.und dergleichen
 US/USAUnited States (of America)
 US\$US-Dollar
 USBUniversal Serial Bus
 usw.und so weiter
 V2IVehicle to infrastructure
 V2R.....Vehicle to roadside
 V2VVehicle to vehicle
 V2X.....Vehicle to X/anything
 VDAVerband der Automobilindustrie
 vgl.vergleiche ...
 WLANWireless Local Area Network
 z. B.....zum Beispiel

Glossar

Airbag

siehe Kap. 3.1.1

Algorithmus

Ein Algorithmus ist ein Bearbeitungsschema in Einzelschritten zur Lösung eines Problems. In Software-Programmen wird dadurch bei definierter Eingabe die Bearbeitung der Daten zu einem Ergebnis in einer bestimmten Form möglich

Anti-Blockier-System

siehe Kap. 3.1.1

Antriebsschlupfregelung

siehe Kap. 3.1.1

Assembling

engl. für Zusammenbau, Montage

(Fahr)Assistenzsystem

Systeme in KFZ, die die steuernde Person unterstützen sollen, um bestimmte Situationen sicherer oder komfortabler meistern zu können. Dazu können sie auch (teil)autonom in die Steuerung eingreifen.

Blind Spot Information

siehe Totwinkel-Assistent

Crash-Sensor

siehe Kap. 3.1.1

c_w -Wert

Strömungswiderstandskoeffizient, ugs. Maß für die „Windschlüpfrigkeit“

Deep Learning

Ist ein Bereich des Maschinellen Lernens, bei dem mittels Algorithmen versucht wird einen sehr hohen Abstraktionsgrad von den zur Verfügung stehenden Daten zu erlangen, indem die Daten nach zu erkennenden Faktoren auf unterschiedlichen Ebenen bearbeitet werden. Diese Ebenen werden zu weiteren Klassifizierung hierarchisch geordnet.

Digital Divide

Beschreibt die Ungleichheit im Zugang und in der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik zwischen unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen auf Grund technischer und sozioökonomischer Faktoren.

Digitalisierung

Bezeichnet den Wandel in unterschiedlichen Lebens- oder Geschäftsbereichen, der durch die vermehrte Nutzung von IT stattfindet.

Drive-by-Infection

Ist die Infizierung eines Computers mit einem Schadprogramm durch das Ansurfen einer dafür vorbereiteten Webseite.

eCall-System

siehe Kap. 3.1.1

Elektronisches Stabilitätsprogramm

siehe Kap. 3.1.1

Fahrdynamikregelung

siehe Kap. 3.1.1

Gigaliner (auch EuroCombi, Lang-LKW ...)

Ist ein überlanges (bis zu 25,25 m statt 18,75 m) LKW-Gespann mit einem oder mehreren Anhängern/Sattelauflegern und max. 60 t Gesamtgewicht, das in einigen Staaten der EU zugelassen ist.

Head-Up Display

Ist ein Anzeigesystem, bei dem die gewohnte Blickrichtung beibehalten werden kann, weil die Informationen ins Sichtfeld projiziert werden.

Heuristik

Beschreibt ein analytisches Vorgehen, bei dem versucht wird, trotz unvollständigem Wissen, und begrenzter Zeit zu wahrscheinlichen Aussagen bzw. praktikablen Ergebnissen zu kommen. Die Ergebnisse sind idR nicht optimal, liegen aber nach einem Bruchteil der Zeit vor.

Internet of Things

Das Internet der Dinge beschreibt einen Prozess, der dazu führt, dass immer mehr Dinge des Alltags mit der Fähigkeit zur elektronischen Kommunikation und zur Datenverarbeitung ausgestattet werden. Diese „intelligenten“ Alltagsgegenstände (bspw. Wearables) kommunizieren miteinander und sollen den Menschen unterstützen. Klassische Computer verlieren an Bedeutung, weil die Funktionen von anderen Dingen übernommen werden können.

Maschinelles Lernen

Ist die Erzeugung „künstlichen“ Wissens aus Erfahrung durch ein System. Vorliegende Daten werden analysiert, um bspw. Muster und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die von den Lerndaten abstrahiert und auf andere Daten angewendet werden können.

Müdigkeitserkennung

siehe Kap. 3.1.1

Nachtsichtassistent

siehe Kap. 3.1.1

Park Assist Pilot

siehe Kap. 3.1.1

Park Distance Control

siehe Kap. 3.1.1

Patch

Softwareaktualisierung

Peer-2-Peer Netzwerk

Bezeichnet ein dezentrales Netzwerk, in dem alle Knoten Dienste anbieten und nutzen können.

Pilot Assist

siehe Kap. 3.1.1

Platooning

Das Zusammenspannen mehrerer LKWs über eine sog. elektronische Deichsel (WLAN-Verbindung) zu einem eng fahrenden Zug/Platoon.

Redundanz

Das Vorhandensein von zusätzlichen, identen oder funktional gleichwertigen Ressourcen, die im Normalbetrieb nicht gebraucht werden, und so einen Sicherheitspuffer für den Ausfall von Betriebskomponenten darstellen können.

Resilienz

Die Fähigkeit eines Systems (nach einem Schock) in seinen Ausgangszustand zurückzukehren.

Road Movie

Ein Filmgenre, entstanden in den 1960er-Jahren in den USA. Die Filme spielen oft in Autos und auf Straßen und zeigen eine Reise, die zum Symbol für die Suche nach der eigenen Identität und der persönlichen Freiheit wird.

Spurerkennungssystem

siehe Kap. 3.1.1

Spurhalteassistent

siehe Kap. 3.1.1

Tempomat

siehe Kap. 3.1.1

Totwinkel-Assistent

siehe Kap. 3.1.1

Traktionskontrolle

siehe Antriebsschlupfregelung

Universal Serial Bus

... ist ein serielles Bussystem zur Verbindung von Komponenten innerhalb eines Computers und externer Peripheriegeräte mit einem Computer.

USB-Stick

(meist stabförmiges) Speichermedium mit einem USB-Anschluss

Wireless Local Area Network, WLAN

Ist ein drahtloses lokales Funknetzwerk

Zusammenfassung

Vom Assistenzsystem zum Autopiloten: Diese Kurzstudie in Kooperation mit der Bundesarbeitskammer fasst Fragestellungen zusammen, die sich aus der zunehmenden Automatisierung und Digitalisierung im Bereich von Kraftfahrzeugen ergeben.

Autos voller Sensorsysteme sammeln unaufhörlich Daten. Wem gehören diese Daten und wofür können, sollen oder dürfen sie gespeichert und verwendet werden? Die Digitalisierung eröffnet viele Möglichkeiten, die zu mehr Sicherheit und einem umweltverträglicheren Verkehr führen sollen, aber auch zu mehr Überwachung beitragen können. An „smarte“ Automobile werden große Hoffnungen für die Zukunft geknüpft. Als erste Szenarien werden etwa selbstfahrende Taxiflotten, oder selbstständig ans Ziel navigierender Schwerverkehr angeführt.

Zudem hat die Entwicklung zum autonomen Fahrzeug das Potential, das Mobilitätsverhalten zu ändern, Geschäftsmodelle und Besitzstrukturen vollkommen neu zu entwerfen. Wie sehr betrifft das einzelne KonsumentInnen? Wo besteht Handlungsbedarf, um den Weg zur Mobilität der Zukunft für alle Betroffenen möglichst ohne Nachteile zu gestalten?

Die technische Umsetzbarkeit wird von den meisten ExpertInnen nicht grundsätzlich angezweifelt. Ungelöst ist jedoch die konkrete Umsetzung im Detail, besonders in den nicht-technischen Bereichen. Gemeinsam mit anderen (europäischen) Staaten müssen die bestehenden Regeln und Gesetze angepasst werden. Es entstehen durch die algorithmische Entscheidungsfindung im Straßenverkehr moralische Dilemmata, die es aufzulösen gilt. Wo viele Daten gesammelt werden, rückt auch der Datenschutz vermehrt in den Blick. Allesamt Fragenkomplexe, die im Wettlauf um die technische Entwicklung unterzugehen drohen.

Die Kurzstudie beschreibt die aktuelle Situation, die Bereiche, die Herausforderungen für die Zukunft bereithalten, und bietet Gestaltungs- und Handlungsoptionen für Politik und Gesellschaft an. Hervorzuheben sind dabei vor allem die Empfehlungen im Bereich des Datenschutzes und der weiter erodierenden Privatsphäre der einzelnen BürgerInnen. Immer mehr wird auch das Automobil zu einer Daten sammelnden, verarbeitenden, speichernden und weitergebenden Maschine, deren Funktionsweise sich LaiInnen nicht mehr erschließt. Zur Verarbeitung dieser Datenströme kommen Algorithmen zum Einsatz, die durch die Aufbereitung der Daten schon Entscheidungen treffen, in Zukunft aber noch viel mehr Entscheidungen übernehmen werden, wenn Software autonome Fahrzeuge steuern soll. Die Umstellung von menschlicher auf algorithmische Entscheidungsfindung bringt viele Veränderungen mit sich, zu denen auch ein eigener Abschnitt im Kapitel der Empfehlungen zu finden ist.

1 Einleitung

So radikal wie das Automobil die Gesellschaft verändert hat, kann eine Umstellung auf autonome Fahrzeuge auch auf die Struktur und die Prozesse in unserer Gesellschaft wirken. Es geht nicht darum, dass wir bloß maschinenlesbare Verkehrszeichen bräuchten (was, nebenbei bemerkt, eine aufwendige Umgestaltung der Verkehrsinfrastruktur nach sich zöge), es geht um Sicherheit, um die Privatsphäre der NutzerInnen, um Gerechtigkeit, um ungelöste ethische Probleme und handfeste wirtschaftliche Veränderungen. Es ist ein disruptiver Effekt auf den gesamten Bereich der Mobilität zu erwarten, der auch Nutzungsgewohnheiten, sowie Besitz- und Geschäftsmodelle grundlegend verändern kann. Darüber hinaus ist anzunehmen, dass, auf Grund der hohen Bedeutung von Mobilität und Transport in unserer Gesellschaft, auch Auswirkungen in anderen Lebensbereichen zu sehen sein werden.

Die vorliegende Kurzstudie nähert sich dem Thema autonomer Fahrzeuge und dem Weg, den wir dorthin möglicherweise einschlagen, vor allem aus Sicht der KonsumentInnen in ihrer Rolle als FahrzeugbesitzerInnen/NutzerInnen und Menschen mit Mobilitätsbedürfnis. Es wird gezeigt, welche Vor- und Nachteile sich für diese aus der aktuellen Entwicklung im automobilen Sektor ergeben. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf Assistenzsystemen als zentralem Merkmal moderner Fahrzeuge und der daraus entstehenden Frage nach der Datennutzung und dem Schutz der Privatsphäre. Daneben werden auch die Konsequenzen für andere Verkehrsbereiche, wie den öffentlichen Personennahverkehr, das Taxi-Geschäft oder die Transportleistungen mittels LKW thematisiert, sowie allgemeine Auswirkungen auf das gesellschaftliche Leben in Österreich aufgezeigt. Zu diesem Zweck wurden eine umfassende Literaturrecherche sowie Experten-Interviews durchgeführt.

Dabei kann die zunehmende Vernetzung der Automobile, sowie der Wunsch bald auf menschliche FahrerInnen verzichten zu können, in zwei große Entwicklungsströme eingegliedert werden. Einerseits wird damit ein Lebensbereich durch den vermehrten Einzug von IT-Technik weiter digitalisiert. Zum anderen wächst dadurch das sog. Internet der Dinge (engl. Internet of Things, IoT), das sich als Vision darstellt, in der (alle) Gegenstände des Alltags vernetzt sind und miteinander kommunizieren. Die Technik dazu ist schon recht weit fortgeschritten, die Begleitumstände oft noch nicht.

Auf Grund der hohen Bedeutung von Mobilität und Transport in unserer Gesellschaft, werden die Veränderungen in allen Bereichen spürbar sein

Fokus auf Datennutzung und dem Schutz der Privatsphäre

„Die Zukunft der
Automobilindustrie
entscheidet sich am
vernetzten Fahrzeug
und autonomen Fahren“
[Harald Krüger, BMW-
Vorstandschef]¹

Wirtschaftlich
bedeutend für
Österreich

Immer mehr Lebensbereiche werden digitalisiert, seit einiger Zeit auch das Auto, das künftig zusätzlich stärker als bisher vernetzt sein wird. Aus der zunehmenden Digitalisierung der verschiedenen Lebensbereiche ergeben sich ganz unterschiedliche Herausforderungen und Möglichkeiten. Was allen Digitalisierungsprozessen jedoch gemein ist, ist die Generierung von Daten über Menschen und Maschinen, bei allem, was sie tun. Diese Daten werden immer öfter gesammelt, gespeichert und für unterschiedliche Zwecke weiterverwendet. Diese Daten verraten viel über die Menschen, von denen sie kommen, meist ohne dass diesen klar ist, was alles über sie gewusst werden kann. Dadurch führen Digitalisierungsprozesse sehr häufig zu Privatsphäreproblemen.

Für Österreich ist aber auch die volkswirtschaftliche Veränderung bedeutend. Ein seit Beginn des 20. Jahrhunderts wichtiger Sektor der heimischen Industrie ist die Fertigung, Entwicklung und Zulieferung von Motoren, Getrieben (insg. 2,4 Mio. Stück 2015²) und anderen Automobilkomponenten, sowie das Assembling von Fahrzeugen³ (früher auch Automobilproduktion im Inland). Die Fahrzeugindustrie im engeren Sinn (Kraftwagen und -teile) hatte 2014 im Schnitt 30.883 Beschäftigte, die einen Umsatz von 14,6 Mrd. Euro erwirtschafteten⁴, bei einer Exportquote von 88 % (Hauptabnehmer ist die deutsche Fahrzeugindustrie mit 37 %, 14 % nach Osteuropa, 9 % in die USA). In einer weiter gesteckten Abgrenzung umfasst der Bereich nicht nur die Fahrzeugindustrie, sondern auch Zulieferfirmen aus der Textil- und Ledererzeugung, Metallverarbeitung, Elektronikindustrie, Kunststoffverarbeitung und den Bereichen Dienstleistung und Forschung mit rund 200.000 Beschäftigten.⁵ Der über die drei Automobilcluster (AC Vienna Region, AC Styria und AC Oberösterreich) hinausgehende Sektor mit rund 700 Zulieferbetrieben erwirtschaftet derzeit ca. 23 Mrd. Euro Umsatz⁶, der

¹ Preisinger, Irene (2016): Fernlicht statt Rückspiegel – BMW wird 100 Jahre alt, <http://www.trend.at/wirtschaft/fernlicht-ruedckspiegel-bmw-jahre-6250200> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016).

² Fachverband der Fahrzeugindustrie (2016): Statistikjahrbuch, <http://www.fahrzeugindustrie.at/zahlen-fakten/statistikjahrbuch/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016), S. 1.2.

³ So soll Gerüchten zufolge auch der Magna-Konzern das Auto für die IT-Firma Apple bauen: Industriemagazin (2016): Magna soll neues Elektroauto von Apple in Graz bauen – Bericht, <http://industriemagazin.at/a/magna-soll-neues-elektroauto-von-apple-in-graz-bauen-bericht> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁴ Statistik Austria (2015): Hauptergebnisse der Leistungs- und Strukturstatistik 2014 (4-Stellern) der ÖNACE 2008, http://statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=108395 (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016), S.6.

⁵ Wolf, Günter (2014): Fahrzeugherzeugung – Branchenbericht, Unicredit Austria AG/Economics & Market Analysis Austria (Hrsg.), Wien, <https://www.bankaustria.at/files/Fahrzeugherzeugung.pdf> (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016), S. 5.

⁶ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): Selbstfahrende Autos noch heuer auf Österreichs Straßen, <https://infothek.bmvit.gv.at/selbstfahrende-autos-noch-heuer-auf-oesterreichs-strassen/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016).

gesamte Bereich der Automobilindustrie plus Handel und Reparatur erwirtschaftet in Österreich 43 Mrd. Euro Umsatz⁷.

Das Übereinkommen von Paris⁸ der UN-Klimakonferenz 2015 (COP 21) sieht in mehreren Etappen eine Reduktion des Treibhausgasausstoßes auf ein Niveau vor, das durch Wälder aufgenommen oder andere Maßnahmen kompensiert werden kann. Viele Umweltschutzorganisationen interpretieren das so, dass der Verkehr bis 2050 erdölfrei werden müsse, da das angestrebte Ziel sonst nicht zu erreichen sei. Damit ist klar, dass effizientes Fahren im Sinne eines optimierten Verbrauchs ebenso von Automobilen der Zukunft erwartet wird, wie ein Antrieb, der ohne fossile Brennstoffe auskommt.

*Reduktion des
mobilitätsbedingten
Schadstoffausstoßes*

Als Startschuss für die in voller Fahrt befindliche Entwicklung gilt für viele die sog. DARPA-Challenge aus dem Jahr 2004, als das amerikanische Verteidigungsministerium zur Entwicklung autonomer Fahrzeuge aufgerufen hat, und keiner der Teilnehmer in der Lage war, sich das Preisgeld von 1 Mio. US-Dollar zu sichern. In der Zwischenzeit haben die Google Driverless Cars rund 2,5 Mio. Kilometer hinter sich gebracht.⁹ In den Visionen für die Zukunft ist von neuen Arbeitsplätzen, Schadstoff-reduziertem Verkehr ohne Staus, erhöhter Mobilität und einem Verkehr ohne Unfalltoten die Rede. Welche dieser Hoffnungen und Erwartungen lassen sich erfüllen? Werden IT-Probleme in die Welt der Automobile importiert? Woran könnte es aus heutiger Sicht scheitern, und welche Rolle spielen KonsumentInnen in dem Geflecht aus Regulierung, wirtschaftlichen Interessen, Datenschutz und Umweltschutz?

⁷ Fachverband der Fahrzeugindustrie (2013): Autoland Österreich – Wir bewegen unsere Wirtschaft, http://www.fahrzeugindustrie.at/fileadmin/content/Zahlen__Fakten/Wirtschaftsfaktor_Automobil/Autoland_%C3%96sterreich_-_wir_bewegen_unsere_Wirtschaft.pdf (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016).

⁸ United Nations (2015): Adoption of the Paris Agreement, <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016). Originaltext des Abkommens ab S 21.

⁹ Valevatn, Joakim (2016): Driverless Cars – Need for Political Action, <https://teknologiradet.no/english/norway-2030/driverless-cars-need-for-political-action/> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

2 Bedeutung des Automobils in der Gesellschaft

In seiner mehr als 100-jährigen Geschichte hat das Automobil eine nicht mehr wegzudenkende Bedeutung in der industrialisierten Gesellschaft erlangt. Es wurde zum Transportmittel Nummer 1 für Personen und Güter¹⁰, und zugleich ein Symbol des Aufstiegs und der individuellen Freiheit. Im eigenen Land gefertigte Automobile sind vor allem ab dem zweiten Weltkrieg, besonders in der Nachkriegszeit, Identifikationsobjekte, Ikonen der Moderne und Beweis für Aufschwung und Fortschritt.¹¹

*Transportmittel
Nummer 1*

Vor allem der zunehmende persönliche Wohlstand führte dazu, dass das Auto ein Statussymbol wurde, dem zugleich der Nimbus der Freiheit anhaftete, letztendlich auch die Möglichkeit der Flucht aus als beengend empfundenen Verhältnissen (vgl. die filmische Kategorie der Road Movies). Die Freiheit in der Benutzung des Automobils ergibt sich vor allem daraus, dass man jederzeit entscheiden kann, wo man hinfahren möchte, und wie man das macht. Im Gegensatz zum öffentlichen Linienverkehr, kann man mit dem selbst gesteuerten Auto jederzeit stehenbleiben, um ein Foto zu machen, abbiegen, wenn man woanders hinfahren möchte, oder umkehren, wenn man es sich anders überlegt hat. Wege verlassen und neue entdecken. Und das, wann immer man möchte, und auch (innerhalb bestimmter Rahmenbedingungen) in der Geschwindigkeit, die man selbst wählt. Die Mobilität ist nicht ganz so uneingeschränkt wie zu Fuß, da kann man schließlich auch einen Abhang hinaufklettern oder einen Bach überqueren, wo die meisten Autos zurückbleiben müssten, aber dafür kann man die auf Straßen erreichbaren Ziele sehr flott und auch mit viel Gepäck erreichen. Fahrspaß wird zum Verkaufsargument, Fahren zur Freizeitbeschäftigung, das Auto zu etwas Emotionalen, im Gegensatz zur nüchternen Sachlichkeit der Kriegs- und Nachkriegsjahre.

*Ausdruck von
gesellschaftlichem
Status und persönlicher
Freiheit*

Die PKW-Dichte ist in Österreich (verglichen mit anderen EU-Ländern) besonders hoch. Hinter Italien, Zypern und Malta, kamen in Österreich 2010 528 PKW auf 1.000 EinwohnerInnen.¹²

Das Auto wird auch zur sicheren Blase, in der man sich nicht mit anderen auseinandersetzen muss. Im Gegensatz zu den öffentlichen Verkehrsmitteln wird das eigene KFZ, mit der eigenen Musik, einem bequemen Sessel, Schutz bietend vor den Elementen, zur Verlängerung des heimischen Wohnzimmers. Welches Maß an Privatheit erwarten sich KonsumentInnen in diesem Umfeld?

*Gefühl von Geborgenheit
und Privatsphäre im
eigenen Auto*

¹⁰ EU-weit 83 % der Personenbeförderungskilometer (2013) und 75,4 % der Gütertransportkilometer (2014), Quelle: Eurostat (2016), <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/main-tables> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

¹¹ Vgl. Rinn, Gregor M. (2008): Das Automobil als nationales Identifikationsobjekt, Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.

¹² Eurostat (2014): Personenkraftwagen je 1 000 Einwohner, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_eqs_carhab&lang=de (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016).

Gleichzeitig sind mit dem Automobil, wie in Kap. 1 beschrieben, zahlreiche Arbeitsplätze verknüpft. Es ist daher leicht nachvollziehbar, dass grundlegende Veränderungen im Bereich des Automobils auch große gesellschaftliche Veränderungen nach sich ziehen werden.

3 Evolution der Assistenzsysteme

3.1 Historische Entwicklung und Stand der Technik

Seit den ersten Automobilen hat eine enorme technische Entwicklung stattgefunden, die sich in jedem Jahrzehnt auch in neuen Funktionen in den KFZ widerspiegelt hat. Viele der Verbesserungen betrafen die Leistung und Effizienz der Motoren, Bauteile wurden kompakter, widerstandsfähiger und trotzdem leichter, Karosserien haben sich dem c_w -Wert und Modeströmungen unterworfen, bekamen Knautschzonen und Abrisskanten etc. Sehr vieles wurde aber auch im Bereich der so genannten Assistenzsysteme erreicht. Diese Systeme zielen darauf ab, den Lenkenden Arbeit abzunehmen, sie rechtzeitig vor gefährlichen Situationen zu warnen, oder diese Situationen sogar durch Gegenmaßnahmen zu entschärfen. Es geht darum, ein möglichst sicheres, risikoarmes und zugleich komfortables Fahren zu ermöglichen.

Diese Assistenzsysteme, die im Englischen als „Driver Assistance Systems“ bezeichnet werden, haben an Komplexität zugenommen. Inzwischen sind es keine (rein) mechanischen Komponenten, wie bspw. Bremskraftverstärker, sondern elektronische Gehilfen. Oft werden Daten mit Hilfe von Sensoren gesammelt, diese Daten werden verarbeitet und interpretiert, um abhängig vom Ergebnis, dann auf etwas aufmerksam zu machen (z. B. Totwinkel-Assistent) oder sogar in den Betrieb einzugreifen (z. B. Fahrdynamikregelung/ESC). Dieser gesteigerten Komplexität wird im englischen Sprachraum auch durch die neue Bezeichnung „Advanced Driver Assistance Systems“ Rechnung getragen. Sie gelten mittlerweile als die erste Stufe im Automatisierungsgrad auf dem Weg zu vollständig autonomen Fahrzeugen.

*Aufgaben der
Fahrassistenzsysteme*

3.1.1 Einige der gängigen technischen Hilfen und Assistenzsysteme im Überblick

Vielen Menschen ist nicht bewusst, wie viele und welche Assistenzsysteme bereits jetzt täglich ihre Fahrt überwachen. Besonders in den letzten Jahren sind Systeme dazugekommen, die auch selbst in die Längs- oder Quersteuerung des Autos eingreifen können. Im Folgenden ist überblicksartig eine Zusammenstellung einiger ausgewählter Assistenzsysteme aufgelistet, mit Erklärungen der Funktionsweisen¹³.

¹³ Vgl. auch Wikipedia: Fahrerassistenzsystem, <https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrerassistenzsystem> (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016).

Adaptiver Fernlichtassistent

Dieses System passt die Leuchtweite der Scheinwerfer automatisch ans Verkehrsgeschehen an. Ein manuelles Abblenden entfällt damit. Durch unterschiedliche Leuchtweite für den linken und rechten Scheinwerfer kann der linke bei Gegenverkehr dem herkömmlichen Abblendlicht entsprechen, während der rechte den Fahrbahnrand über eine größere Entfernung ausleuchtet.

Adaptives Kurvenlicht [Adaptive Front-Lighting System]

Adaptives Kurvenlicht wird durch horizontal motorisch schwenkbare Scheinwerfer ermöglicht. Diese werden abhängig von Lenkeinschlag, Gierrate und Geschwindigkeit gesteuert, um auch in Kurven dem Straßenverlauf zu folgen.

Alarmanlage [Neigungssensor, Innenraumüberwachung]

Viele Fahrzeuge sind mit unterschiedlichen Mechanismen zur Verhinderung eines Diebstahls ausgerüstet. Das geht von mechanischen Systemen (Lenkradsperre), über elektronische Wegfahrsperrern, bis hin zur sensorgestützten Systemen. In die letzte Kategorie fallen die Innenraumüberwachung per Ultraschall-Sensor, der Alarm auslöst, wenn sich nach dem Absperren des Fahrzeugs jemand ohne aufzusperren Zutritt verschafft, sowie der Neigungssensor, der eine Lageveränderung des Fahrzeugs, wie sie bspw. beim Abschleppen vorkommt, erkennen soll.

Anti-Blockier-System – ABS [Antilock Brake System]

Über Drehzahlmessungen an jedem Rad des Fahrzeugs wird ein unverhältnismäßig starkes Absinken der Drehzahl (Blockieren des Rades) durch vermindern des Bremsdrucks verhindert. Dadurch ergibt sich auf festen Fahrbahnen der kürzest mögliche Bremsweg mit dem zusätzlichen Vorteil, dass das Fahrzeug lenkbar bleibt, und Hindernisse umfahren werden können. Auf bestimmten Untergründen, wie Schnee- oder Schotterfahrbahnen verlängert sich der Bremsweg etwas, weil der mitbremsende Keil, der sich aus dem Material des Untergrunds vor einem blockierenden Rad bildet, fehlt.

Automatisch abblendende Innenspiegel

Die automatisch abblendenden Innenspiegel sind idR mit zwei Sensoren ausgerüstet, die kontinuierlich die Helligkeitsdifferenz zwischen Vorfeld und hinter dem Fahrzeug messen. Ist es im Heck des Fahrzeugs deutlich heller, wird stufenlos abgeblendet, indem das elektrochrome Glas des Spiegels durch Anlegen von Spannung eingefärbt wird, bis die Blendwirkung aufgehoben ist.

Bergabfahrhilfe (Hill Descent Control)

Das Fahrzeug übernimmt es mittels Bremseingriffen und der Wahl einer geeigneten Übersetzung für eine konstante Geschwindigkeit zwischen 10 und 20 km/h zu sorgen, der Fahrer/die FahrerIn lenkt nur noch. Besonders bei Untergrund mit wenig Reibung, wie Schotter- oder Schneefahrbahn, hilfreich, weil blockierende Räder vermieden werden, und das Fahrzeug so weiterhin steuerbar bleibt.

Berganfahrasistent (Hill Start Assist)

Ein zuvor aufgebaute Bremsdruck wird auch gehalten, wenn man den Fuß vom Bremspedal nimmt (für einen gewissen Zeitraum oder bis der Motor das nötige Drehmoment zum Anfahren aufgebaut hat). Das erleichtert bei manuell geschalteten Getrieben die Anfahrt bei starker Steigung.

Blinkassistent

Beim kurzen Antippen des Blinkerhebels wird zum Anzeigen eines Spurwechsels drei Mal geblinkt.

Bremskraftverstärker/Bremsassistent/Notbremsassistent (Emergency Brake Assist)/Notbremssignalisierung/Autonomes Notbremssystem

Bremskraftverstärker unterstützen den auf dem Bremspedal aufgebauten Druck, um mit weniger menschlichem Kraftaufwand die gewünschte Bremswirkung zu erreichen. Ein (Not)Bremsassistent baut nun abweichend davon mehr Druck auf (bis zum Maximaldruck), wenn eine sog. Gefahrenbremsung erkannt wird. Ob ein Bremsvorgang als Gefahrenbremsung eingestuft wird, hängt davon ab, wie lange es her ist, dass das Gaspedal zuletzt betätigt wurde, und wie schnell der Fuß das Gaspedal verlassen hat. Ein Blockieren der Räder bei maximalem Bremsdruck wird durch ABS verhindert. Das soll helfen Auffahrunfälle zu vermeiden, die durch zu zögerliches Bremsen verursacht werden.

Die Notbremssignalisierung schaltet bei einer Notbremsung selbstständig die Warnblinkanlage ein, um den nachkommenden Verkehr zu warnen.

Autonome Notbremssysteme erkennen durch Radarsensoren oder Kameras die Notwendigkeit einer Notbremsung und lösen diese aus.

Crash-Sensor, Airbag, E-Call

Crash- oder Aufprallsensoren werden in Fahrzeugen verwendet, um den Aufprall auf ein Hindernis zu erkennen. Wird auf diesem Weg ein Unfall erkannt, werden Schutzsysteme ausgelöst, wie bspw. die verschiedenen Airbags und Gurtstraffer; in Cabrios werden Überrollbügel aktiviert, und bei manchen Fahrzeugen auch die Türen entriegelt. Ältere Systeme erkannten nur, dass ein Unfall stattgefunden hat, neuere auch, mit welcher

Intensität der Aufprall erfolgte. Dadurch muss bei neuen Sensoren nicht bei jedem Unfall der Airbag ausgelöst werden, wodurch Airbag-induzierte Verletzungen der FahrzeuginsassInnen seltener auftreten.¹⁴

Die ersten Crashesensoren waren mechanische Beschleunigungssensoren, die die Beschleunigung des Fahrzeugs maßen und bei einem zu plötzlichen Stopp reagierten. In der Zwischenzeit wurden noch andere Erkennungssysteme entwickelt. So können Drucksensoren bei einem Seitenaufprall die Veränderung des Drucks im Hohlraum einer Fahrzeugtüre schneller erkennen, als der Beschleunigungssensor reagieren würde. Noch schneller funktioniert das sog. Crash Impact Sound Sensing, das Körperschalländerungen an der durch einen Aufprall verformten Karosserie erkennt.

Airbags werden seit den 1960er-Jahren in Serienfahrzeugen verbaut. Nachdem die zunehmende Motorisierung und die immer stärker werdenden Motoren zu einem starken Anstieg der Verkehrstoten in den 60er- und 70er-Jahren geführt hatten, wurden ab den späten 70er-Jahren Airbags von allen großen amerikanischen Automobilherstellern angeboten, ab 1984 von Mercedes in Deutschland. Zu der Zeit wurden die Systeme von den KundInnen noch selten nachgefragt. Seit den 90er Jahren sind Airbags für Neufahrzeuge verpflichtend, und damit gemeinsam mit dem Sicherheitsgurt eine der wesentlichen Sicherheitsmaßnahmen für die InsassInnen eines Fahrzeugs.

Da verunfallte Fahrzeuge, die abseits der Straße zum Stehen kommen, nicht immer gleich gesehen werden, wurde das eCall-System entwickelt¹⁵, das nach dem Erkennen eines Unfalls über den Crashesensor selbsttätig Hilfe holen soll. Dadurch soll medizinische Hilfe im Schnitt in der Stadt bis zu 40 % und im ländlichen Raum bis zu 60 % früher bei den Unfallopfern eintreffen. Dazu werden ein Galileo- und ein GSM-Modul gemeinsam mit einer Antenne und einem eigenen Steuergerät in das Fahrzeug eingebaut. Über die Mobilfunkverbindung, die erst nach dem Erkennen eines Unfalls aufgebaut wird (um zu verhindern, dass Bewegungsprofile einzelner Fahrzeuge erstellt werden), oder wenn der eCall manuell ausgelöst wird¹⁶, werden folgende Daten an die jeweilige nationale Antwortstelle des europaweit gültigen Notrufs 112 übertragen (Minimum Set of Data, definiert im europäischen Standard CEN EN 15722¹⁷):

¹⁴ Vgl. Wikipedia (2016): Crashesensor, <https://de.wikipedia.org/wiki/Crashesensor> (zuletzt aufgerufen am 20. August 2016).

¹⁵ Verpflichtend für Neuentwicklungen in der EU ab April 2018.

¹⁶ So können auch andere Fahrzeuge, von denen aus ein Unfall beobachtet wurde, mit genauen Positionsdaten Hilfe anfordern.

¹⁷ European Committee for Standardization (2015): CEN/TC 278 – Intelligente Transportsysteme, Standard EN 15722:2015, Intelligente Transportsysteme – ESicherheit – Minimaler Datensatz für den elektronischen Notruf eCall (die ursprüngliche Fassung war aus dem Jahr 2011; in Österreich umgesetzt als ÖNÖRM EN 15722).

Verpflichtend

- *Format Version*
Formatversion des Minimum Set of Data (MSD); derzeit auf „1“, um sich von etwaigen späteren Versionen zu unterscheiden.
- *Message Identifier*
Wird bei jeder erneuten Übertragung erhöht
- *Control*
Enthält die Information darüber, ob der eCall manuell oder automatisch ausgelöst wurde, den sog. „position trust indicator“, der Auskunft darüber gibt, wie sicher das System ist, die richtigen Positionsdaten zu übermitteln, und die Fahrzeugklasse.
- *Vehicle ID*
Die Fahrgestellnummer, entsprechend dem Standard ISO 3779
- *Fuel Type*
Benzin, Diesel, elektrisch, Erdgas ...
- *Time Stamp*
Ein sog. Time Stamp für den Zeitpunkt, zu dem der eCall abgesetzt wurde.
- *Fahrzeugposition*
Die Angaben zu Längen- und Breitengrad nach ISO 6709 über die aktuelle Fahrzeugposition.
- *Vehicle Direction*
Richtung des Fahrzeugs, wichtig vor allem auf Richtungsfahrbahnen und in Tunnels

Optional

- *Recent Vehicle Location n-1*
Die Angaben zu Längen- und Breitengrad nach ISO 6709 über die letzte Fahrzeugposition.
- *Recent Vehicle Location n-2*
Die Angaben zu Längen- und Breitengrad nach ISO 6709 über die vorletzte Fahrzeugposition.
- *Number of Passengers*
Anzahl der benutzten Gurte; Entfall, wenn diese nicht ermittelt werden können
- *Optional Additional Data*
Zum Beispiel weitere Fahrgastinformationen

Für den Ausfall/die Nichterreichbarkeit des eCall-Systems für das verunfallte Fahrzeug existiert ein Backup-Konzept, das vorsieht, dass andere, in der Nähe befindliche Fahrzeuge, die zu einer Übertragung der Unfallmeldung im Stande sind, die Meldung des verunfallten Autos weiterleiten.¹⁸

¹⁸ European Telecommunications Standard Institute (2013): ETSI TS 101 539-1 V1.1.1. Technical Specification – Intelligent Transport Systems (ITS); V2X Applications; Part 1: Road Hazard Signalling (RHS) application requirements specification, Annex G, S. 37, http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/101500_101599/10153901/01.01.01_60/ts_10153901v010101p.pdf (zuletzt aufgerufen am 20. August 2016).

Einparkhilfe: Park Distance Control, Rückfahrkamera und Park Assist Pilot

Die seit längerem bekannte Einparkhilfe, die über optische und/oder akustische Signale dem/der Fahrenden mitteilt, wie groß die über Sensoren gemessene Entfernung zum nächsten Hindernis ist, wird bei modernen Fahrzeugen der Oberklasse um den sog. „Park Assist Pilot“ ergänzt. Dieser vermisst beim langsamen Vorbeifahren eine Parklücke und übernimmt beim rückwärts Einparken die Lenkmanöver. Gas und Bremse werden auf Anweisung vom Lenker/von der Lenkerin übernommen. Bei vielen Modellen wird zusätzlich zur Abstandsmessung auch eine Rückfahrkamera angeboten, die auf einem Display im Wageninneren ein präziseres Bild der Umgebung hinter dem Auto liefern kann (in Kombination mit anderen Kameras auch ein Rundumbild). In den Vereinigten Staaten sind Rückfahrkameras in einer gestaffelten Einführung beginnend 2016 bis zur Verpflichtung für alle Neufahrzeuge eines Herstellers ab 2018 vorgeschrieben.¹⁹

Elektronisches Stabilitätsprogramm – ESP [Electronic Stability Control – ESC]

Das ESP (auch Fahrdynamikregelung) ist ein System, das bei Schleudergefahr durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder dem Ausbrechen des Fahrzeugs entgegenwirkt. Es ist damit eine Verknüpfung des Antiblockiersystems (ABS) mit einer Antriebsschlupfregelung (ASR), einer elektronischen Bremskraftverteilung sowie einem Bremsassistenten.

Nachtsichtassistent

Die Kombination von Radarsensoren, Wärmebildkamera und/oder Infrarotsensoren ermöglicht es dem Fahrzeug auch bei Dunkelheit auf Menschen und Tiere am Straßenrand aufmerksam zu machen, die sonst eventuell zu spät bemerkt würden. Das S/W-Bild wird entweder auf einem Display dargestellt, oder bei einem Head-Up Display in die Windschutzscheibe eingespiegelt. Erkannte Personen oder Tiere werden dabei manchmal noch grün umrahmt, um auf sie besonders aufmerksam zu machen. Bei Bedarf kann bei mangelhafter Reaktion der lenkenden Person auch der Notbremsassistent ausgelöst werden, um den drohenden Unfall zu verhindern.

Es werden aktive und passive Nachtsichtassistenten unterschieden. Ertere verwenden Infrarotscheinwerfer auf Fernlichtdistanz und Sensoren, die die reflektierte Strahlung messen; letztere benutzen nur Wärmebildkameras. Die Kombination mit Radarsensoren wurde erst kürzlich eingeführt, als diese auch für andere Assistenzsysteme vermehrt in Fahrzeuge eingebaut wurden.

¹⁹ Sokolov, Daniel AJ (2014): Pflicht zu Rückfahr-Kameras in US-Autos, <http://heise.de/-2160999> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

Lichtsensoren

Ein Sensor misst die Helligkeit außerhalb des Fahrzeugs, wodurch im Bedarfsfall (Dämmerung, Nacht, Tunnel) das Abblendlicht (neben dem Tagfahr- oder Begrenzungslicht) eingeschaltet wird.

Müdigkeitserkennung

[Aufmerksamkeitsassistent, Driver Activity Assistant]

Das Fahrzeug versucht zu erkennen, ob der/die FahrerIn kurz davor ist einzuschlafen, und durch optische und akustische Hinweise auf die davon ausgehende Gefahr aufmerksam zu machen. Oft werden dabei die Lenkbewegungen kontrolliert, da man davon ausgeht, dass müde Personen anfangen zwischen den Begrenzungen einer Spur zu pendeln und kleine Lenkfehler zu machen, die durch verhältnismäßig abrupte Bewegungen wieder ausgeglichen werden.

Nothaltesystem

Wenn das Auto gesundheitliche Probleme des oder der Fahrenden annimmt, weil weder Quer- noch Längssteuerung erfolgt, wird einmal kurz, ruckartig gebremst. Wenn keine Reaktion erfolgt, schaltet das Fahrzeug die Warnblinkanlage ein und versucht, mittels Abstand haltendem Tempomat und Spurhalteassistent den sog. risikominimalen Zustand herzustellen, d. h. idR am Fahrbahnrand anzuhalten.

Reifendruckkontrolle

Informiert die FahrerInnen über einen Druckabfall in einem der Reifen, damit diese Gegenmaßnahmen treffen können, oder bei Gefahr im Verzug rechtzeitig anhalten können. Es werden hierbei direkte und indirekte Systeme unterschieden. Direkte Systeme haben einen Drucksensor bspw. am Ventil montiert und senden die Daten an ein von dem/der Fahrenden ablesbares System. In der Regel findet die Datenübertragung ohne Authentifizierung und Plausibilitätskontrolle im Klartext statt, womit AngreiferInnen ein leichtes Spiel haben²⁰. Indirekte Systeme erkennen einen Druckabfall über eine Änderung in der Umdrehungsgeschwindigkeit eines Reifens im Vergleich zu den anderen drei (ein schleichender Druckabfall in allen Reifen bliebe hierbei unbemerkt), oder über Unterschiede im Schwingungsverhalten im Vergleich zu einem zuvor gemessenen Wert.

²⁰ Rouf, Ishtiaq et al. (2010): Security and Privacy Vulnerabilities of In-Car Wireless Networks: A Tire Pressure Monitoring System Case Study, https://www.usenix.org/legacy/event/sec10/tech/full_papers/Rouf.pdf (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016).

Spurerkennungssystem [Lane Detection]/ Spurhalteassistent/Aktiver Spurhalteassistent [Lane Keep Assist, Lane Departure Prevention]

Die Spurerkennung arbeitet meistens mit einer Kamera, in manchen Fällen auch mit Infrarotsensoren, die versuchen, die Fahrstreifenmarkierungen auf der Fahrbahn zu erkennen. Der Spurhalteassistent warnt, wenn die Gefahr besteht, dass man in Kürze die Spur verlässt (wenn der Blinker nicht gesetzt ist). Der Aktive Spurhalteassistent greift auch in die Lenkung ein, um ein ungewolltes Verlassen der Fahrspur bzw. der Fahrbahn (Run-off Road Mitigation) zu verhindern. Wenn der/die Fahrende das Lenkrad loslässt, wird jedoch nach vorangehender Warnung die Lenkunterstützung abgeschaltet, um zu verhindern, dass das System als Autopilot missbraucht wird.

Spurwechselassistent/ Totwinkel-Assistent [Blind Spot Information]/ Aktiver Spurwechselassistent [Lane Change Support]/ Aktiver Spurhalteassistent [Lane Keep Assist]/ Überholassistent/Ausparkassistent

Das Fahrzeug erfasst seitlich und schräg hinter dem Wagen befindliche andere Fahrzeuge und warnt den Fahrer/die Fahrerin beim Setzen des Blinkers. Für den Fall, dass kein Blinker gesetzt ist, erfolgt eine rein optische Warnung, meist im Bereich der Außenspiegel.

Der Aktive Spurwechselassistent greift in so einem Fall auch in die Lenkung ein und versucht dadurch eine Kollision zu vermeiden. Ein Überholassistent erledigt den Spurwechsel zum Überholen selbstständig, nachdem der Blinker gesetzt wurde.

Ein Ausparkassistent nutzt die gleiche Erkennungstechnik, um beim rückwärts fahrenden Ausparken, bspw. aus einem Schrägparkplatz, vor heranahenden Fahrzeugen auf der Fahrbahn zu warnen; bei manchen Systemen wird sogar gebremst, wenn eine Kollision droht.

Tempomat/Geschwindigkeitsregelung → Adaptive Geschwindigkeitsregelanlage → Pilot Assist [Hält Geschwindigkeit oder Abstand und lenkt, um in der Spur zu bleiben]

Mit Verkehrszeichenerkennung: Eine Technik, die noch nicht vollständig ausgereift scheint. Das Auto versucht über Verkehrszeichenerkennung die zulässige Höchstgeschwindigkeit zu ermitteln. Über Navigationsdaten ist idR bekannt, wie schnell aktuell gefahren werden darf (bzw. Richtgeschwindigkeit auf deutschen Autobahnen in Bereichen ohne Tempolimit). Baustellen oder kurzfristige Anpassungen der erlaubten Höchstgeschwindigkeit können so aber nicht verarbeitet werden. Bei einer Testfahrt für das Auto-Magazin der FAZ bemerkte der Journalist jedoch, dass das Auto

zwar bei einer eingestellten Geschwindigkeit von 100 km/h im Baustellenbereich auf die vorgeschriebenen 60 km/h verlangsamt, danach jedoch nicht wieder auf 100 sondern die Richtgeschwindigkeit von 130 km/h beschleunigt; oder nach 80 km/h im Baustellenbereich die Geschwindigkeit nicht mehr geändert hat, weil das Ende der Baustelle nicht erkannt wurde. In anderen Situationen wurden umgedrehte Verkehrszeichen der Gegenfahrbahn interpretiert, wodurch eine unnötige Bremsung ausgelöst wurde.²¹

Traktionskontrolle [Antriebsschlupfregelung – ASR, Automatische Stabilitätskontrolle]

Die Traktionskontrolle soll verhindern, dass beim Anfahren durch zu viel Gas oder auf schlüpfrigem Untergrund die Räder des Wagens durchdrehen und das Fahrzeug dadurch seitlich ausbricht. Erreicht wird das durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder oder einen Eingriff in die Motorensteuerung.

3.1.2 In Zukunft erhältliche Systeme

Autopilot

Für die Zukunft werden vollständig autonome Systeme erwartet, „echte“ Autopiloten, die in der Lage sind, autonom ein vorgegebenes Ziel anzu-steuern. Was derzeit von Tesla als Autopilot angeboten wird, ist eigentlich kein autonomes System im engeren Sinn und wäre bei den meisten Modellen zur Fahrzeugautonomie auf Stufe 2 anzusiedeln (vgl. Kap. 4).

Vehicle2X-Communication [V2X]

Vernetzte Automobile können nicht nur mit den Herstellerfirmen kommunizieren, sondern auch untereinander oder mit der Verkehrsinfrastruktur:

Unterschiedliche Arten der Vernetzung

Car2Car [Vehicle2Vehicle] Communication [C2C/V2V]

C2C-Kommunikation bezeichnet den Informationsaustausch zwischen einzelnen Fahrzeugen. Das Ziel ist es, die jeweiligen Fahrenden vor kritischen Situationen zu warnen, in dem die Sichtweite auf elektronischem Weg verlängert wird. So könnte ein Fahrzeug nach einer Notbremsung ein Signal an nachfolgende Fahrzeuge aussenden, damit diese rechtzeitig bremsen können.

Neben diesem Sicherheitsaspekt soll auch die Verkehrsdichte optimiert werden können: Wenn alle Fahrzeuge über die Geschwindigkeit und Bremsabsichten der sie umgebenden Fahrzeuge Bescheid wissen, kann mit ge-

Platooning von LKWs

²¹ Appel, Holger (2016): Der Reiz unscheinbaren Fortschritts, <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/auto-verkehr/fahrberichte/audi-a4-3-0-tdi-s-tronic-im-test-14028309.html> (zuletzt aufgerufen am 17. Februar 2016).

ringerem Abstand zueinander gefahren werden, womit nicht nur mehr Fahrzeuge auf der Verkehrsfläche untergebracht werden können, sondern durch Windschattenfahren auch Treibstoff gespart werden kann.²² Umgesetzt wird dieses Konzept beim sog. Platooning von LKW-Konvois. Dabei wird der Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen auf 15 m reduziert, wodurch sich der Treibstoffverbrauch um 10 % reduzieren soll. Der Platzverbrauch bei drei Fahrzeugen sinkt von rund 150 auf 80 m. Die LKWs sind dabei per WLAN verbunden, das eine sog. elektronische Deichsel bildet, in dem es dem voranfahrenden Auto in konstantem Abstand folgt. Von einem Menschen gesteuert wird nur das Fahrzeug an der Spitze des Konvois. Erprobt wurde das zuletzt im April 2016 als die LKW-Hersteller Daimler, MAN, Scania, Volvo, DAF und Iveco jeweils einen Konvoi für eine Sternfahrt vom jeweiligen Firmensitz nach Rotterdam losschickten.²³ Serienreif soll das System ab 2020 sein. Ehemalige Mitarbeiter von Google, Apple und Tesla entwickeln einen Nachrüstsatz für bestehende LKWs, bei dem das Konvoi-Fahren jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielt. Das Hauptaugenmerk liegt auf einer Unterstützung für FahrerInnen auf langen, ermüdenden Strecken im amerikanischen Highway-Netz.²⁴

*Fahrzeuge teilen
einander mit, wo der
nächste Parkplatz ist*

Eine andere Anwendung kann darin bestehen, dass dezentral Daten in einem V2V-WLAN-Netzwerk zur Verfügung gestellt werden, vergleichbar Peer-2-Peer-Netzen im Internet. Ein mögliches Anwendungsbeispiel wurde u. a. von Caliskan²⁵ entwickelt, in dem Informationen über die Verfügbarkeit von Parkplätzen am Straßenrand von Fahrzeug zu Fahrzeug weitergegeben werden, um den Verkehr, der durch das Suchen von Parkplätzen entsteht und im 20. Jahrhundert in verschiedenen Großstädten zwischen 8 % und 74 % des innerstädtischen Verkehrsaufkommens ausmachte²⁶, zu reduzieren.

*Fahrzeuge informieren
einander, wann überholt
werden kann*

Eine andere Anwendung, die von Nokia Networks, Continental, dem Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik (ESK) sowie der Deutschen Telekom getestet wird, ist der sog. kooperative Überholassistent. In Situationen, in denen ein Fahrzeug zu wenig Informatio-

²² Vgl. Wikipedia: Car2Car Communication, https://de.wikipedia.org/wiki/Car2Car_Communication (zuletzt aufgerufen am 16. März 2016).

²³ Kempkens, Wolfgang (2016): Fast ohne Abstand: Sechs Lkw-Konvois fahren fast automatisch nach Rotterdam, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fast-Abstand-Sechs-Lkw-Konvois-fahren-automatisch-Rotterdam> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

²⁴ Greis, Friedhelm (2016): Ex-Google-Mitarbeiter entwickeln Nachrüstsatz für LKW, <http://www.golem.de/news/otto-faehrt-autonom-ex-google-mitarbeiter-entwickeln-nachruestsatz-fuer-lkw-1605-120943.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

²⁵ Caliskan, Murat (2008): Ein dezentrales Parkrauminformationssystem auf Basis der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation – Konzept, Realisierung und Evaluation, Dissertation an der math.-nat. Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-10250/Ein%20dezentrales%20Parkrauminformationssystem%20auf%20Basis%20der%20Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation.pdf> (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016).

²⁶ Shoup, Donald C. (2006): Cruising for Parking, in: Transport Policy 13 (2006), S. 479-486, Elsevier, <http://shoup.bol.ucla.edu/Cruising.pdf> (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016).

nen für ein risikoarmes Überholmanöver hat, bspw. weil es zwischen zwei LKWs fährt, und die Sicht nicht ausreicht, können andere Fahrzeuge, im Beispiel die zwei LKWs oder entgegenkommende Fahrzeuge, die notwendigen Informationen bereitstellen und ggfs. das Überholen ermöglichen oder davor warnen. Die dafür notwendigen kurzen Signallaufzeiten werden über LTE-Module verwirklicht, die derzeit nur direkt innerhalb einer Funkzelle kommunizieren und die Signale nicht durch das gesamte Netz schleusen.²⁷

Darüber hinaus können Schwärme von Fahrzeugen wie ein mobiles Sensornetzwerk arbeiten und bspw. Informationen über den Fahrbahnzustand sammeln.

Car2Infrastructure [Vehicle2Infrastructure – V2I oder Vehicle 2 Roadside, V2R] Communication

Ampelassistent [Green Light Optimal Speed Advisory]

Über Informationen, die durch Ampelanlagen für Automobile bereitgestellt werden, oder von zentralen Verkehrsrechnern kommen, soll die optimale Geschwindigkeit ermittelt werden, mit der ein Durchfahren mehrerer Ampelkreuzungen ohne Halt möglich ist („Grüne Welle“ nutzen).

3.2 Visionen für die Zukunft

Welche Vorstellungen und Visionen vom Verkehr der Zukunft stecken hinter den aufgezählten Entwicklungen? Wie im vorigen Kapitel angesprochen, werden viele der Assistenzsysteme eingeführt, um die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen. Auch wenn es vordergründig um Bequemlichkeit zu gehen scheint, steckt oft die Überlegung dahinter, dass entspannte FahrerInnen sich leichter auf das Wesentliche konzentrieren können. So wurde schon früher festgestellt, dass Klimaanlage die Unfälle in den heißen Monaten deutlich reduzieren, weil die LenkerInnen nicht nur im übertragenen Sinn einen kühlen Kopf bewahren können.²⁸

Welche Probleme sind im Straßenverkehr die dringendsten und welchen Beitrag erwartet man sich von der zukünftigen technischen Entwicklung um diese zu lösen? Die in den vergangenen Jahrzehnten stark steigende Zahl der Zulassungen (siehe auch Abbildung 1) und der Ausbau des Straßennetzes tragen zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen in Österreich

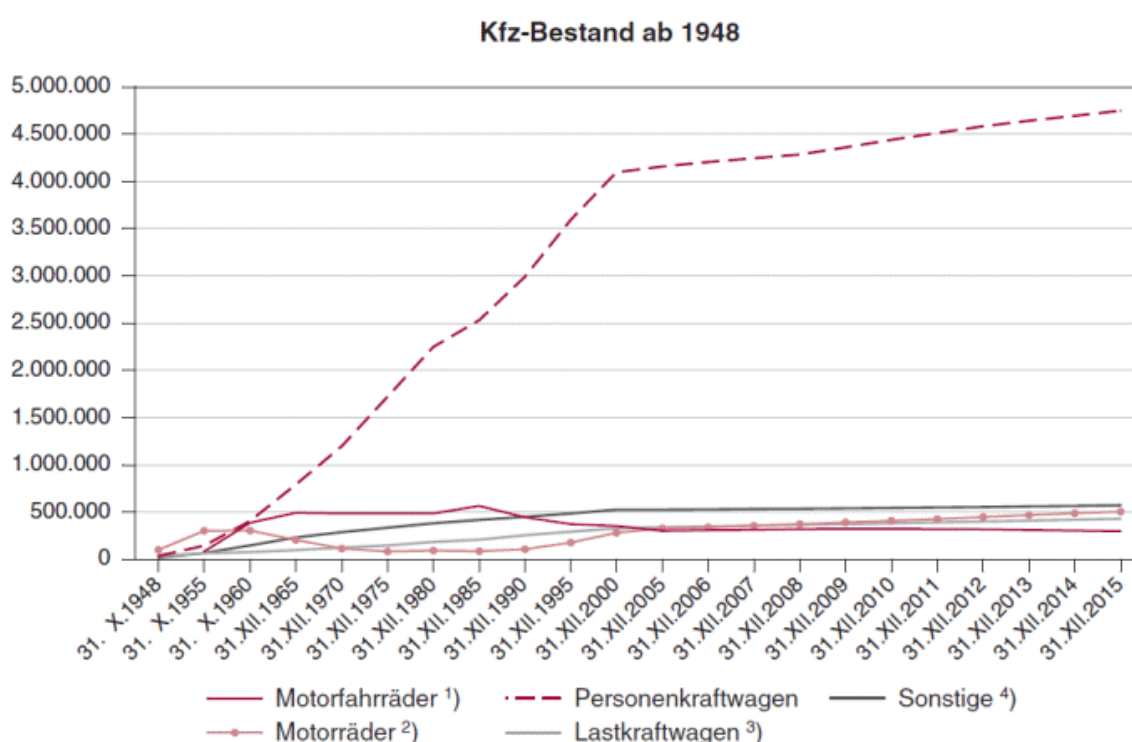
Was ist für die Zukunft noch vorstellbar?

Was sind die dringendsten Probleme im Straßenverkehr?

²⁷ Greis, Friedhelm (2015): Autos warnen sich gegenseitig über das LTE-Netz, <http://www.golem.de/news/testprojekt-auf-der-a-9-autos-warnen-sich-gegenseitig-ueber-das-lte-netz-1511-117392.html> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

²⁸ Müller, Rolf, Pester, Wolfgang (1999): Behagliches Klima im Auto senkt das Unfallrisiko beträchtlich, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Behagliches-Klima-im-Auto-senkt-Unfallrisiko-betraechtlich> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

(so wie in ganz Europa) bei. Manche Verkehrswege, vor allem die von PendlerInnen genutzten, sind regelmäßig so verstopft, dass ein Weiterkommen nur sehr verzögert möglich ist. Diese Situationen beschäftigen vor allem Verkehrs- und StadtplanerInnen im urbanen Raum. Weiters ließ sich in Österreich 2015 wieder ein Anstieg der Verkehrstoten beobachten (nach einem Rekordtief 2014)²⁹. Weltweit starben nach Zahlen aus dem Jahr 2004 jährlich 1,2 Mio. Menschen, das entspricht einer Person alle 30 Sekunden. Darüber hinaus gibt es 20 bis 50 Mio. Schwerverletzte.³⁰ Nicht nur in Österreich sondern auch auf europäischer Ebene ist demgemäß eines der wichtigsten Ziele die Reduktion der Verkehrsunfälle mit tödlichem Ausgang.



Q: STATISTIK AUSTRIA, Kfz-Statistik. Erstellt am 12.02.2016. - 1) Einschließlich Kleinmotorräder sowie mehrspurige Kraftfahrzeuge Klasse L2e sowie ab 2006 vierrädrige Leichtkraftfahrzeuge Klasse L6e. - 2) Einschließlich Motorräder mit Beiwagen, mehrspurige Kraftfahrzeuge Klasse L5e sowie ab 2006 vierrädrige Kraftfahrzeuge Klasse L7e, Invalidenfahrzeuge bis 2012 und Leichtmotorräder. - 3) Einschließlich Tankwagen. - 4) Omniбусse, Sattelzugfahrzeuge, Motor- und Transportkarren, land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, selbstfahrende Arbeitsmaschinen, Mährescher, sonstige Erntemaschinen, Wohnmobile und sonstige Kfz.

Abbildung 1: Bestand der KFZ in Österreich 1948-2015, Quelle: Statistik Austria (2016)

²⁹ Die Presse (2016): 2015: Zahl der Verkehrstoten ist wieder gestiegen, http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/4896877/2015_Zahl-der-Verkehrstoten-ist-wieder-gestiegen (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016).

³⁰ Science@orf.at (2004): WHO warnt: Tödliche Verkehrsunfälle nehmen zu, <http://sciencev1.orf.at/science/news/110438> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

Daher versuchen Automobilhersteller und deren Zulieferfirmen, sowie VerkehrspolitikerInnen die Risiken im Straßenverkehr weiter zu senken. Gleichzeitig geht es darum, den Verkehr zu optimieren. Es müssen Staus vermieden werden, Parkraum soll optimal genutzt werden und die Umweltbelastung durch den Verkehr deutlich zurückgehen. Assistenzsysteme bis hin zu autonomen Fahrzeugen sind da natürlich nur ein Baustein in der Entwicklung. Eine Umstellung des Antriebs auf umweltverträglich produzierten Strom wird nach wie vor von vielen als notwendig erachtet.

In vielen Bereichen wird der Mensch als FahrzeuglenkerIn gegenüber Maschinen als unterlegen betrachtet. So kann bspw. die Reaktionszeit technischer Systeme kürzer sein als die des Menschen. Auch ein Blick auf die Zahl der unter Drogen- und Medikamenteneinfluss erfolgten Autofahrten in Europa legt die Frage nahe, ob Menschen hier besser ausgebildet und auf die Probleme aufmerksam gemacht werden können, oder ob es nicht sicherer wäre, wenn all jene von autonomen Robotern an ihr Ziel gebracht werden. Nach ExpertInnenschätzung finden in Österreich jeden Tag 450.000 Fahrten unter Alkohol- und 250.000 Fahrten unter dem Einfluss anderer Drogen statt.³¹ Wie von der Statistik Austria erhoben, gab es in Österreich 2014 – in einem diesbezüglich guten Jahr – 2.213 Verkehrsunfälle unter Alkoholeinfluss, bei denen 2.890 Menschen verletzt wurden und 32 starben.³² Eine Studie, die im Rahmen des EU-Forschungsprojekts DRUID (2006-2011) erstellt wurde, zeigt die Hintergründe, Motivationen, das Ausmaß und etwaige Gegenmaßnahmen auf.³³ Die meisten Verkehrsunfälle passieren (siehe Abbildung 2) ohne Beteiligung anderer VerkehrsteilnehmerInnen, idR durch fehlerhafte Einschätzung der Fahrsituation und der persönlichen Fähigkeiten. Oft ist Alkoholkonsum die Ursache für die Fehleinschätzung, die zum Unfall führt, oder überhöhte Geschwindigkeit der Auslöser. Beides Szenarien, die man hofft, künftig durch autonome Fahrzeuge verhindern zu können.

Vorteile der Maschinen

Wie schon weiter oben angesprochen sollen autonome Fahrzeuge auch dazu beitragen, die ambitionierten Ziele im Klimaschutz letztendlich doch noch erreichen zu können. Nach Meinung von Experten stellt der Einsatz autonomer (Elektro-)Fahrzeuge dabei die effektivste Maßnahme dar.³⁴

³¹ Schreiber, Dominik (2014): 250.000 Lenker täglich im Drogenrausch, Kurier online: <http://kurier.at/chronik/oesterreich/250-000-lenker-taeglich-im-drogenrausch/89.399.701> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016).

³² Statistik Austria (2015): Straßenverkehrsunfälle – Jahresbericht 2014, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden, Schnellbericht 4.3, S 41.

³³ Schulze, Horst et al. (2012): Project DRUID – Final Report: Work performed, main results and recommendations, Revision 2.0, online verfügbar unter: http://www.druid-project.eu/Druid/EN/Dissemination/downloads_and_links/Final_Report.pdf (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016).

³⁴ Greenblatt, Jeffery B., Saxena, Samveg (2015): Autonomous taxis could greatly reduce greenhouse-gas emissions of US light-duty vehicles, Nature Climate Change, Vol. 5, Issue 9, S. 860-863, Nature Publishing Group/Macmillan Publishers Limited/Springer Nature, London/New York/Tokyo.

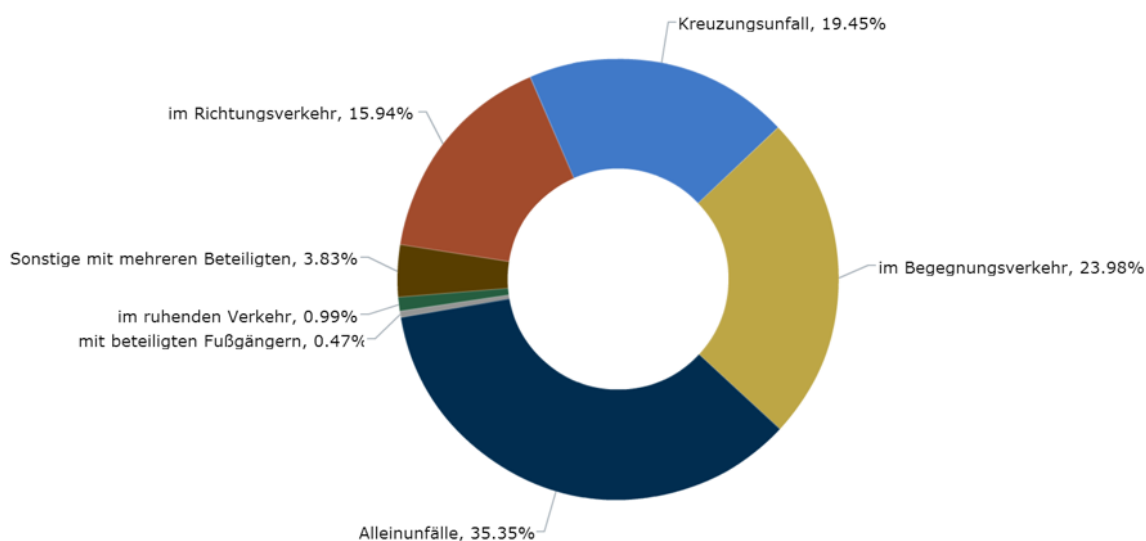


Abbildung 2: Unfälle nach Situationen, Quelle: Kuratorium für Verkehrssicherheit, Verkehrsunfallstatistik 2014, Österreich/PKW: Getötete und schwerverletzte PKW-Insassen nach Unfalltypen

3.3 Entwicklung aus zwei Richtungen

*Über Assistenzsysteme
zum autonomen
Fahrzeug ...*

Die Entwicklung zum autonomen Fahrzeug findet derzeit aus zwei unterschiedlichen Richtungen statt: Einerseits versuchen Automobilhersteller den Weg der Evolution zu beschreiten, indem immer mehr Sensoren in den Fahrzeugen verbaut werden, mit deren Hilfe die Umwelt immer besser erfasst werden soll. Computer übernehmen die Auswertung der Sensordaten und steuern damit verschiedene Assistenzsysteme, die letztendlich jede Entscheidung während der Fahrt selbst treffen sollen, um menschliche FahrerInnen nicht mehr nur zu entlasten, sondern gänzlich überflüssig zu machen.

*... oder gleich
ein fahrender
Transportroboter?*

Andererseits versucht Google einen selbstfahrenden Roboter zu bauen. Google verkauft keine Autos, muss also auch nicht von einer aktuellen Modellpalette ausgehen, sondern verdient über Werbung an der Nutzung seiner Services. D. h., wenn sich die Zeit, die Menschen in Autos verbringen umwidmen ließe, sodass diese sich nicht mehr auf das Autofahren konzentrieren müssten, sondern öfter Googles Angebote nutzen könnten, bedeutete das mehr Einnahmen für den (Suchmaschinen)Konzern. Insofern genügt es Google, wenn selbstfahrende Autos auf den Strecken zu recht kommen, auf denen viele Menschen unterwegs sind. Dazu werden diese Strecken während der Testfahrten genau vermessen. Auch die Kameradaten, die von den Google Street View Cars vor einigen Jahren erhoben wurden, können verwendet werden, um die Anzahl an Fahrspuren o. dgl. auszulesen.³⁵ Schlussendlich sollen alle eigenen und frei verfügbaren Daten verwendet werden.

³⁵ Kurz, Constanze, Rieger, Frank (2013): Arbeitsfrei – Eine Entdeckungsreise zu den Maschinen, die uns ersetzen, Riemann Verlag, München, S. 171.

4 Der Begriff der Autonomie bei Fahrzeugen

Es gibt in der Beschreibung der unterschiedlichen Stufen auf dem Weg von einem durch Menschen gesteuerten Fahrzeug zu einem autonomen Automobil verschiedene Modelle. Das gängigste, das sich nach Expertenmeinung auch auf europäischer Ebene durchgesetzt hat, umfasst die Stufen 0 bis 5 und wurde vom Verband der Automobilingenieure (SAE International, vormals Society of Automotive Engineers)³⁶ entwickelt und im Jahr 2014 erstmals im Standard J3016 definiert (siehe Abbildung 3).

Verschiedene
Klassifikationsmodelle

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/Deceleration	Monitoring of Driving Environment	Fallback Performance of Dynamic Driving Task	System Capability (Driving Modes)
Human driver monitors the driving environment						
0	No Automation	the full-time performance by the <i>human driver</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the <i>driving mode</i> -specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the <i>driving mode</i> -specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the <i>human driver</i> perform all remaining aspects of the <i>dynamic driving task</i>	System	Human driver	Human driver	Some driving modes
Automated driving system ("system") monitors the driving environment						
3	Conditional Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the <i>human driver</i> will respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the <i>driving mode</i> -specific performance by an automated driving system of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> , even if a <i>human driver</i> does not respond appropriately to a <i>request to intervene</i>	System	System	System	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an <i>automated driving system</i> of all aspects of the <i>dynamic driving task</i> under all roadway and environmental conditions that can be managed by a <i>human driver</i>	System	System	System	All driving modes

Copyright © 2014 SAE International. The summary table may be freely copied and distributed provided SAE International and J3016 are acknowledged as the source and must be reproduced AS-IS.

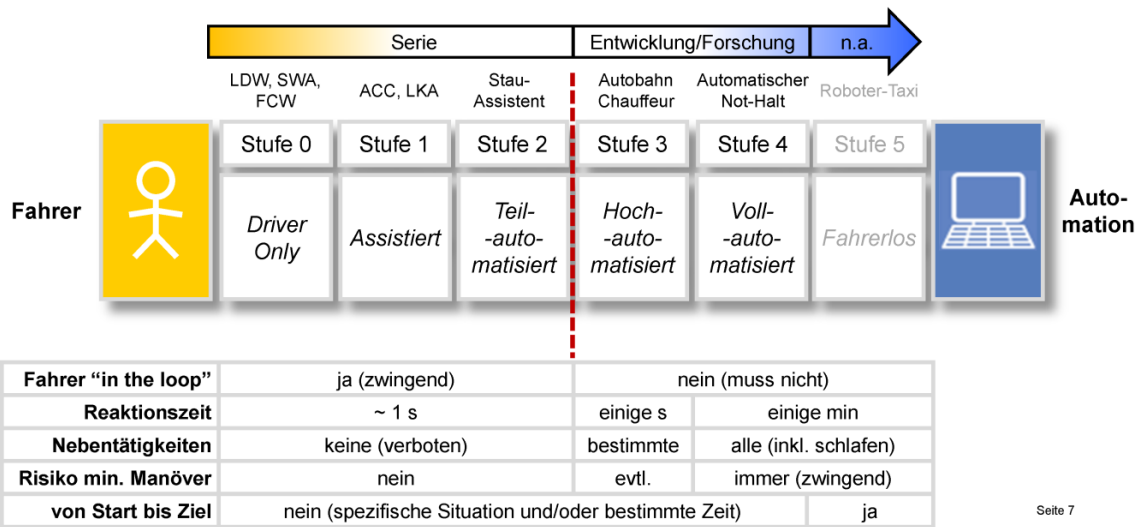
Abbildung 3: Definitions for Levels of Automated Driving, Quelle: SAE International, Standard J3016

Daneben gibt es einige andere Modelle, wie das unten dargestellte des VDA, das weniger Stufen vorsieht, letztendlich aber große Ähnlichkeiten in der Beschreibung der erbrachten Leistungen zeigt. Am Beispiel des VDA-Modells ist die Verknüpfung mit bestehenden und in Entwicklung befindlichen Assistenzsystemen besonders gut zu zeigen.

³⁶ SAE International, Webseite: www.sae.org.

Stufen des Automatisierten Fahrens

VDA



LDW: Lane Departure Warning, SWA: Spur Wechsel Assistent, FCW: Forward Collision Warning, ACC Adaptive Cruise Control, LKA: Lane Keeping Assistance

Seite 7

Abbildung 4: Stufen des automatisierten Fahrens, Quelle: VDA, Hans-Thomas Ebner (2013)

Beispielfunktionen

VDA

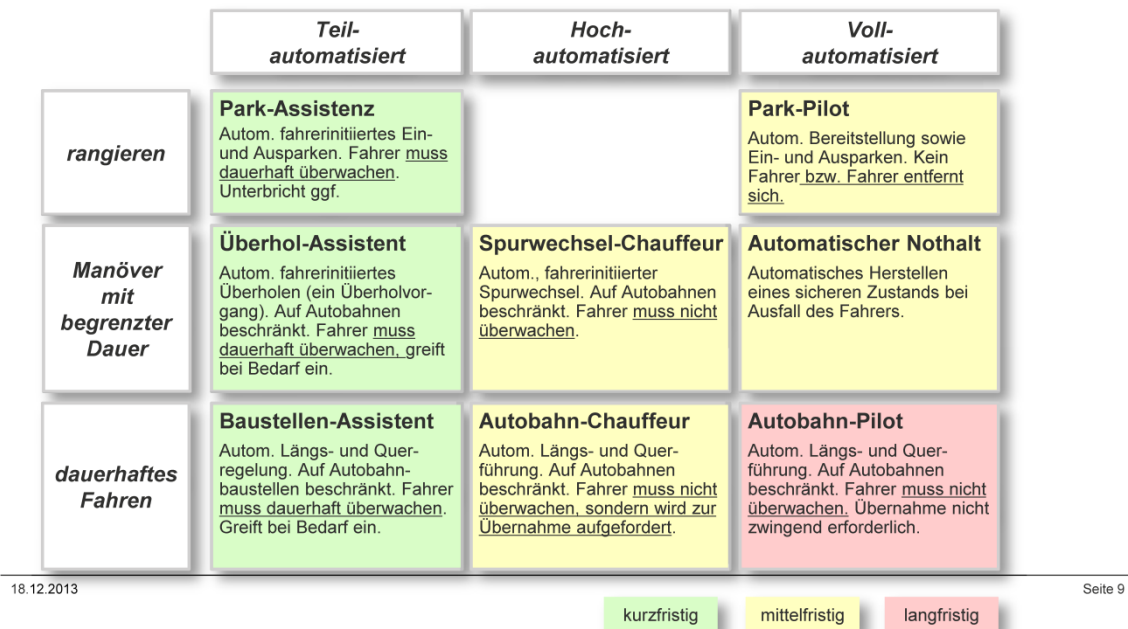


Abbildung 5: Beispielfunktionen nach Automatisierungsgrad, Quelle: VDA, Hans-Thomas Ebner (2013)

An Hand der beschriebenen Funktionen wird auch der Unterschied in der Entwicklung zwischen dem Weg vom Assistenzsystem zum echten Autopiloten und dem von Google eingeschlagenen Weg der Entwicklung eines fahrenden Roboters mit Transportkapazität deutlich (vgl. Kap. 3.3). Derzeit wird viel von autonomen Fahrzeugen gesprochen (vgl. Tesla), wenn eigentlich nur ein automatisierter Fahrbetrieb gemeint ist.

Klassische Use Cases, die die schrittweise Einführung autonomer Fahrzeuge illustrieren sollen, sind³⁷:

- *Autobahnautomat mit Verfügbarkeitsfahrer/Autobahnpiilot*
Im Prinzip das, was auch Tesla anbietet, ein Fahrzeug, das in der Lage ist, in wenig komplexen Verkehrssituationen ohne menschliche Hilfe zurechtzukommen, diese Hilfe jedoch jederzeit anfordern kann.
- *Autonomes Valet-Parken*
Fahrzeuge sind in der Lage selbstständig, in einem abgegrenzten Bereich (z. B. Garage), einen Parkplatz zu suchen und einzuparken. Wird das Auto wieder benötigt, kann es über eine Fernsteuerung zur wartenden Person gerufen werden.
- *Vollautomat mit Verfügbarkeitsfahrer*
Das Fahrzeug ist in der Lage in jeder Verkehrssituation (auch innerstädtisch) automatisiert zu fahren. Ein Mensch ist noch anwesend, um im Bedarfsfall die Steuerung zu übernehmen.
- *Vehicle on Demand*
Das Fahrzeug steht auf Abruf bereit, entweder aus der eigenen Garage oder von einem Drittanbieter, um ähnlich wie ein Taxi die Person ans gewünschte Ziel zu bringen. Es ist nicht vorgesehen, dass Menschen in die Steuerung des Fahrzeugs eingreifen.

Was ist an zukünftiger Autonomie noch denkbar (vgl. maschinelles Lernen)? Im engeren Sinn autonome Fahrzeuge wären, wenn überhaupt, vielleicht nur noch mit Zielen (geografisch und/oder ihr Verhalten betreffend) zu programmieren. Sie würden unseren Terminkalender kennen, wüssten dann selbst, wann wir von zu Hause abzuholen sind, wann ein guter Zeitpunkt für das Laden der Batterie ist, und welche Strecken wir gerne fahren. Sie wären vielleicht auch in der Lage, sich gegenseitig zu helfen, indem sie ein Fahrzeug mit ausgefallenem GPS-Empfänger an eine sichere Position, oder gleich zur nächsten Werkstatt lotsen. Hier ist vieles vorstellbar, das die Notwendigkeit von Vorgaben für autonome Systeme, die selbst Entscheidungen treffen, umso dringender erscheinen lässt. Wenn individuell so viel Kontrolle abgegeben wird, braucht es vielleicht Aufsichtsbehörden, die diese Kontrolle für die Gesellschaft übernehmen, indem sie darauf achten, dass die Funktionsweise autonomer Fahrzeuge den vereinbarten Vorstellungen entspricht.

Anwendungsbeispiele mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad

Was unterscheidet automatisierte von autonomen Fahrzeugen?

³⁷ Vgl. Wachenfeld, Walther et al. (2015): Use-Cases des autonomen Fahrens, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S. 10-37.

5 Herausforderungen und offene Fragen für die Zukunft

5.1 Rahmenbedingungen

Autonome Fahrzeuge sind noch nicht reif für den Alltagsverkehr, sie stecken sozusagen noch in den Kinderschuhen. Wie lässt sich nun die Umwelt der Fahrzeuge verändern, um ihnen den Start, also den Weg zur Serienreife, zu erleichtern. Vielerorts dürfen autonome Fahrzeuge noch gar nicht eingesetzt werden, weil bisherige Regulierung vom Jahrtausende alten Bild eines/einer menschlichen Lenkers/Lenkerin ausgeht. Diesbezüglich finden in vielen Ländern gerade Anpassungen statt, um den Anschluss an diese Entwicklung, und damit auch finanzielle Vorteile, nicht zu verpassen.

Gleichzeitig können die Neuentwicklungen in dem Bereich noch nicht alles, was für einen reibungslosen Betrieb ohne menschliches Eingreifen nötig ist. Welche Funktionen können für die Testphase, die Übergangszeit oder auf Dauer durch die Infrastruktur übernommen werden?

5.2 Rechtliches/Regulierung

Bezugnehmend auf das SAE-Stufenmodell (siehe Abbildung 3) ergibt sich vor allem bei den Stufen 3, 4 und 5 in vielen Gesetzen und internationalen Verträgen Änderungsbedarf. Derzeit gehen noch alle gesetzlichen Vorstellungen von in Betrieb befindlichen Fahrzeugen davon aus, dass ein Mensch diese steuert, oder deren Betrieb zumindest überwacht, jederzeit bereit korrigierend einzugreifen. Begonnen bei der Automobilpolizeiverordnung³⁸, über das Zwischenstaatliche Übereinkommen über den Verkehr von Kraft-

Internationale Abkommen müssen geändert werden

³⁸ Reichsgesetzblatt für die im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder, LXII. Stück, ausgegeben und versendet am 7. Oktober 1905, No. 156: Verordnung des Ministeriums des Innern im Einvernehmen mit dem Finanzministerium vom 27. September 1905, betreffend die Erlassung von sicherheitspolizeilichen Bestimmungen für den Betrieb von Automobilen und Motorrädern, Faksimile abrufbar unter <http://alex.onb.ac.at/cgi-content/alex?aid=rgb&datum=1905&page=431&size=45> ff. (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

Hier wird zum Beispiel in § 2 vorgeschrieben: „Jedes Kraftfahrzeug muß entsprechend lenkbar und sein Lenkapparat so beschaffen sein, daß das verlässliche Funktionieren des Apparates unter allen Umständen gesichert ist.“ D. h., dass ein Lenkrad oder vergleichbares Instrument vorhanden sein muss; und es wäre noch zu untersuchen, ob die Steuerung über IT-Systeme dem Anspruch „unter allen Umständen zu funktionieren“ genügt hätte.

fahrzeugen (Paris, 1926, in Österreich 1930 ratifiziert)³⁹, über das Wiener Abkommen von 1968⁴⁰ bis hin zu aktuellen nationalen Straßenverkehrsordnungen, sind weder fahrerInnenlose Fahrzeuge, noch welche ohne Lenkrad und/oder Gas- und Bremspedal vorgesehen. Das wird auch von vielen Herstellern als das größte Hindernis einer schnellen Verbreitung autonomer Fahrzeuge betrachtet.

Um den gesetzlichen Rahmen für den notwendigen Testbetrieb zu öffnen, wurde das Wiener Abkommen 2014 geändert, indem ein Paragraph 5bis ergänzt wurde⁴¹:

„Amendments to Article 8 and Article 39 of 1968 Convention on Road Traffic

Amendment of Article 8:

A new paragraph (i.e., paragraph 5bis) is to be inserted into Article 8. The paragraph 5bis shall read as follows:

5bis. Vehicle systems which influence the way vehicles are driven shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with paragraph 1 of Article 13, when they are in conformity with the conditions of construction, fitting and utilization according to international legal instruments concerning wheeled vehicles, equipment and parts which can be fitted and/or be used on wheeled vehicles [...]

*Vehicle systems which influence the way vehicles are driven and are not in conformity with the aforementioned conditions of construction, fitting and utilization, shall be deemed to be in conformity with paragraph 5 of this Article and with paragraph 1 of Article 13, **when such systems can be overridden or switched off by the driver.**” (Hervorhebung durch den Autor)*

Das heißt insgesamt, dass immer noch FahrerInnen an Bord sein müssen, das Fahrzeug aber vollautomatisiert unterwegs sein kann, wenn die entsprechenden Systeme jederzeit übergangen oder abgeschaltet werden können.

³⁹ Zwischenstaatliches Übereinkommen über den Verkehr von Kraftfahrzeugen, Bgbl. Nr. 304/1930, idF Bgbl. Nr. 189/1931, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005045> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016). Im Vergleich zu FN 38 heißt es hier in Artikel 3 Z 1: „Das Kraftfahrzeug muß mit folgenden Vorrichtungen versehen sein: ...“ lit. a: „mit einer kräftigen Lenkvorrichtung, die ein leichtes und sicheres Wenden des Fahrzeuges gestattet;“.

⁴⁰ Übereinkommen über den Straßenverkehr, Bgbl. Nr. 289/1982, idF 517/1991, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011542> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016). Hier wäre der für autonome Fahrzeuge problematische Passus in Artikel 8 Z 1: „Jedes Fahrzeug und miteinander verbundene Fahrzeuge müssen, wenn sie in Bewegung sind, einen Lenker haben.“

⁴¹ United Nations, Economic and Social Council (2014): Report of the sixty-eighth session of the Working Party on Road Traffic Safety, Annex, S 9, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2014/wp1/ECE-TRANS-WP1-145e.pdf> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

Die Umsetzung in österreichisches Recht erfolgte über eine Novelle des Kraftfahrzeuggesetzes im Juli 2016, mittels welcher auch die Verpflichtung der LenkerInnen gelockert wurde, jederzeit mindestens eine Hand am Steuer zu haben.⁴²

Damit ist weiterhin die Person hinter dem Steuer verantwortlich und dazu verpflichtet jederzeit einzugreifen, wenn dies erforderlich wird. Wie aber wird es in Zukunft aussehen, wenn diese Verpflichtung wegfällt? Wer darf dann mit dem autonomen Auto fahren? Braucht es noch irgendeine Art von Befähigungsnachweis? Wird das Auto vielleicht zum „Babysitter“ für Minderjährige, das den Nachwuchs selbstständig vom Kindergarten abholt? Wer stellt bei einem Fahrzeug, das autonom unterwegs ist, das vorgeschriebene Pannendreieck auf? Wer ist für das Verhalten eines autonomen Fahrzeugs verantwortlich und damit haftbar – der Hersteller, der/die EigentümerIn, etwaige InsassInnen? Der Automobilhersteller Volvo hat als bisher einziger Hersteller diese Frage durch seinen CEO klar beantwortet: Volvo wird die Haftung übernehmen, wann immer ein Auto dieses Herstellers im autonomen Fahrmodus einen Schaden verursacht.⁴³ So unmissverständlich haben sich andere Hersteller nicht geäußert. Diese Frage wird aber rasch zu klären sein, und nicht erst für wirklich autonome Systeme, sondern schon vorher für hochautomatisiert fahrende Automobile.

Werden autonome Fahrzeuge eine revisionssichere Protokollierung aller Entscheidungen und Vorgänge führen müssen, vergleichbar mit einer Blackbox bzw. einem Fahrtenschreiber, um im Falle einer Unklarheit die Beweissicherung zu ermöglichen? Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) kommt in einer Studie zum Thema hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen zu dem Schluss, dass die präventive Speicherung der Fahrzeug- und Sensordaten in einem Unfalldatenspeicher eine Zulassungsvoraussetzung sein werde, um Unfälle mit hochautomatisierten oder zukünftig autonomen Fahrzeugen aufklären zu können.⁴⁴ Was diesbezüglich noch unklar ist, und Handlungsbedarf beim Gesetzgeber eröffnet, ist die Frage der Speicherdauer. Könnten die Daten bspw. kontinuierlich überschrieben werden und im Fall eines Alarms durch den Crash-Sensor revisionssicher eingefroren werden?

Wieviel Verantwortung tragen Menschen in autonomen Fahrzeugen?

Fahrtenschreiber für alle Fahrzeuge?

⁴² Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) (2016): Automatisiertes Fahren: KFG-Novelle passiert den Verkehrsausschuss, <http://www.bmvit.gv.at/presse/aktuell/nvm/2016/06280TS0169.html> (zuletzt aufgerufen am 30. Juni 2016).

⁴³ Volvo Car USA (2015): US urged to establish nationwide Federal guidelines for autonomous driving, Press Release, <https://www.media.volvocars.com/us/en-us/media/pressreleases/167975/us-urged-to-establish-nationwide-federal-guidelines-for-autonomous-driving> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

⁴⁴ Cacilo, Andrej et al. (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – industriepolitische Schlussfolgerungen, Dienstleistungsprojekt 15/14, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), S 145, <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

Wird die Polizei jederzeit Zugriff auf diese Daten haben, oder nur im Falle einer richterlich angeordneten Durchsuchung? Es gibt noch viele Fragen, die geklärt werden müssen, bevor autonome Fahrzeuge selbstständig auf öffentlichen Straßen unterwegs sein dürfen.

5.2.1 Infrastruktur

Im Schienenverkehr sind autonome Systeme (z. B. U-Bahnen) schon länger in Betrieb. So haben einige Konzepte für autonomes Fahren auch vorgesehen, dass elektronische Führungssysteme in Autobahnspuren eingesetzt werden, die die Fahrzeuge je nach Verkehrssituation steuern, vergleichbar mit einem Förderband. Es wäre dann eher eine smarte Infrastruktur, da die Fahrzeuge lediglich die Steuerungsbefehle umsetzen müssten, ohne selbst Entscheidungen treffen zu können. Zurzeit schlägt das Pendel augenscheinlich in die andere Richtung aus: es werden smarte Fahrzeuge gebaut, die möglichst unabhängig sein sollen. Welche Auswirkungen haben diese Entwicklungen auf die Infrastruktur – verschiedene Ebenen des Straßennetzes, ÖPNV, Versorgungsbetriebe (Tankstellen, Raststationen usw.), Zulieferer? Wie muss sich dennoch die Straße von morgen an die Bedürfnisse autonomer Fahrzeuge anpassen?

*„Nur mit hochgenauen Karten können wir ab 2020 automatisiert auf der Autobahn fahren.“
[Dirk Hoheisel]⁴⁵*

Derzeit benötigen die meisten Fahrzeuge ohne lenkende Personen sehr genaues Kartenmaterial (Genauigkeit rund +/-20 cm)⁴⁶. Dadurch stellt sich auch die Frage, wer die besten Kartendaten hat. Dass das in Zukunft ein einträgliches Geschäft sein könnte, zeigt sich auch daran, dass im Dezember 2015 ein Konsortium aus Audi, BMW und Daimler die Kartensparte HERE (mit 6.500 Angestellten) um 3 Mrd. Euro von Nokia übernommen hat. HERE will zukünftig auch anonymisierte Daten aus Autos dieser drei Investoren ins Kartenmaterial übernehmen.⁴⁷ Gleichzeitig stehen weitere Firmeneinstiege zur Diskussion: Neben Amazon und Microsoft als Unterstützer im Bereich von Cloud Computing haben angeblich auch Renault, Ford und Continental Interesse bekundet.⁴⁸

⁴⁵ Motornews (2015): Bosch und TomTom arbeiten an Karten-Technologie für das automatisierte Fahren, <http://www.motornews.at/bosch-und-tomtom-arbeiten-an-kartentechnologie-fuer-das-automatisierte-fahren/> (zuletzt aufgerufen am 21. August 2016).

⁴⁶ Greis, Friedhelm (2015): Autonomes Fahren – Wer hat die besten Karten?, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-wer-hat-die-besten-karten-1509-115506.html> (zuletzt aufgerufen am 21. August 2016).

⁴⁷ Bonetti, Pino (2015): Starting today, it's a new world for HERE ..., <http://360.here.com/2015/12/07/new-world-here/> (zuletzt aufgerufen am 1. August 2016).

⁴⁸ Greis, Friedhelm (2016): Amazon will angeblich beim Kartendienst Here einsteigen, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-amazon-will-angeblich-beim-kartendienst-here-einsteigen-1604-120085.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

Diejenigen, die mit weniger genauen Daten das Auslangen finden, weil sie keine autonomen Fahrzeuge steuern, sondern die Daten für etwas anderes brauchen, steigen auch in das Geschäft ein. So will bspw. der Fahrdienstvermittler UBER seine Unabhängigkeit von fremdem Kartenmaterial erreichen, in dem zuerst der zuletzt für Google Maps verantwortliche Kartenexperte abgeworben wurde, und jetzt die Investitionen in UBER-eigene Karten auf 500 Mio US\$ verdoppelt wurden.⁴⁹

Nvidia⁵⁰ liefert lückenloses Kartenmaterial für selbstfahrende Autos, in dem an einem System gebaut wurde, das die Aktualisierung hochaufgelöster Karten (nahezu) in Echtzeit erlaubt.⁵¹ Dabei werden die vom Auto gesammelten Daten, inklusive Bildmaterial der Umgebung, mit Methoden des Deep Learning und der Mustererkennung direkt im Auto verarbeitet, und nur die Änderungen zum Letztstand der Karte hochgeladen. Der bisher oft zeitaufwendige, zentrale Analyseprozess wurde durch geeignete Hardware beschleunigt und findet zukünftig dezentral in den einzelnen Fahrzeugen statt.

Was passiert im Falle eines GPS-Ausfalls durch Krieg oder einen Sonnensturm?⁵² Werden sich Fahrzeuge in Zukunft auf nur ein Ortungssystem verlassen können? Sonnenstürme treffen die Satelliten aller Systeme, und Fahrzeughersteller sind gut beraten, den Fall in der Konstruktion eines ausfallsicheren Systems vorzusehen, damit im Falle des Falles nicht alle autonomen Fahrzeuge liegenbleiben. Aber Ausfälle durch Angriffe auf GPS, Galileo, GLONASS oder Beidou lassen sich vermutlich durch die Signale der jeweils anderen Systeme kompensieren. Es ließe sich auch eine deutlich höhere Genauigkeit erreichen, wenn man die Signale aller vier Systeme berücksichtigt. Bei mangelhaftem Datenmaterial für die Navigation passieren immer wieder Unfälle, weil auch menschliche FahrerInnen oft blind ihren Navigationsgeräten vertrauen.⁵³

*Welche neuen
Akteure steigen ins
Kartengeschäft ein?*

*Was passiert, wenn
Positionierungssysteme
ausfallen?*

⁴⁹ Google hat 2015 auch die Preise für die Verwendung der Kartendaten erhöht. Das kann auf lange Sicht zum Problem für abhängige Unternehmen werden. Siehe auch: Hook, Leslie (2016): Uber to pour \$ 500 m into global mapping project, <https://next.ft.com/content/e0dfa45e-5522-11e6-befd-2fc0c26b3c60> (zuletzt aufgerufen am 1. August 2016).

⁵⁰ Der für seine Grafikchips bekannte Hersteller baute auch einen remote aktualisierbaren Chip speziell für autonome Fahrzeuge, der die Steuerung von Kamera-abhängigen Assistenzsystemen übernehmen soll: Autobild (2014): Super-Prozessor für mehr Sicherheit, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-nvidia-auf-der-ces-2014-4510180.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁵¹ Nvidia: Willkommen in der Zukunft der Kartographie, <http://www.nvidia.de/object/hd-mapping-system-de.html> (zuletzt aufgerufen am 3. Juni 2016).

⁵² Im Kriegsfall muss damit gerechnet werden, dass das GPS-Signal absichtlich gestört wird oder zumindest nur sehr ungenau zur Verfügung steht. Sonnenstürme können einerseits Satelliten (aller Positionierungssysteme), die nicht auf deren Auftreffen vorbereitet wurden zerstören, bzw. die Signalwege stören, wodurch man sich auf die Positionsbestimmung nur dann verlassen könnte, wenn Korrekturdaten in Echtzeit vorlägen, die von den Empfängern in Fahrzeugen ausgewertet werden könnten. Andererseits besteht der effektivste Schutz vor einem Sonnensturm für darauf vorbereitete Satelliten darin, sie abzuschalten. In dem Fall stünde das Signal (bis zur Wiederinbetriebnahme) auch nicht zur Verfügung.

⁵³ Der Standard (2013): Navi lotst Lenker in Burgenland über Treppe, <http://derstandard.at/1363707850120/Navi-lotst-Lenker-in-Burgenland-ueber-Treppe> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016).

<i>Smarte Infrastruktur</i>	Darüber hinaus gibt es in Japan und tlw. in New York Datenversorgungsnetze für automatisierte Fahrzeuge, die Informationen über Verkehrsdichte, erlaubte Höchstgeschwindigkeit u. dgl. elektronisch übermitteln, wodurch weniger vom Fahrzeug selbst erkannt werden muss. Die aktuellste Ausbaustufe des japanischen Systems, „ITS Spot“, kann auch Hindernisse und Staus ankündigen, die vom Fahrzeug aus noch nicht zu erkennen wären. Es gibt eine Richtgeschwindigkeit vor, wenn ein Stau droht, die adaptive Tempomaten direkt übernehmen können, und die bei anderen Fahrzeugen, die mit ITS-Empfängern ausgestattet sind, am Display des Navigationsgerätes angezeigt werden. ⁵⁴
<i>Lernende Roboter</i>	Forscher der Mobile Robotics Group (MRG) der Universität Oxford gehen einen anderen Weg: Weil das GPS-Signal ihrer Ansicht nach nicht verlässlich genug ist, arbeiten sie an einem System, das dem Fahrzeug hilft, die Strecke kennenzulernen. Je öfter das Auto die Strecke fährt, desto mehr Informationen über deren Verlauf stehen aus den Sensordaten zur Verfügung und desto besser findet sich das Fahrzeug auch alleine zurecht. ⁵⁵

5.3 Datensammlungen und Privatsphäre

Kraftfahrzeuge werden in zunehmendem Maße mit ihrer Umgebung vernetzt. Es werden Kartendaten für die Routenberechnung und über die Verkehrslage von den jeweiligen Diensteanbietern heruntergeladen, Sensordaten zur Verfügung gestellt, Smartphones und Tablets eingebunden, Daten über das Fahrverhalten gespeichert usw. Zukünftig sollen Daten mit anderen Autos ausgetauscht werden, mit der Straße, mit Versicherungen, Pannendiensten, Werkstätten u. dgl. mehr. Was heißt das für die Privatsphäre und den Datenschutz?

Moderne Automobile sind schon jetzt vollgepackt mit Sensoren. Noch viel mehr sind autonome Fahrzeuge in der Zukunft darauf angewiesen, ihre Umgebung mittels Sensoren zu erfassen. So finden sich heute im Auto bspw.:⁵⁶

Welche Sensoren finden sich in modernen Autos?

- hochauflösende (Stereo- und Infrarot-)Kameras, die in jede Richtung filmen, die Fahrbahnmarkierungen, Verkehrszeichen, Hindernisse, Autos im toten Winkel usw. erkennen sollen, und beim Einparken ein Bild der Autoumgebung im Wageninneren darstellen,

⁵⁴ Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (2013): ITS initiatives in Japan, <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/pdf/ITSinitiativesinJapan.pdf> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016), S. 15.

⁵⁵ MRG (2014): Overview of the Flagship Project „Robot-Car“, <http://mrg.robots.ox.ac.uk/robotcar-overview/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

Bähnisch, Stephan (2013): Schlauer Japaner in Oxford, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-im-nissan-leaf-3886558.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁵⁶ Vgl. Reif Konrad (Hrsg.) (2010): Sensoren im Kraftfahrzeug (2., ergänzte Auflage, 2012), Vieweg+Teubner Verlag/Springer Fachmedien Wiesbaden, S 31f.

- Infrarot-Sensoren oder Wärmebildkameras, die Menschen und Tiere erkennen sollen,
- Feuchtigkeitssensoren, die den Füllstand des Tanks messen, oder über die Ölqualität Bescheid wissen,
- Beschleunigungssensoren, die Airbags auslösen, das eCall-System aktivieren,
- Kompasssensoren,
- GPS-Empfänger (Galileo-Empfänger),
- Sensoren, die den Druck auf das Gaspedal weitergeben,
- Sensoren, die Luft- und Motortemperatur messen,
- Sensoren, die Abgaswerte ermitteln,
- Fotowiderstände, die als Regensensor, Schmutzsensoren für Scheinwerferreinigung zum Einsatz kommen, oder um den Wechsel von Tagfahrlicht auf Abblendlicht zu bestimmen,
- Sensoren, die Einspritzdüsen steuern,
- Sensoren, die den Schlupf eines Rades bei der Beschleunigung (ASR) und beim Bremsen (ABS) erkennen,
- Sensoren, die erkennen, welche Sitze im Auto besetzt sind (und daher den Gurt eingesteckt haben müssten),
- Echolotsensoren für Einparkhilfen,
- elektromagnetische Strahlung- und Laufzeit-Radar-Sensoren zur Abstandsmessung,
- LIDAR (Light Detection and Ranging)-Systeme übernehmen das Scannen der Umgebung, mehrere hundert Meter in und gegen die Fahrtrichtung, um Hindernisse, Gegenverkehr und überholende Fahrzeuge zu erkennen, sowie links und rechts des Autos, um Fahrzeuge in anderen Fahrspuren zu entdecken,
- Nachtsichtgeräte, die die Leistung der Spurhalteassistenten verbessern sollen,
- Neigungssensoren für die Leuchtweitenregulierung der Scheinwerfer und als Teil der Alarmanlage,
- bis hin zu einem faseroptischen Einklemmschutz bei Autofenstern, der rechtzeitig erkennt, wenn etwas zwischen Fenster und Rahmen gerät.

Damit stehen die Fahrzeuge von morgen Aufklärungsdrohnen technisch kaum nach, die Verwendung der Sensordaten unterscheidet sie noch maßgeblich. Die meisten dieser Sensoren dienen dazu Werte zu ermitteln, die innerhalb von Sekundenbruchteilen dazu führen, dass ein bestimmtes Subsystem des Autos aktiv wird (bspw. ABS). Es werden kaum Datenreihen gespeichert, oft nur Fehlermeldungen in einem Protokoll, das beim nächsten Werkstattbesuch – oder manchmal schon vom Hersteller remote – ausgelesen werden kann. Falls die Daten regelmäßig an den Hersteller übertragen werden, kann dieser sich, vielleicht bevor ein kritischer Zustand durch Versagen eines der Subsysteme droht, beim/bei der FahrzeughalterIn melden, und einen Termin in einer Vertragswerkstätte vorschlagen.

Smartphones auf Rädern?

Andere Sensoren (bspw. GPS-Empfänger) verraten schon mehr über die privaten Angelegenheiten der NutzerInnen. Ähnlich wie mit Smartphones lassen sich aus der Kombination der GPS-Daten und der Mobilfunkdaten (vernetzte Automobile benutzen in der Regel Mobilfunkverbindungen zum Internet, für das eCall-System⁵⁷, oder um den Hersteller zu kontaktieren) sehr präzise Bewegungsprofile erstellen, die auch viel über Lebensgewohnheiten verraten können.⁵⁸ So ließe sich z. B. aus dem regelmäßigen Parken am Sonntag, immer zur gleichen Zeit, vor einer Kirche, auf das religiöse Bekenntnis schließen.

Gleichzeitig sammelt jedes Auto Daten für andere Autos, Hersteller, Kartendienste usw. Die für Datenschützer beängstigende Vision des Kartenherstellers HERE:

„And we intend to map just about everything in it, for you and everyone else. It will be a map for the future: a dynamic index of the real world, a vast index of people, places and things.“⁵⁹

Es werden auch persönliche Daten der FahrzeugnutzerInnen in das Bordsystem des Automobils übernommen. In regelmäßigen Abständen kommt es zur Übertragung der gespeicherten Daten, wobei auch Informationen über die letzten Orte, an denen das Auto abgestellt war, oder darüber, welche Nummern zuletzt angerufen wurden, an die Hersteller übermittelt werden können. So sehr es sinnvoll sein kann, dass zukünftig autonome Fahrzeuge im Schwarm Daten über Straßenbeschaffenheit, Verkehrsaufkommen und umgebende Infrastruktur sammeln, aufbereiten und mit allen anderen Fahrzeugen teilen, zeichnet sich hier jedoch deutlich eine Grenze ab, die nicht zu überschreiten ist, wenn es um die personenbezogenen Daten der NutzerInnen geht. Obendrein scheint unklar, warum jemand, der ein Auto kauft, zum kommerziellen Erfolg von bspw. Kartendiensteanbietern beitragen muss.⁶⁰

Wem gehören die Daten?

In diesem Zusammenhang muss man sich auch ansehen, welche Daten als personenbezogene Daten zu klassifizieren sind, und wem grundsätzlich die gesammelten Daten „gehören“. Es gibt auf das einzelne Datum bezogen schon genaue Definitionen, worin ein Personenbezug liegt, was indirekt personenbezogene Daten sind, und wo das Individuum an Hand der Daten nicht mehr ermittelt werden kann. Allerdings stellt sich im Zusammenhang mit einer sehr großen Sammlung nicht oder nur indirekt personenbezogener Daten die Frage, ob nicht das gemeinsame Vorliegen der Daten einen Personenbezug entstehen lässt. Dazu braucht es nicht viel:

⁵⁷ Für dieses System sind die Mobilfunkverbindungen erst nach einem Unfall aktiv. Davor wird nur passiv gescannt, welche Netzwerke erreichbar sind.

⁵⁸ Vgl. Rothmann, Robert; Sterbik-Lamina, Jaro; Peissl, Walter; Čas, Johann (2012): Aktuelle Fragen der Geodaten-Nutzung auf mobilen Geräten – Endbericht, Bericht-Nr. ITA-PB A63; Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA), Wien.

⁵⁹ Bonetti, Pino (2015): Starting today, it's a new world for HERE ... , <http://360.here.com/2015/12/07/new-world-here/> (zuletzt aufgerufen am 1. August 2016).

⁶⁰ Loweg, Ralf (2015): Digitale Auto-Zukunft: „HERE“ spielt die Musik, <http://auto-presse.de/autonews.php?newsid=322700> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

manche Automarken werden in Österreich so selten zugelassen, dass die Information über das Modell gemeinsam mit den Ortungsdaten ausreicht, um eindeutig festzustellen, wem das Fahrzeug gehört. Noch einfacher ist es für Hersteller, die ja wissen, wem sie ein Auto verkauft haben, wenn die Zusatzverträge zur Datennutzung vorliegen, da diese ja nicht mit dem Verkäufer geschlossen werden, sondern mit dem Diensteanbieter, idR dem Hersteller oder einer Subfirma. Gehören die Daten dann auch der Firma, deren Algorithmen sie ermittelt haben, oder dem/der KäuferIn des Fahrzeugs, der/die dafür bezahlt hat, oder dem-/derjenigen, der/die das Fahrzeug nutzt, und damit Daten über die eigene Person produziert?

Im Spannungsfeld zwischen ökonomischer Ausbeutung der anfallenden Daten, zusätzlichen Dienstleistungen und dem Erschließen neuer KäuferInnen- und NutzerInnenschichten möchte BMW-Vorstandschef Krüger das Unternehmen daher auch wie viele seiner Kollegen wettbewerbsfähig in den Bereichen machen, in denen „branchenfremde“ Konzerne wie Apple, Uber oder Google neue Geschäfts- und Mobilitätskonzepte vorlegen.⁶¹

*„Die Wertschöpfung verschiebt sich von der Hardware in Richtung Software und Services.“
(Harald Krüger)*

Was wird nun tatsächlich gesammelt? Leider lässt sich diese Frage nicht ganz klar beantworten, weil Automobilhersteller nicht die nötige Transparenz zeigen, wenn es darum geht, welche Daten zu welchem Zweck erhoben werden. Erste Anhaltspunkte liefert eine experimentelle Untersuchung des deutschen ADAC, der vier Fahrzeuge untersuchen ließ: einen Mercedes B-Klasse mit dem System me-connect, einen Renault Zoe, einen BMW i3 und einen BMW 320d.⁶² Es zeigt sich generell ein sehr ähnliches Bild, auch wenn es Unterschiede im Detail gibt, die vor allem durch die unterschiedliche Ausstattung der Fahrzeuge bedingt ist.

- Statusdaten zum Auto werden erhoben und übermittelt (Motordaten, Füllstände usw.)
- die aktuelle Position/Standort (bei Mercedes bspw. alle zwei Minuten)
- Die Zahl der elektromotorischen Gurtstraffungen wird gespeichert
- Fehlerspeichereinträge werden gemeinsam mit Informationen zu überhöhter Drehzahl oder Temperatur abgelegt
- Betriebsstunden der Fahrzeugbeleuchtung
- Die letzten 100 Lade- und Entladezyklen der Starterbatterie
- Wie oft, wie (Schnellladezyklen oder nicht) und wo wurde die Antriebsbatterie geladen
- Das Laden der Antriebsbatterie kann bei Renault per Mobilfunkverbindung unterbunden werden (der ADAC vermutet, um bei nicht gezahlten Leasingraten o. dgl. eine weitere Nutzung verhindern zu können)

⁶¹ Fromm, Thomas (2016): Bitte nicht so schnell, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/bmw-bitte-nicht-so-schnell-1.2909871> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

⁶² ADAC (2016): Welche Daten erzeugt ein modernes Auto, https://www.adac.de/infotestrat/technik-und-zubehoer/fahrerassistenzsysteme/daten_im_auto/ (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

- Renault kann theoretisch beliebige Informationen aus dem Fahrzeug mitlesen, weil die bestehende Programmierung zur Datenübertragung jederzeit aus der Ferne erweitert werden kann
- Anzahl der Fahrstrecken nach Fahrdauer kategorisiert (BMW) oder Straßenart (Mercedes)
- Die 100 letzten Abstellpositionen sind bei BMW aus dem Steuergerät auslesbar
- Wenn das Mobiltelefon mit der BMW Software gekoppelt wurde, werden Kontakt- und Anrufdaten mit dem Fahrzeug synchronisiert und wären vom Hersteller abrufbar
- Zahl der Verstellvorgänge des elektrischen Fahrersitzes.

Viele Daten, die nicht für den sicheren Betrieb notwendig sind, werden von Herstellern gesammelt

Aus dieser Liste ist klar zu erkennen, dass nicht nur für die Betriebssicherheit nötige Daten gesammelt werden. Bei manchen lässt sich vielleicht noch argumentieren, dass die Hersteller mit der Verfügbarkeit der Daten ihre Produkte verbessern wollen, in anderen Fällen scheint es aber keinen legitimen Zweck für die Datensammlung und -übertragung zu geben, bspw. wenn es um die Profilerstellung der NutzerInnen oder die Überwachung der Aufenthaltsorte geht. Aber auch aus „unverfänglichen“ Daten lässt sich auf Fahrweise und Nutzung schließen. Diese Daten wären, wenn sie dem risikoarmen Gebrauch widersprechen bspw. durch Versicherungen zum Nachteil der FahrzeughalterInnen auswertbar. Darüber hinaus können, wie von Rouf et al. gezeigt, auch nicht gespeicherte/übertragene Daten, die im Betrieb anfallen, durch kontinuierliches Monitoring/Abgreifen durch AngreiferInnen dazu verwendet werden, Fahrzeuge zu verfolgen.⁶³

Das Problem mit dem eCall-System

Wie in Kap. 3.1.1 beschrieben ist klar festgelegt, welche Daten über das eCall-System zumindest übertragen werden. Laut Expertenmeinung ist das auch das Maximum, das generell übertragen wird. Durch das eCall-System alleine wäre keine Bedrohung der Privatsphäre zu erwarten. Jedoch benutzen, was auch so vorgesehen ist, viele Hersteller die Hardware des eCall-Systems (manche auch ein eigens konstruiertes Zweitsystem), um zusätzliche Dienstleistungen anzubieten. So würden bspw. im Falle eines Unfalls die Insassen mit der Hotline des Herstellers verbunden. Bei dieser Verbindung würden jedoch deutlich mehr Daten übertragen, als im eCall-System vorgesehen. Zu diesen Zusatzdiensten werden in der Regel eigene Verträge bzw. Zusätze zum Kaufvertrag abgeschlossen, in denen die KäuferInnen der Datenverwendung auch zustimmen müssten.

Die Sammlungen von Versicherungen

Ähnlich verhält es sich mit den sog. Telematikboxen, die bei Abschluss eines entsprechenden Vertrages von Versicherern eingebaut werden. Diese Boxen zeichnen das gesamte Fahrverhalten auf, ähnlich einem Fahrtenschreiber, idR ohne den FahrzeughalterInnen die Verfügung über die über ihr Fahrverhalten aufgezeichneten Daten zu gewähren. Neuere Sys-

⁶³ Rouf, Ishtiaq et al. (2010): Security and Privacy Vulnerabilities of In-Car Wireless Networks: A Tire Pressure Monitoring System Case Study, https://www.usenix.org/legacy/event/sec10/tech/full_papers/Rouf.pdf (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016).

teme erlauben einerseits zumindest die Ansicht der Daten in Apps oder Webportalen, andererseits aber auch die Überwachung der Mobiltelefonnutzung⁶⁴. Im Gegenzug werden für von der Versicherung erwünschtes Verhalten günstigere Tarife für KFZ-Versicherungen in Aussicht gestellt.

Somit entstehen auch neue Datensammlungen. Wie schwierig wird es für Kriminelle sein, bei einer Versicherung oder einem KFZ-Hersteller all jene Fahrzeuge abzufragen, deren letzter Standort der Parkplatz am Flughafen war? Dann hätte man nicht nur Gelegenheit das Fahrzeug zu hacken und es zu entwenden, sondern könnte damit auch gleich an der Wohnadresse des Fahrzeughalters/der Fahrzeughalterin vorbeischaun, um zu sehen, ob sich aus der leerstehenden Wohnung auch noch etwas mitnehmen lässt.⁶⁵

Dass die KonsumentInnen eine Datenweitergabe außerhalb ihrer Kontrolle befürchten, zeigt auch die Umfrage der FIA zu den Wünschen und Befürchtungen, die mit vernetzten Fahrzeugen verbunden sind. Deshalb entstand anscheinend auch der Wunsch, den Zugriff auf die Daten jeweils zeitlich zu begrenzen. In Österreich würden nur 13 % der Befragten einem permanenten Zugriff zustimmen.⁶⁶

KonsumentInnen sind wegen unerwünschter Datenweitergabe besorgt

KonsumentInnen sind chancenlos bei dem Versuch Herr/Frau ihrer Daten zu bleiben. Viel zu unklar ist, wann welche Daten erhoben werden, wie sie verarbeitet werden, ob sie gespeichert werden, an wen und zu welchem Zweck sie übertragen werden, und was dann mit ihnen passiert. Manche Hersteller lassen sich die Datennutzung durch Zusätze zum Kaufvertrag genehmigen. Das führt unweigerlich zu der Frage, inwieweit KonsumentInnen in der Lage sind, eine informierte Zustimmung zu der Datenverarbeitung zu erteilen. Bei der Vielzahl an gesammelten Daten ist es nicht wahrscheinlich, dass für sie bis zur letzten Konsequenz erkennbar ist, was das bedeutet. Darüber hinaus werden Fahrzeuge ja auch von anderen Menschen als denen genutzt, die zur Datenverwendung ihre Zustimmung gegeben haben, bspw. Ehepartnern. Deren Daten werden natürlich dennoch erfasst. Sind die KäuferInnen dann verpflichtet, vor der Weitergabe des Fahrzeugs an Dritte diese über die damit verbundenen Risiken für deren Privatsphäre aufzuklären? Fraglich ist auch, wie die Situation für ArbeitnehmerInnen aussieht, die vom Arbeitgeber ein Fahrzeug zur Verfügung gestellt bekommen. Da fehlt nicht nur deren Zustimmung zur Datenerfassung und -weitergabe (so es keine Betriebsvereinbarung zu dem Thema gibt), sondern auch die Freiwilligkeit der Nutzung muss nicht gegeben sein.

⁶⁴ ORF online (2016): Jeder vierte Unfall wegen Handys, <http://orf.at/stories/2342703/2342701/> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016).

⁶⁵ Störing, Marc (2015): Unkontrollierte Datensammler, in: c't Auto digital (2015), Verlag Heise Medien, Hannover, S. 150ff.

⁶⁶ Federation Internationale de l'Automobile, Region I – Europe, The Middle East and Africa (2016): What Europeans Think about Connected Cars, http://www.mycar.mydata.eu/wp-content/themes/shalashaska/assets/docs/FIA_survey_2016.pdf (zuletzt aufgerufen am 22. Juli 2016), S. 15.

*Empfehlungen
der deutschen
Datenschutzbehörden*

In einer gemeinsamen Erklärung hat in Deutschland die Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder und der Verband der Automobilindustrie (VDA) wichtige Punkte festgehalten, die Verantwortlichkeiten und Datenhoheit im Zusammenhang mit Datensammlungen durch Fahrzeuge betreffen. So ist dort jedenfalls klar zum Ausdruck gebracht, dass NutzerInnen die Möglichkeit haben sollen, über die Erhebung, Verarbeitung und Übermittlung sie betreffender personenbezogener Daten selbst zu entscheiden. Nicht nur, aber ganz besonders bezieht sich das auf die vom/von der BesitzerIn eingegebenen Daten. Einschränkungen dieses Rechts seien denkbar, wenn durch das Löschen der Daten der sichere Fahrzeugbetrieb oder Fragen der Gewährleistung oder Produkthaftung betroffen sein könnten.⁶⁷

5.3.1 Stakeholder

*„Daten sind das Öl des
21. Jahrhunderts.“⁶⁸*

Der folgende Abschnitt listet Daten auf, die zukünftig bei autonomen Fahrzeugen anfallen könnten und potentielle Interessenten (zusätzlich zu den NutzerInnen der Fahrzeuge), für die diese Daten wertvolle Informationen darstellen würden (siehe Tabelle 1). Einige dieser Datenarten werden auch heute schon gesammelt (siehe oben). Dadurch wird ersichtlich, wer zukünftig in das Öko-System um vernetzte Fahrzeuge involviert sein könnte.

Datenarten

- **Aufenthaltort:** Das können die aktuellen GPS-Koordinaten sein, oder auch eine Zeitreihe aus den letzten Orten, an denen das Fahrzeug geparkt wurde, bis hin zum lückenlosen, alle Wegstrecken aufzeichnenden Tracking. Vergleichbar mit ähnlichen Daten aus Smartphones lässt sich damit ein sehr genaues Bild vom Leben einer Person erlangen.⁶⁹ Zusätzlich kann diese Information helfen gestohlene Fahrzeuge aufzufinden, wenn die DiebInnen keine Gegenmaßnahmen ergriffen haben (Abschirmung, Abschalten der Software), oder für VerkehrsplanerInnen interessant sein, um zu sehen, wo auf ÖPNV umgestiegen wird, oder für welche Art von Strecken das Auto benutzt wird.

⁶⁷ Vgl. dazu: Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder und des Verbandes der Automobilindustrie (2016): Datenschutzrechtliche Aspekte bei der Nutzung vernetzter und nicht vernetzter Kraftfahrzeuge, <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/vernetzung/gemeinsame-erklaerung-vda-und-datenschutzbehoerden-2016.html> (zuletzt aufgerufen am 3. Juni 2016).

⁶⁸ Es lässt sich nicht mehr mit Gewissheit sagen, wer den Ausspruch als erster getan hat. Jedenfalls ist dieser Vergleich schon seit zumindest 2006 im Netz zu finden, als er Clive Humby zugeschrieben wurde: Palmer, Michael (2006): Data is the New Oil, http://ana.blogs.com/maestros/2006/11/data_is_the_new.html (zuletzt aufgerufen am 26. Mai 2016).

⁶⁹ Vgl. Rothmann, Robert; Sterbik-Lamina, Jaro; Peissl, Walter; Čas, Johann (2012): Aktuelle Fragen der Geodaten-Nutzung auf mobilen Geräten – Endbericht, Bericht-Nr. ITA-PB A63, Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA), Wien.

- **Daten zur Fahrweise:** Aus der Art und Häufigkeit von Bremsmanövern, der gefahrenen Geschwindigkeit, unter Berücksichtigung von Witterungsverhältnissen, Verkehrsdichte und Uhrzeiten lässt sich viel über die Fahrweise sagen. Besonders Versicherungen dürften an diesen Daten Interesse haben, da sich (für die Versicherung) riskantes Fahren so auf das Individuum rückführen lässt. Aber auch Hersteller und Werbenetzwerke werden die Typologien und Personenprofile mit diesen Informationen anreichern wollen, um die Vermarktung der nächsten Produktgeneration, oder zusätzlicher Dienstleistungen besser zu personalisieren.
- **Zustand des KFZ:** Hier geht es vor allem um die Leistungsdaten des Motors, sowie Betriebsstunden einzelner Bau-/Verschleißteile (etwa Scheinwerfer oder Keilriemen). Die Daten können vor bevorstehenden Defekten warnen, geben aber auch Auskunft über die Nutzung des Fahrzeugs. Hersteller und Dienstleister können damit auch feststellen, wann und wo die letzte Wartung durchgeführt wurde bzw. schon einen Termin für das nächste Service vorschlagen.
- **Art des Fahrzeugs:** Um welches Modell mit welcher Software-Version handelt es sich. Für Zugriffe auf das Fahrzeug durch Strafverfolgungsbehörden oder Kriminelle, so wie statistische Auswertungen durch Aufsichtsbehörden oder Marketing-Unternehmen kann das interessant sein.
- **Persönliche Daten:** Das kann einerseits das Profil sein, das sich aus Daten zur Fahrweise, Einstellungen im Auto, angefahrenen Zielen usw. ergibt, andererseits umfasst das natürlich auch die Daten, die aus verbundener Technik, wie einem gekoppelten Smartphone abgelesen werden können, bspw. Kontakte, Anrufe, Termine u. dgl. Darüber hinaus können das auch Daten sein, die sich aus Nutzungsgewohnheiten ergeben: So wird vielleicht immer einer Route ohne Autobahnabschnitte der Vorzug gegeben, oder jeden Morgen am Weg zur Arbeit gestoppt, um einen Kaffee für unterwegs zu kaufen.
- **Anzahl der unterschiedlichen NutzerInnen:** Über die unterschiedlichen Einstellungen im Auto und die verschiedenen Fahrweisen lässt sich erkennen, wie viele Personen das Fahrzeug nutzen.
- **Fehlleistungen:** Immer wieder werden bestimmte Dinge im Auto nicht funktionieren: gestörter GPS-Empfang, notwendiges Eingreifen von FahrerInnen, wenn die Automatik mit einer bestimmten Situation überfordert ist, Abstürze von Softwaremodulen, Ausfall von Sensoren, zu hohe Abgaswerte o. dgl. mehr. In einigen Fällen werden die Insassen davon nichts merken, in anderen wird die Fehlleistung offensichtlich sein. Diese Fehler zu protokollieren kann bei der Verbesserung des Produkts helfen, aber auch Schwachstellen offenbaren, die sich gezielt ausnutzen lassen. VerkehrsplanerInnen und Straßenmeistereien können daraus aber auch ableiten, wo vielleicht das Umfeld (Markierungen, Verkehrszeichen usw.) verbessert werden muss.
- **weitere Sensordaten:** z. B. zur Beschaffenheit der Straße, Verfügbarkeit von Parkplätzen, Verkehrsdichte usw.

Tabelle 1: Datenarten und Interessenten

	Aufenthaltsort	Fahrweise	Zustand des KFZ	Art des Fahrzeugs	Persönliche Daten	Anzahl NutzerInnen	Fehler	Weitere Sensordaten
BesitzerInnen	X		X				X	
Hersteller	X	X	X	X	X	X	X	X
Versicherungen	X	X	X	X	X	X	X	X
Werbenetzwerke	X	X	X	X	X			
Techn. Aufsichtsbehörden		X	X	X			X	
Dienstleister			X		X			X
Strafverfolgung	X	X	X	X	X	X	X	
Kriminelle	X		X	X	X		X	
Straßenmeisterei		X					X	X
Verkehrsplanung	X	X		X		X	X	X
Andere Fahrzeuge	X	X	X	X			X	X

Dehnt man die Perspektive auch auf kommerziell genutzte Fahrzeuge aus, etwa Taxis, Busse, Transportfahrzeuge usw., kommen natürlich noch die Arbeitgeber als Interessenten für die anfallenden Daten hinzu, um MitarbeiterInnen besser kontrollieren/überwachen zu können; bei Zustelldiensten auch die EmpfängerInnen, die wissen wollen, wo sich ihre Sendung gerade befindet bzw. wann diese zugestellt wird.

5.4 Gerechtigkeit

Können bestehende soziale Ungerechtigkeiten durch diese Technologie abgemildert werden?

Wie bei der Einführung vieler neuer Technologien, wie auch der zunehmenden Digitalisierung unterschiedlicher Lebensbereiche, stellt sich auch hier die Frage, wie sich die neue Technik auf die Gesellschaft auswirkt – auch in Bezug auf (Verteilungs-)Gerechtigkeit. Es gilt zu analysieren, wer durch die Einführung profitiert, und wer Nachteile zu befürchten hat. Die Minimal-Anforderung sollte ja sein, dass ohnedies schon benachteiligte Gesellschaftsschichten nicht zusätzlich darunter zu leiden haben, bzw. (vgl. Digital Divide) nicht weiter von der Entwicklung ausgeschlossen werden, als das ohnedies schon der Fall ist. Anzustreben wäre jedenfalls eine Verbesserung der Lebenssituation möglichst vieler Menschen, besonders der sozial Benachteiligten.

Inwiefern werden autonome Fahrzeuge ihren BesitzerInnen Vorteile bringen, die anderen, ärmeren Gesellschaftsschichten verwehrt bleiben? Werden wegen hoher Anschaffungskosten nur Chauffeure/Chauffeusen ersetzt? Wie ist es um den Zugang älterer und mobilitätseingeschränkter

Personen zu dieser Technik bestellt? Wer zahlt die Infrastruktur? Werden sich die erhofften Verbesserungen (weniger Verkehrstote, geringere Unfallzahlen, weniger Schadstoffausstoß usw.) auch tatsächlich darstellen lassen.

AutofahrerInnen haben das Gefühl über nicht zweckgebundene Abgaben ohnedies schon viele Löcher im Staatshaushalt zu stopfen. Der Trend im urbanen Raum zum Verzicht auf Automobile könnte aber zu einer Debatte führen, wenn auch jene die – teurer werdende – Infrastruktur für Autofahrende mitfinanzieren sollen, die sie mangels Auto gar nicht nutzen können.

5.5 Arbeitsplätze

Die Vision des autonomen Fahrens ist nicht für alle Menschen positiv besetzt. Neben Befürchtungen, die auf den in diesem Kapitel beschriebenen Herausforderungen bestehen, gibt es Berufsgruppen⁷⁰, deren Angehörige persönlich von so einem Wandel betroffen wären: Taxi- und LKW-LenkerInnen, sowie FahrerInnen von Zustelldiensten und öffentlichen Verkehrsmitteln, generell das gesamte Lager- und Transportgewerbe. Das sind in Europa rund 11 Mio. Beschäftigte, 5 % der gesamten Erwerbstätigen in der EU. In Österreich arbeiten mehr als 200.000 Personen im Transportgewerbe; weit mehr als die Hälfte davon im Verkehr auf der Straße, ein weiteres Viertel im damit verbundenen Dienstleistungssektor.⁷¹

Gleichzeitig ist vorstellbar, dass in der österreichischen Automobilzulieferindustrie neue Arbeitsplätze entstehen, die jedoch hochqualifiziertes Personal erfordern. Es wäre wohl nicht zu früh, wenn begleitend zu den regulatorischen Änderungen, die für erste Testfahrten im öffentlichen Straßennetz erforderlich sind, Qualifizierungsmaßnahmen und Konzepte erarbeitet werden, um etwaige VerliererInnen des technologischen Wandels aufzufangen und ihnen eine Zukunftsperspektive zu bieten.

Aktuell und während späterer Einführungsphasen könnte Österreich laut den interviewten Experten eine begehrte Rolle als Testareal einnehmen, da hier bei guter Infrastruktur an einem kalkulierbaren Standort viele der relevanten Testszenarien abgedeckt werden könnten: von Bergstraßen mit jeder erdenklichen Witterung bis hin zu Autobahnen, von urbanen Verkehrsflächen mit Begegnungszonen bis hin zu Transitstrecken für den Schwerkverkehr, über lange Tunnel, bei denen ein GPS-Signal verlorengehen kann, bis zu sehr windanfälligen Strecken im Flachland, ist alles auf engstem

Arbeitsplätze gehen verloren, während in anderen Bereichen neue entstehen

Österreich als ideales Testgelände

⁷⁰ Vgl. Grunwald, Armin (2015): Gesellschaftliche Risikokonstellation für autonomes Fahren – Analyse, Einordnung und Bewertung, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S 670 f.

⁷¹ Haidinger, Bettina (2016): Grenzenlose Mobilität – grenzenlose Ausbeutung. Arbeitsbedingungen in Europas Transportwirtschaft, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien (Hrsg.), Wien, S. 4.

*Wie gehen Werkstätten
und Versicherungen
mit einer Welt ohne
Autounfälle um?*

Raum vorhanden. Dafür wird entscheidend sein, wie Politik, Forschung und Industrie zusammenarbeiten, um die besten Rahmenbedingungen zu bieten.

Weiters ist nicht absehbar, wie sich diese Umstellung auf Versicherungen und Werkstätten auswirken wird. Wenn, wie es die Hoffnung ist⁷², tatsächlich 90 % aller Unfälle vermieden werden können, dann müssten sich viele KFZ-Werkstätten neue Betätigungsfelder suchen. Auch wenn es nicht gelingt, die Anschaffung eines Automobils von der Wartung zu trennen, würden viele Händler und Hersteller von Zusatzausstattungen ebenso das Nachsehen haben wie freie Werkstätten, die keinen Vertrag mit einem bestimmten Hersteller haben.

Auch die Geschäftsmodelle von Versicherungen könnten betroffen sein. Wenn es unwahrscheinlicher wird, dass ein Schaden zu reparieren ist, wird auch die Bereitschaft bei FahrzeughalterInnen sinken, Kaskoversicherungen abzuschließen. Das könnte zu einer Veränderung des Angebots führen und/oder zu einer Verteuerung der gesetzlich vorgeschriebenen Haftpflichtversicherungen, wenn Versicherer versuchten den entgangenen Gewinn anderweitig zu erwirtschaften.

5.6 Programmierung

*Was muss
Programmierung im
Fahrzeugbereich
leisten?*

In einem digitalisierten Auto wird die Programmierung der einzelnen Systeme zum Leistungsmerkmal. D. h. Fähigkeiten der benutzten Software werden Unterscheidungsmerkmale im Wettbewerb der Hersteller. Viele Fragen im Zusammenhang mit zunehmender Digitalisierung, auch in anderen Bereichen, ergeben sich daraus, wie IT heute eingesetzt und produziert wird. Vieles davon hängt aber auch mit der Wahrnehmung durch KonsumentInnen zusammen. So haben viele das Gefühl, dass rein mechanische Konstruktionen, ohne elektronische Steuerung, sicherer und langlebiger sind, weil sie bei Consumer-Produkten im Haushalt und bei ihrer persönlichen IT-Ausstattung erleben, dass Software Fehler enthält, Patches benötigt, abstürzt, elektronische Bauteile versagen, obwohl der Rest des Geräts noch funktionstüchtig scheint. Gleichzeitig kann man auch sehen, dass im Flugverkehr, bis hin zu Raumfahrtmissionen ebenfalls Elektronik, Computer und Software eingesetzt werden, und dort ausgesprochen selten versagen. Der wesentliche Unterschied scheint der Aufwand in der Qualitätssicherung zu sein und die Produktlebenszyklen. Bei Geräten, die zumindest einmal pro Jahr in einer neuen Version auf den Markt kommen müssen, um eine entsprechende Nachfrage zu stimulieren, ist neben der Entwicklungstätigkeit schlicht keine Zeit für ausführliche Tests, und bei Geräten für EndverbraucherInnen sind auch die erzielbaren Preise nicht hoch

⁷² Lin, Patrick (2015): Why Ethics Matters for Autonomous Cars, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S 69-85

genug, um viele Ressourcen in die Qualitätsverbesserung zu stecken. Wo sich Automobile in diesem Kontinuum zwischen sicherer, solider Technik und Wegwerfprodukt mit den neuesten Features einordnen werden, ist noch nicht absehbar und wird vermutlich auch Teil der Markenstrategie der jeweiligen Hersteller sein. Klar ist jedenfalls auf Grund der Erfahrungen aus der IT-Entwicklung, dass kurze Entwicklungszyklen und ein Wettlauf um die meisten Features der Sicherheit abträglich sind.

Daher mutet es auch seltsam an, wenn im Zusammenhang mit Software, die Menschenleben im Straßenverkehr gefährden kann, von einer „Beta-Version“ gesprochen wird, wie das bei Teslas Autopilot nach dem tödlichen Unfall im Mai 2016 der Fall war.⁷³

Vermutlich werden die Situationen, denen hochautomatisierte und autonome Fahrzeuge ausgesetzt sind zu zahlreich und komplex sein, um die eingesetzte Software vollständig testen zu können.⁷⁴ Das heißt, dass Hersteller konsequenter Weise sicherstellen müssten, dass ihre Fahrzeuge auch in Situationen zurechtkommen, die nie getestet werden konnten. Wie das gelingen könnte, scheint jedoch noch offen. Auf der anderen Seite heißt das aber auch, dass Zulassungsverfahren wohl nur in Form von Stichproben überprüfen werden können, ob die Programmierung ausreichend gut ist, um keine Gefahr im Betrieb darzustellen. Möglicherweise werden sich auch neue Aufsichtsbehörden etablieren, ähnlich wie es bei anderen Technologien zum Zeitpunkt der Einführung geschehen ist (bspw. Flugaufsicht), die die Funktionsweise der installierten Software laufend und nicht nur punktuell überprüfen.

Auf die Programmierung warten aber auch über die reinen Qualitätsfragen hinaus große Herausforderungen. So wird man autonomen Fahrzeugen beibringen müssen, was erwartbares menschliches Verhalten ist, sozusagen die Übersetzung des Vertrauensgrundsatzes in Programmiersprache. Gleichzeitig müssen aber auch die autonomen Fahrzeuge für andere, menschliche VerkehrsteilnehmerInnen berechenbares Verhalten an den Tag legen. Wird es dazu Standards geben, Absprachen zwischen den Herstellern, oder wird sich ein europäisches Auto immer anders als ein koreanisches verhalten? Welchen Einfluss hat die kulturelle Praxis einer Gesellschaft auf die Programmierung der Interaktionen?

Welche Vorgaben, über die Konformität mit Gesetzen bis hin zu gesellschaftlich erwünschtem Fahren (risikoarm, geringer Schadstoffausstoß), werden in Code abgebildet? Was passiert in Fällen konfliktierender Regeln (Bsp. Unfallvermeidung nur durch eine Gesetzesübertretung)? Wie kann

Ab wann ist Software marktreif, und wie kann man das testen?

Maschinenlesbarer Vertrauensgrundsatz

⁷³ Baumann, Uli (2016): KBA hätte „Beta“-Version nicht genehmigt, <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/autopilot-tesla-model-s-unfall-musk-11474975.html> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

⁷⁴ Cacilo, Andrej et al. (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – industriepolitische Schlussfolgerungen, Dienstleistungsprojekt 15/14, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), S 71f., <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

sichergestellt werden, dass das Auto erkennt, wann so eine Ausnahme zulässig ist? Schon jetzt wird den Testfahrzeugen von Herstellerseite gestattet, die Höchstgeschwindigkeit zu übertreten, wenn das alle anderen Fahrzeuge rundherum auch machen.⁷⁵ Können unter diesen Voraussetzungen, wenn autonome Fahrzeuge menschliche Fahrweise allzu eng imitieren, die Visionen einer sichereren Fortbewegung erfüllt werden?

5.6.1 Mangelnde Transparenz und Kontrolle

Vom Motor-Management bis zum Sound-Engineering: Software dominiert die Prozesse der Kraftfahrzeuge. Das Auto ist für viele KonsumentInnen noch immer ein Statussymbol und eine Erlebniswelt. Vom gewünschten Gefühl beim Fahren, dem Geruch des Neuwagens, dem Geräusch beim Schließen einer Autotür, dem Sound beim Starten des Motors bis hin zur erwünschten Abgasleistung in bestimmten (Fahr)Situationen optimieren Hersteller ihre Produkte auf die Erwartungen der KonsumentInnen und bestehende Normen. Wie sehr können KäuferInnen noch beurteilen, was sie kaufen? Wie transparent sind die Abläufe in einem Auto? Welche Bestandteile und Leistungen der Ware „Automobil“ sollten unveränderlich sein, und wo greifen Hersteller vielleicht nach dem Kauf noch ein? Brauchen Autos künftig wöchentliche Updates über eine Internetverbindung?

Autos werden undurchschaubarer

Nachdem im sogenannten „Abgasskandal“⁷⁶ zuerst Volkswagen verdächtigt wurde und schließlich auch eingestanden hat, die Software zur Motorensteuerung missbräuchlich verwendet zu haben (betroffen sind Modelle der Konzernmarken Audi, Seat, Skoda und Volkswagen), wurden auch Probleme bei zahlreichen anderen Herstellern festgestellt⁷⁷, bei denen allerdings nicht immer manipulative Motorensteuerung zu den schlechteren Werten im Normalbetrieb führte⁷⁸. Bei Volkswagen wurde die Software so programmiert, dass sie erkannte, wenn sich das Auto im Testbetrieb auf einem Prüfstand befand (hohe Umdrehungszahl der Räder ohne Positionsveränderung des KFZ). Nur in dieser Situation wurde die Abgasaufbereitung optimal eingesetzt und erreichte dadurch einen möglichst geringen Stickoxidausstoß. Im Alltagsbetrieb wurde die Abgasaufbereitung weniger effektiv eingesetzt oder gänzlich abgeschaltet, wodurch die NO_x-Emissionen erheblich höher ausfallen. Ziel dieser Manipulation war es, die für Dieselmotoren dieser Hubraumklassen sehr strengen Abgasnormen in den

⁷⁵ Donath, Andreas (2014): Googles fahrerlose Autos überschreiten das Tempolimit, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-googles-fahrerlose-autos-uebertreten-die-geschwindigkeit-1408-108696.html> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016).

⁷⁶ Vgl. Wikipedia: VW-Abgasskandal, <https://de.wikipedia.org/wiki/VW-Abgasskandal> (zuletzt aufgerufen am 14. Mai 2016), oder Heise Autos (2016): Im Nebel des Abgas-Skandals – Der vorläufige Stand der Dinge in Sachen Diesel-Stickoxide und Volkswagen, <http://heise.de/-2832601> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016).

⁷⁷ Bspw. Industriemagazin (2016): Mitsubishi-Chef will nach Manipulationsskandal zurücktreten, <http://industriemagazin.at/a/mitsubishi-chef-will-nach-manipulationsskandal-zuruecktreten> (zuletzt aufgerufen am 27. Mai 2016).

⁷⁸ Bspw. Heise Autos (2016): Renault: Abgasplan in den kommenden Wochen, <http://heise.de/-3073367> (zuletzt aufgerufen am 19. Jänner 2016).

USA einhalten zu können, wobei es Experten gibt, die wiederum davon ausgehen, dass das mit einfachen technischen Maßnahmen in jeder Betriebsart machbar wäre – zum Preis erhöhter Herstellungskosten von lediglich rund € 75,- bis € 100,-.⁷⁹ In der aktuellen Ausstattung werden die Motoren, deren Steuerung korrigiert wird, bzw. mit zusätzlicher Hardware verbessert wird, vermutlich mehr Treibstoff und ggfs. mehr von dem für die Abgasaufbereitung in manchen Baureihen verwendeten Additiv verbrauchen.⁸⁰ Bei Benzinmotoren wurden u. a. zwei der vier Zylinder abgeschaltet, wodurch sich ein geringerer Verbrauch und dadurch auch ein geringerer Schadstoffausstoß ergaben. Bei Audi wurde die Abgasaufbereitung nach 22 Minuten abgeschaltet, weil bekannt ist, dass die Tests der Abgaswerte circa 20 Minuten dauern.⁸¹

Der Skandal hat für viel Aufsehen gesorgt, weil der Volkswagenkonzern mit seinem hohen Marktanteil nun sehr viele Autos zurückrufen muss (Schätzungen gehen von 11 Mio. Fahrzeugen aus). Es gibt also eine hohe Anzahl Betroffener. Allerdings war das nicht der erste derartige Skandal. Auch andere Hersteller haben in der Vergangenheit versucht, bei Abgastests zu tricksen. Was an diesem Beispiel deutlich wird, ist jedoch, dass es Prüfern kaum noch möglich zu sein scheint, festzustellen, was das Auto wirklich tut. Außerdem zeigt es, dass immer mehr Funktionen von programmierbarer Software abhängen, was auch heißt, dass Änderungen nicht mehr leicht nachzuverfolgen sind. Die wenigsten KonsumentInnen werden in der Lage sein, nachzuvollziehen, was das letzte Update für die Steuerungssoftware ihres Fahrzeugs bedeutet.

5.7 Sicherheit

Die aktuelle Entwicklung in Richtung autonomer Fahrzeuge soll, wie schon dargestellt, zu mehr Sicherheit im Straßenverkehr führen. Und auch wenn die unterschiedlichen Testfahrzeuge an Situationen scheitern, die jeder Mensch leicht im Griff gehabt hätte, muss man anerkennen, dass statistisch betrachtet keine Person in der Lage gewesen wäre so viele Kilometer unfallfrei zu fahren, wie das die Testfahrzeuge im (nordamerikanischen) Straßenverkehr bis jetzt geschafft haben. Ist der Sicherheitsgewinn also schon zum Greifen nahe?

Wie werden Fahrzeuge sicherer?

⁷⁹ Sorge, Nils-Viktor (2015): Volkswagen wollte 100 Euro pro Auto sparen – und verliert jetzt Milliarden, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/dirty-diesel-skandal-volkswagen-sparte-an-katalysatoren-a-1054007.html> (zuletzt aufgerufen am 23. Juni 2016).

⁸⁰ Viehmann, Sebastian (2016): Schummel-Diesel nach Umrüstung: Verbrauch steigt um 0,5 bis 0,7 Liter, Focus-Online: http://www.focus.de/auto/news/abgas-skandal/autozeitschrift-testet-nach-vw-rueckruf-schummel-diesel-nach-umruetzung-verbrauch-steigt-um-0-5-bis-0-7-liter_id_5292329.html (zuletzt aufgerufen am 14. Mai 2016).

⁸¹ ORF online (2016): Audi gerät in Abgasaffäre immer stärker unter Druck, <http://orf.at/#/stories/2352869/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

5.7.1 Ungelöste technische Probleme

*In vielen Bereichen
kommen Maschinen
noch nicht an die
Fähigkeiten des
Menschen heran*

Autonome Fahrzeuge werden nicht betrunken fahren, werden nicht müde und sind wirklich multitaskingfähig, sodass das Kommunizieren sie nicht vom Verkehr ablenken wird. Aber es gibt noch eine Reihe technischer Probleme, die auf ihre Lösung warten. Hersteller erhoffen sich eine Marktreife dieser Systeme in den kommenden Jahren. Bis dahin muss vor allem die Erkennungsleistung verbessert werden⁸² und die daraus resultierende Errechnung des sog. Lagebildes. Das ist der Zustand der Welt, den sich das Fahrzeug aus allen Sensorinformationen errechnet. Schwierigkeiten in diesem Prozess entstehen, wenn Sensoren gegensätzliche Informationen liefern, und trotzdem eine konsistente Vorstellung von der Umgebung generiert werden muss. Das kann bei defekten Sensoren passieren (Bsp: eines von drei Thermometern gibt eine Temperatur unterhalb des Gefrierpunktes aus – wird die Glatteiswarnung im Cockpit angezeigt oder nicht?) oder bei systembedingten Messunterschieden (Bsp: Radarsensoren schätzen die Größe und Beschaffenheit eines Objektes anders ein als die Bilderkennung auf Grund des Stereokamerabildes). Schlechte Sicht bei Nebel, schwerem Regen oder Schneefall beeinträchtigt autonome Fahrzeuge und Assistenzsysteme immer noch mehr als jede Person⁸³. Auch das Erkennen der Ampelschaltung bei tiefstehender Sonne ist für Fahrautomaten schwierig.⁸⁴ Die meisten Fälle, in denen menschliche FahrerInnen in einem Google Driverless Car die Kontrolle übernehmen mussten, sind auf schwierige Wetterverhältnisse zurückzuführen.⁸⁵

Oft ist auch der Kontext schwer zu erfassen. Verkehrsschilder auf der gegenüberliegenden Fahrbahnseite, die umgedreht wurden, weil sie aktuell nicht gelten sollen, erkennt ein Mensch augenblicklich als solche, für ihn nicht relevante Hinweise. Software ist oftmals damit überfordert, den Kontext ebenfalls zu erfassen. Systembedingt gibt es bei bestimmten Oberflächen Probleme. Die bislang verhängnisvollste Fehleinschätzung lieferte das Autopilot-System von Tesla, als es im Mai 2016 den weißen Anhänger eines querenden LKW nicht erkannte und mit überhöhter Geschwindigkeit mit diesem kollidierte. Der Fahrer, der entgegen den Empfehlungen

⁸² Bspw. auch in der Situation, in der ein Tesla S, nach dem Einparken in einen vor ihm stehenden Anhänger fuhr: Pluta, Werner (2016): Tesla Model S rammt selbstständig Anhänger, <http://www.golem.de/news/autonomes-crashen-tesla-model-s-rammt-selbststaendig-anhaenger-1605-120858.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁸³ Gleich, Clemens (2016): Warum autonome Autos nicht selbst lernen dürfen, <http://www.golem.de/news/mercedes-entwickler-warum-autonome-autos-nicht-selbst-lernen-duerfen-1606-121003.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁸⁴ Autobild (2016): So funktioniert das autonome Fahren, <http://www.autobild.de/bilder/so-funktioniert-das-autonome-fahren-7190805.html#bild1> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁸⁵ Boudette, Neal E. (2016): 5 Things That Give Self-Driving Cars Headaches, <http://www.nytimes.com/interactive/2016/06/06/automobiles/autonomous-cars-problems.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

des Herstellers, nicht das System kontrollierte, bereit einzugreifen, sondern mit anderen Dingen beschäftigt war, starb bei dem Unfall.⁸⁶

Darüber hinaus kann Software menschliches Verhalten noch nicht sicher einschätzen. So muss bei FußgängerInnen am Straßenrand immer angehalten werden, weil zu oft noch unklar ist, was deren Absichten sind. Auch das Beispiel in dem ein Google-Car auf der Kreuzung verharrte, weil es die Absichten eines Radfahrers, der nicht abgestiegen aber auch nicht weitergefahren ist, nicht erahnen konnte, zeigt, dass noch viele Details auf bessere Lösungen warten. Letztendlich geht es darum zu erkennen, wo die Vorteile menschlicher FahrerInnen liegen. Der Verkehrspsychologe Bernhard Schlag schreibt dazu:

„Menschen handeln häufig auf der Basis von Heuristiken, die zwar unscharf sind, aber flexibles und schnelles Handeln ermöglichen. Und genau dies erfordern viele Situationen im Straßenverkehr. Heuristiken helfen, unsichere Situationen in ihrer Entwicklung abzuschätzen. Es kommt hier nicht nur darauf an, korrekt zu diagnostizieren, sondern im dynamischen Verkehrsgeschehen die Situationsentwicklung korrekt zu prognostizieren und die eigenen Handlungen auf diese zukünftigen Entwicklungen abzustimmen, teils so, dass genau diese Entwicklung vermieden wird. Dies gelingt erfahrenen Fahrzeugführern zumeist recht gut, selbst bei in aller Regel unvollständiger Information, somit bei Unsicherheit oder kognitivem Risiko.“⁸⁷

*Erkennen und
Vorhersagen sind die
größten Schwachstellen*

⁸⁶ Die Überschätzung der Fähigkeiten des Systems scheint besonders bei FahrerInnen der Marke Tesla öfter vorzukommen, wie verschiedene Videos auf YouTube immer wieder zeigen, in denen das Auto selbstständig und unkontrolliert fährt. Dabei sind auch Unfälle zu beobachten, wie der Auffahrunfall, bei dem ein Tesla Modell S in einen Lieferwagen fährt, weil das System einem Auto folgte, das die Spur gewechselt hat, um dem stehenden Lieferwagen auszuweichen. Der Tesla konnte verkehrsbedingt den Spurwechsel nicht nachvollziehen und entschied sich dem nun vor ihm befindlichen Wagen zu folgen. Zu spät erkannte das System, dass es sich dabei um ein stehendes Fahrzeug handelt. Vor speziell dieser Situation warnt auch die Bedienungsanleitung der Tesla-Fahrzeuge.

Eine mögliche Erklärung für das übertriebene Vertrauen in die Fähigkeiten des Systems könnte sein, dass man sich unter dem Begriff „Autopilot“, bisher v. a. in der Luftfahrt gebräuchlich, ein System erwartet, das eben tatsächlich in der Lage ist, selbstständig ans Ziel zu gelangen. Als Folge des Unfalls und der damit verbundenen öffentlichen Diskussion über die Marktreife solcher Erkennungssysteme hat der Hersteller, Mobileye, der betont, dass die Software noch nicht reif sei für derartige Situationen, seine Zusammenarbeit mit Tesla aufgekündigt. Man wird in Zukunft dafür stärker mit den Firmen BMW und Intel zusammenarbeiten.

Donath, Andreas (2016): Teslas Autopilot verursacht Auffahrunfall, <http://www.golem.de/news/model-s-teslas-autopilot-verursacht-auffahrunfall-1605-121154.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

ORF-online (2016): Erster Zwischenbericht von US-Behörde, <http://orf.at/stories/2351344/2351346/> (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016)

ORF online (2016): Zulieferfirma von Tesla: Autopilotsystem „unausgereift“, <http://orf.at/stories/2348620/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁸⁷ Schlag, Bernhard (2016): Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Offene Fragen aus Sicht der Psychologie, in: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 62, Nr. 2/2016, S. 94ff.

Die Frage könnte also auch lauten: Wann werden die Algorithmen autonomer Fahrzeuge in der Lage sein, das unfallfreie Fahren der Menschen zu erreichen?

5.7.2 Schattenseiten der Digitalisierung

*Mehr IT heißt auch
zusätzliche
Problemfelder*

Wenn es um Sicherheit geht, wird aber auch ein anderer Nachteil der Digitalisierung sichtbar. Mit dem Einzug von IT-Komponenten in moderne Fahrzeuge werden auch viele Nachteile importiert. So wird die Angriffsfläche größer. Fehlerhaft produzierte Komponenten können im Vorbeifahren⁸⁸, oder bei entsprechender Vernetzung auch aus der Ferne, dazu benutzt werden, die Kontrolle über den Wagen zu übernehmen. Das mag für Strafverfolgungsbehörden eine wünschenswerte Vorstellung sein, allerdings nur, solange sie die einzigen sind, die das können. Die Vergangenheit hat jedoch gezeigt, dass auch Kriminelle in der Lage wären, Gaspedal und Bremse in einem Auto zu übernehmen⁸⁹.

Zu den mit der Einführung von der Polizei gewünschten Geräten zur Fernabschaltung von Fahrzeugen verbundenen Problemen hat etwa der britische Parlamentsabgeordnete David Davis gemeint:

„I would be fascinated to know what the state’s liability will be if they put these devices in all vehicles and one went off by accident whilst a car was doing 70 mph on a motorway with a truck behind it resulting in loss of life.“ Sowie weiters: *„It is time legislators stopped believing technology is a form of magic and realised that is fallible, and those failures do real harm.“*⁹⁰

*IT-Security wird
von Herstellern
vernachlässigt*

Wie sich im Bereich der IT-Security zeigt, sind Programmierfehler und schlampige oder fehlende Implementierung von Sicherheitsmaßnahmen die häufigsten Ursachen für erfolgreiche Angriffe. Auch IT-Systeme in Fahrzeugen werden seit Jahren erfolgreich angegriffen. Die Beispiele, bei denen kalifornische Forscher über Lücken in der Blackbox einer Versicherung die Bremsen einer Corvette lahmlegen konnten⁹¹, oder die meisten Systeme eines auf der Autobahn befindlichen Jeep Cherokee über dessen Internetverbindung von ihrem Wohnzimmer aus übernehmen konnten⁹², zeigen vor allem in Anbetracht bedrohter Menschenleben deutlich, dass Au-

⁸⁸ So genannte „Drive-by-Infections“ bekommen dadurch eine ganz neue Bedeutung.

⁸⁹ Siehe FN 91 und 92.

⁹⁰ Waterfield, Bruno, Day, Mathew (2014): EU has secret plan for police to 'remote stop' cars, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/eu/10605328/EU-has-secret-plan-for-police-to-remote-stop-cars.html> (zuletzt aufgerufen am 8. Mai 2016).

⁹¹ Greenberg, Andy (2015): Hackers Cut a Corvette’s Brakes via a Common Car Gadget, <https://www.wired.com/2015/08/hackers-cut-corvettes-brakes-via-common-car-gadget/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

⁹² Greenberg, Andy (2015): Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway – With Me in It, <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

tomobilhersteller und Zulieferfirmen das Thema IT-Sicherheit bis dato nicht ernst genug nehmen. Im Jeep-Beispiel entschied sich Fiat Chrysler letztendlich zu einem Rückruf von 1,4 Mio. Fahrzeugen, weil der Patch nicht remote zu verteilen war, sondern manuell über einen USB-Stick installiert werden muss. Nach anfänglichem Zögern war bald klar, dass das nur ein kleiner Teil der betroffenen FahrzeughalterInnen selbst machen würden, was schnell zu einem Desaster für den Konzern hätte führen können.

Dazu kommt bei steigender Komplexität der Systeme und hohem Vernetzungsgrad eine viel größere Angriffsfläche, die in der Regel nicht gesichert werden kann. Segregierung von Netzen und modulare Sicherheit sind Konzepte, die in diesen Fällen helfen sollen. Aber es bleibt die Erkenntnis, dass absolute Sicherheit nicht zu erreichen ist. Welchen Grad an Sicherheit muss ein modernes Auto erreichen, um von der Bevölkerung akzeptiert und für den Straßenverkehr zugelassen zu werden?

Gehackte Autos können nicht nur für die Insassen ein Problem werden. Neben willkürlichem (Personen-)Schaden erwartet das FBI auch, dass autonome Fahrzeuge als tödliche Waffen gegen Gebäude und Menschenmengen eingesetzt werden könnten.⁹³

Neben Missbrauchs- und Angriffsszenarien besteht aber auch die Möglichkeit, dass diese Bauteile aus anderen Gründen ausfallen. Hier kommen unweigerlich Konzepte redundanter Baugruppen und resilienter Systeme ins Spiel. Aber klar ist, dass man bei mehr fehleranfälligen Bauteilen auch davon ausgehen kann, dass tatsächlich mehr Fehler eintreten, während es auf Grund der steigenden Komplexität auch aus dieser Sicht (Materialermüdung, fehlerhafte Produktteile) schwieriger wird, ein sicheres Gesamtsystem zu konstruieren.

Für KonsumentInnen ist aus der gewohnten Analogie zur IT-Technik auch unklar, wie lange Hersteller die Software in ihren Fahrzeugen warten werden, bevor ein „End of Life“ erreicht ist, und man sich ein neues Auto kaufen muss, weil es für das alte keine Sicherheitsupdates mehr geben wird. Wurde bisher die Produktion von Ersatzteilen für ein bestimmtes Modell eingestellt, war es immer noch möglich, gleichwertige andere Teile einzubauen. Wenn keine Software-Updates mehr kommen, wird mangels vorliegenden Quellcodes niemand in der Lage sein, neu erkannte Fehler zu beseitigen, womit letztendlich vermutlich auch keine Zulassung mehr möglich ist. Welchen Lebenszyklus planen Hersteller zukünftig für ihre Produkte? Und was heißt das für KonsumentInnen, die auf ein Fahrzeug angewiesen sind, bspw. PendlerInnen aus schlecht erschlossenen ländlichen Gebieten?

Große Angriffsfläche komplexer Systeme

Heißt keine Software-Updates mehr, ein neues Auto kaufen zu müssen?

⁹³ Harris, Mark (2014): FBI warns driverless cars could be used as 'lethal weapons', The Guardian online, <https://www.theguardian.com/technology/2014/jul/16/google-fbi-driverless-cars-lethal-weapons-autonomous> (zuletzt aufgerufen am 17.4.2016).

Ungelöste Probleme der IT haben schon Einzug in die neue Domäne gehalten

Es wird letztendlich deutlich, dass die ungelösten Probleme aus der IT bereits Einzug gehalten haben in die Fahrzeugsysteme, die Good Practice Beispiele (z. B. Maßnahmen zum Informationssicherheitsmanagement, Datenverschlüsselung, Schutz vor unautorisiertem Zugriff und Missbrauch) jedoch noch nicht.

5.8 Ethische Fragestellungen

5.8.1 Unfälle ...

Aus algorithmischen Entscheidungsfindungen ergeben sich neue, bisher so nicht relevante Fragen. Solange der Mensch als FahrerIn im Sekundenbruchteil vor einem möglichen Aufprall entscheiden muss, ob er/sie auslenkt oder nicht, gibt es nur eine ex-post Analyse seines Verhaltens. In etwaigen Beurteilungen wird vielleicht überlegt, was die Möglichkeiten gewesen wären, ob man hätte anders handeln können, und ob das in der kurzen Zeit erkennbar hätte sein müssen.

Trifft ein Algorithmus die Entscheidung, handelt dieser nach vorher bestimmten Regeln. Es machen sich also schon vor einer heiklen Situation Menschen darüber Gedanken, wie sich ein Fahrzeug in einer bestimmten Konstellation verhalten soll. Das Problem betrifft viele an der Fahrzeugentwicklung beteiligte Personen: das Auto muss manövrierbar bleiben, die Karosserie muss entsprechend gebaut sein, um die jeweilige Entscheidung auch gut mitzumachen (bspw. damit bei einem Aufprall Insassen und andere Verkehrsteilnehmer möglichst gut geschützt werden), ProgrammiererInnen müssen die Vorstellungen über richtiges und falsches Verhalten in Software abbilden, das muss im fahrbereiten Zustand getestet werden usw. Letztendlich betrifft das aber auch die Rechtsabteilung: Welches Verhalten wird zu weniger Schadenersatz- bzw. Produkthaftungsklagen führen?

An Hand eines einfachen Beispiels, einer Variante des Trolley-Problems⁹⁴, lässt sich das entstehende Dilemma verdeutlichen: Auf einer Brücke mit Gegenverkehr, auf der Autos und FußgängerInnen unterwegs sind, betritt aus unbekanntem Grund eine Gruppe von Menschen, die vorher am Gehsteig waren, die Fahrbahn. Einer bleibt zurück. Für ein herannahendes Fahrzeug ist es zu spät um zu bremsen. Es gibt die Möglichkeit

- nicht zu lenken und zu bremsen,
- auf die Gegenfahrbahn zu lenken und einen Unfall zu provozieren,
- oder nach rechts zu lenken, wo die Gefahr besteht, den einen zu treffen, der (sich richtig verhalten hat und) am Gehsteig geblieben ist, oder an ihm vorbei von der Brücke zu stürzen.

⁹⁴ Wikipedia: Trolley-Problem, <https://de.wikipedia.org/wiki/Trolley-Problem> (zuletzt aufgerufen am 16. Mai 2016).

Eine lenkende Person wird eine der drei Möglichkeiten wählen, ohne die Zeit zu haben darüber nachzudenken, was das Beste ist. Je nachdem, wie die Situation eingeschätzt wird, vielleicht nur bremsen und hoffen, dass es sich doch irgendwie ausgeht, oder ausweichen, um keine Menschen zu überfahren, ohne sich der Konsequenzen bewusst zu sein ... Aber wie soll sich ein autonomes Fahrzeug verhalten? Was ist die beste Entscheidung in so einer Situation?

Als UtilitaristIn könnte man rein nach der Anzahl der bedrohten Menschenleben entscheiden: Fährt das Auto nach links, auf die Gegenfahrbahn, ist der Ausgang ungewiss, aber bei einem Frontalzusammenstoß besteht die Gefahr, dass beide Lenkenden getötet werden, geradeaus stirbt die Gruppe von Menschen, nach rechts entweder nur der Lenkende, beim Sturz von der Brücke, oder zusätzlich auch die am Gehsteig verbliebene Person. Die geringste Anzahl an Personen stirbt also, wenn das Auto an der auf dem Gehsteig verbliebenen Person vorbei von der Brücke fährt. Aber ein autonomes Fahrzeug darf seine Insassen nicht gefährden. Und selbst wenn man das für bestimmte Ausnahmen zulassen würde, will man sich darauf verlassen, dass das Auto richtig erkennt, dass jetzt so eine Ausnahmesituation ist? Und wer würde ein Auto kaufen wollen, von dem man weiß, dass es ihn oder sie im Bedarfsfall opfert? Sollte man einfach auf die Gruppe zufahren, weil die Menschen sich falsch verhalten haben und nun die Folgen ihres Handelns ertragen müssen? Wie aber sieht die Situation aus, wenn es keine Gruppe von Erwachsenen ist, sondern eine Gruppe kleiner Kinder, denen die Konsequenzen ihres Handelns nicht bewusst waren? Die noch ihr ganzes Leben vor sich haben. Würde man dann die Person am Gehsteig auf Grund ihres höheren Alters diskriminierender Weise als Opfer in Betracht ziehen? Aber vielleicht versorgt diese mit ihrem Einkommen eine Familie die viel größer ist als die Gruppe von Kindern auf der Straße. Wie man sieht, ist eine utilitaristische Entscheidung schwierig. Menschenleben gegeneinander aufzuwiegen, ihren Wert zu messen, ist nicht möglich.

Wieviele und welche Menschen sollen sterben?

Nicht ganz so deutlich wie in der ursprünglichen Fassung des Trolleyproblems ist hier die juristische Dimension. In der ursprünglichen Fassung rollt ein einzelner Wagon ungebremst auf eine Gruppe Bauarbeiter zu, die ihn nicht kommen sehen. Wenn niemand eingreift, würden sie sterben. Vor dieser Gruppe ist jedoch eine Weiche, die von jemand, der die Situation beobachtet, umgestellt werden könnte. Dadurch führe der Wagon auf ein Nebengleis, wo allerdings auch eine Person arbeitet, die dann sterben würde. Hier ist unter den Betroffenen kein „Fehlverhalten“ feststellbar. So man das im vorigen Beispiel noch als Entscheidungsgrundlage gelten lassen wollte, ist das hier nicht mehr möglich. Soll der Beobachter also wieder danach entscheiden, in welchem Fall mehr Menschen sterben? Die zusätzliche Dimension, die hier verdeutlicht wird (zuvor: falls man bewusst den Tod der einen Person in Kauf nimmt, die am Gehsteig steht), besteht in den rechtlichen Folgen: Wird nichts unternommen, geht es in einem etwaigen juristischen Nachspiel um unterlassene Hilfeleistung. Wird die Weiche jedoch umgestellt, handelt es sich um Mord. Spätestens hier wird

Juristische Dimension eines moralischen Dilemmas

klar, warum auch die Rechtsabteilung des Automobilherstellers mitreden wird, wenn es um die Programmierung des gewünschten Verhaltens geht.

Egal, wie man sich in diesen Beispielen entscheiden wollte, bleibt ein un-gutes Gefühl. Viele werden vielleicht ablehnen, eine Entscheidung überhaupt treffen zu wollen. Für autonome Fahrzeuge muss es aber Anweisungen geben. Man könnte also auch die Regel aufstellen, dass in der Situation über einen Zufallsgenerator entschieden wird. Aber wäre das eine verantwortungsvolle Entscheidung? Ohne Rücksicht auf irgendeine moralische Vorstellung? Angenommen es trifft dann die Gruppe von Kindern?

*Crash-Optimization
als Lösung?*

Diese Probleme haben es natürlich an sich, dass es keine zufriedenstellende Lösung gibt, und gar keine, die sich objektiv als richtig bezeichnen ließe. Bleibt man bei der hier konstruierten Variante des Trolley-Problems und nicht bei der ursprünglichen, lässt sich aber noch eine weitere Überlegung anbringen: Crash-Optimization. Das ist etwas, mit dem sich Fahrzeughersteller schon heute beschäftigen. Wie können unvermeidliche Unfälle zumindest mit möglichst geringem Personenschaden ablaufen. Im Zuge der Arbeit an diesem Thema wurden in den vergangenen Jahren Konzepte entwickelt, die nicht nur die Insassen schützen sollen, sondern auch andere Personen. So können FußgängerInnen bspw. dadurch geschützt werden, dass die Motorhaube auf der Seite der Windschutzscheibe bei einem Zusammenstoß mit FußgängerInnen angehoben wird, und vor der Windschutzscheibe ein Airbag aufgeblasen wird. So kann die Energie des Aufpralls teilweise in eine Bewegung über das Fahrzeug verschoben werden, und schwere Kopfverletzungen durch den Aufprall auf der Windschutzscheibe werden durch den Airbag vermieden. Eine weitere, auf den ersten Blick sehr ungewöhnlich wirkende Idee von Google, die ebenfalls schon patentiert wurde, sind klebrige Motorhauben. Viele Verletzungen bei FußgängerInnen rühren daher, dass sie nach dem Aufprall auf dem Wagen von diesem weggeschleudert werden und ein zweiter Aufprall auf der Straße, eventuell sogar einer Gehsteigkante erfolgt. Würden sie auf der Motorhaube haften, entfiere der zweite Aufprall. Offensichtlich noch ungelöst sind aber die Fragen, wie sie von der klebrigen Motorhaube von den Rettungskräften wieder zu entfernen wären, und wie man den Klebstoff bis zum gewünschten Einsatzzeitpunkt klebrig hält, ohne dass sich zuvor schon anderes auf der Motorhaube ansammelt.⁹⁵

*Gesellschaftliche
Verantwortung als
Teil des Geschäfts
beim Autokauf?*

Diese Art von Überlegungen könnte auch in unserem Beispiel eine Rolle spielen. Eine der Möglichkeiten war das Ausweichen in den Gegenverkehr. Abhängig vom entgegenkommenden Fahrzeug könnte das eigene Fahrzeug versuchen, einen möglichst glimpflichen Unfall herbeizuführen: Mittels V2V-Kommunikation wird dem Gegenverkehr der bevorstehende Unfall mitgeteilt. Weiter entfernte Fahrzeuge könnten gleich stehenbleiben, und die beiden kollidierenden Autos könnten kooperativ Berührungspunkte

⁹⁵ Greis, Friedhelm (2016): Google patentiert klebenden Aufprallschutz, <http://www.golem.de/news/fliegenfaenger-fuer-fussgaenger-google-patentiert-klebenden-aufprallschutz-1605-120994.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

und einen Aufprallwinkel wählen, der sicherstellt, dass die Insassen nicht (lebensgefährlich) verletzt werden, und die Menschen auf der Fahrbahn nicht von Wrackteilen getroffen werden. Aber womit hätten BesitzerInnen entgegenkommender Fahrzeuge verdient, dass ihr Fahrzeug demoliert wird, nur weil ein bis zwei Computer errechnet haben, dass das eine gute Idee wäre? Wird sich das Verständnis von Automobil-Nutzung dahingehend ändern, dass man mit dem Erwerb eines smarten Automobils auch ein Stück gesellschaftliche Verantwortung übernimmt, die in einer Beschädigung bestehen kann, die Schlimmeres verhindern soll? Und wer bezahlt dann die Reparatur? Wird das vielleicht so weit gehen, dass zu einem wie auch immer definierten größeren gesellschaftlichen Nutzen die Insassen geopfert würden? In einem Experiment am MIT haben sich ganz nach utilitaristischer Sichtweise viele Menschen dafür entschieden, die FahrerInnen zu opfern, abhängig von der andernfalls betroffenen Gruppe von Personen – solange es nicht um sie selbst bzw. ihr smartes Fahrzeug ging. Dabei wurde auch die Idee entwickelt, die Priorisierung der Schutzziele doch den KäuferInnen zu überlassen – so könne sich opfern, wer altruistisch genug wäre.⁹⁶ Aber was heißt das wieder für die Verschuldensfrage bei Personenschäden? Wenn das Leben von zwei Schulkindern zum Preis eines Peitschenschlagsyndroms hätte gerettet werden können? Wird so ein Fahrzeug noch die nötige gesellschaftliche Akzeptanz finden, wenn bekannt ist, dass dessen maschinelle Ethik von BesitzerInnen und HackerInnen verändert werden kann?

Entscheidungen dieser Art, die heikle Situationen entschärfen sollen, werden zunächst notwendigerweise von ProgrammiererInnen implementiert werden, bevor autonome Fahrzeuge jemals in eine solche Situation kommen. Andernfalls würden die Hersteller grob fahrlässig handeln. Sicherlich ist es erforderlich, diese Dilemmata öffentlich zu diskutieren und allen VerkehrsteilnehmerInnen klarzumachen, dass der Vertrauensgrundsatz ersetzt/erweitert wurde durch die erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass man unverschuldet Opfer einer solchen Situation werden kann, das aber eventuell im Sinne eines übergeordneten öffentlichen Interesses richtig sein kann. So etwas sollte aber nicht einseitig bestimmt werden. Ein breiter gesellschaftlicher Diskurs darüber scheint dringend nötig.⁹⁷

⁹⁶ Bonnefon, Jean-François, Shariff, Azim, Rahwan, Iyad (2016): The social dilemma of autonomous vehicles, in: Science, Vol. 352, Issue 6293, S. 1573-1576, <http://science.sciencemag.org/content/352/6293/1573> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016).

⁹⁷ Vgl. Lin, Patrick (2015): Why Ethics Matters for Autonomous Cars, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S 69-85.

5.8.2 ... und Überfälle oder Vandalismus

Dürfen sich autonome Fahrzeuge verteidigen?

Wie sollen sich autonome Fahrzeuge verhalten, wenn sie angegriffen werden?⁹⁸ Fotografieren, wer den Parkschaden verursacht hat, oder besser ausweichen? Werden etwaige Insassen (z. B. bei einem Überfall) besser geschützt, wenn das Auto stehenbleibt und die Einsatzkräfte informiert, oder sollte es die Flucht ergreifen? Ist ein Entkommen möglich, wenn es sich an die Verkehrsregeln hält? Wenn nicht, dürfen sie übertreten werden? Oder sollte sich das Fahrzeug gar mit Gegenmaßnahmen zur Wehr setzen?

Die Regeln, nach denen autonome Fahrzeuge handeln, werden irgendwann bekannt sein. Wie wäre damit umzugehen, wenn autonome Fahrzeuge von menschlichen FahrerInnen auf der Autobahn vorsätzlich geschnitten werden, um in voller Fahrt den bei diesem Hersteller sehr sensiblen Emergency Brake Assistant auszulösen?

Wie schon im Abschnitt zuvor zeigt sich, dass es hier noch viele Fragen gibt, über die ein öffentlicher, transparenter Diskurs geführt werden müsste, und die letztendlich auch ein zusätzliche Regulierungsmaßnahmen münden könnten.

5.9 Freiheiten und Kontrollverlust

Die größte Befürchtung, wenn es um teil- oder vollständig autonome Fahrzeuge geht, ist der damit verbundene Kontrollverlust. Zugleich abhängig von Technik zu sein und dieser ausgeliefert, bereitet anscheinend vielen Menschen Unbehagen.

Von Lenkenden zu PassagierInnen

Letztendlich rührt viel vom Freiheitsgefühl hinter dem Lenkrad eines Automobils daher, dass Menschen das Gefühl haben, das Fahrzeug zu kontrollieren, seine Richtung und Geschwindigkeit selbst bestimmen zu können, Macht über die Maschine zu haben, und damit an (nahezu) beliebige Orte zu kommen. Natürlich wird das durch gesetzliche Regelungen beschränkt, die die Sicherheit und Freiheit anderer garantieren sollen. Aber wie wird das in Zukunft aussehen? Sowohl in der Europäischen Union⁹⁹ als auch in Russland wird derzeit an Systemen für Strafverfolgungsbehörden gearbeitet, mit denen es möglich sein soll, Fahrzeuge aus der Ferne zu stoppen;

⁹⁸ Siehe FN 97.

⁹⁹ Waterfield, Bruno, Day, Mathew (2014): EU has secret plan for police to 'remote stop' cars, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/eu/10605328/EU-has-secret-plan-for-police-to-remote-stop-cars.html> (zuletzt aufgerufen am 8. Mai 2016).

und zwar nicht nur autonome Fahrzeuge.¹⁰⁰ Wer übernehme die Haftung, wenn solche Schnittstellen von Kriminellen missbräuchlich verwendet würden?

In (teil)autonomen Fahrzeugen wird Software die Richtung und die Geschwindigkeit des Autos bestimmen. Auch wenn derzeit Testfahrzeuge schneller als erlaubt fahren können, um sich dem von Menschen gesteuerten Verkehr anzupassen¹⁰¹, wird der Gesetzgeber auf lange Sicht sicherstellen, dass bestehende Regeln eingehalten werden. Doch auch diese ließen, so wie derzeit üblich, einen gewissen Spielraum. So gibt es z. B. erlaubte Höchstgeschwindigkeiten und auf manchen Strecken auch eine vorgeschriebene Mindestgeschwindigkeit, aber ob man innerhalb dieses Spielraums unnötig stark beschleunigt und sehr abrupt bremst, oder versucht mit möglichst konstanter Geschwindigkeit unterwegs zu sein, bleibt letztlich den LenkerInnen und ihrer Einschätzung der Fahrbedingungen überlassen. Diese Freiheit und die damit einhergehende Verantwortung räumt der Gesetzgeber bewusst ein, vielleicht auch deshalb, weil die Durchsetzung einer spezifischeren Regulierung bisher nicht möglich gewesen wäre. Zukünftig wäre das jedoch machbar. So könnte gesellschaftlich erwünschtes Verhalten, wie risikoarmes und Schadstoffausstoß minimierendes Fahrverhalten, per Software durchgesetzt werden – auf Kosten der persönlichen Freiheit.

Aber nicht nur der Staat könnte versucht sein, die Freiheiten der BesitzerInnen einzuschränken. So wäre es denkbar, dass Routen zukünftig nicht mehr nur von den NutzerInnen festgelegt werden können, weil die städtische Verkehrsplanung auf eine gleichmäßige Auslastung aller Routen bedacht ist. Oder, weil das Unternehmen, das die Navigation gratis zur Verfügung stellt, dafür seinen Werbekunden garantiert, dass Reisende bevorzugt über Routen gelotst werden, die an Shops oder Plakaten der Werbekunden vorbeiführen.

Es könnten sich auch die Versicherungen der FahrzeughalterInnen zu Wort melden und mit finanziellen Incentives dafür sorgen, dass durch keine allzu riskanten Gebiete gefahren wird – mit daraus folgenden Nachteilen für dort ansässigen Unternehmen. Ähnlich Eli Parisers „Filter-Bubble“¹⁰², die uns in personalisierten Suchmaschinen eher das zeigt, was wir erwarten und was unsere Ansichten bestätigt, könnte eine Selbstbeschränkung der NutzerInnen, in dem immer der vorgeschlagene Weg gewählt wird, dazu führen, dass bestimmte Wege nicht mehr befahren werden. Das wird Anrainer freuen und Betriebe, die auf Laufkundschaft angewiesen sind, ruinieren. Anbieter von Navigationsdiensten würden so zu noch mächtigeren Unternehmen.

Es besteht mit der neuen Technologie die Möglichkeit, erwünschtes Verhalten großflächig durchzusetzen

Wie werden Angebote auf Basis gesammelter Daten das Verhalten ändern?

¹⁰⁰ Rötzer, Florian (2016): Ab 2016 sollen Fahrzeuge in Russland aus der Ferne gestoppt werden können, <http://www.heise.de/tp/artikel/48/48093/1.html> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

¹⁰¹ Siehe FN 75.

¹⁰² Pariser, Eli (2011): The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You, Penguin Press, New York.

Wird man sich in Zukunft noch aussuchen können, wo das eigene Fahrzeug repariert wird?

Und letztendlich stellt sich auch die Frage, ob Fahrzeuge in Zukunft vielleicht sehr billig sein werden, das vorgeschriebene Service dafür sehr teuer. Es ist vorstellbar, dass – ähnlich wie im Bereich Home/Office-Printing – die Hardware selbst günstig abgegeben wird, dafür Reparaturen und Wartungsarbeiten nur in bestimmten Markenwerkstätten erfolgen dürfen, unter Verwendung teurer Markenersatzteile. Das Ende der freien Werkstättenwahl hätte auch negative Folgen für den Markt der Automobilwerkstätten. Die Herstellerfirmen würden das damit begründen, dass Teile von Fremd-anbietern ein nicht kalkulierbares Sicherheitsrisiko darstellen. Damit wären Automobile schlussendlich auch keine Gegenstände mehr, an denen Hobbybastler tüfteln könnten.

6 Einführungsphase

Für Österreich unterstützten der „Aktionsplan Autonomes Fahren“¹⁰³, sowie die „Austrian Research, Development & Innovation Roadmap for Automated Vehicles“¹⁰⁴ die Einführung autonomer Fahrzeuge, für Deutschland ist das die „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“¹⁰⁵.

Die Roadmap, die nicht nur die Einführung von automatisierten Landfahrzeugen im Blick hat, sondern auch Abschnitte über Drohnen, hält hohe Unfallzahlen, eingeschränkte Mobilität älterer Menschen, ineffizientes Verkehrsmanagement, den hohen Schadstoffausstoß und den Zeitgewinn für Menschen, die viel Auto fahren, für die vordringlichsten sozialen Probleme, die durch automatisiertes Fahren gelöst werden können.

*Roadmap
für Österreich*

6.1 Wann ist es soweit?

Auf Österreichs Straßen kann laut „Aktionsplan autonomes Fahren“ voraussichtlich ab Herbst 2016 der Testbetrieb mit (teil)autonomen Fahrzeugen aufgenommen werden.¹⁰⁶ Nach Einschätzung von Experten ist Österreich für das Testen unterschiedlicher Fahrbedingungen besonders gut geeignet, weil auf geografisch engem Raum sehr unterschiedliche Straßensituationen vorzufinden sind, und Automobile auch unter allen erdenklichen Wetterbedingungen gefahren werden können.

Unterschiedliche Hersteller versuchen durch eigene Entwicklungen und oft in Kooperation mit anderen Firmen möglichst schnell Marktreife zu erlangen. Es ist klar, dass der Wettlauf um das große Geschäft, als erster ein autonomes Fahrzeug auf den Markt zu bringen, schon seit Jahren im Gange ist. Google ist dabei schon weit fortgeschritten, konnte die Firma doch schon unzählige Kilometer an Testfahrten und -daten sammeln. Das bekannte Google Car ist dabei ein Prototyp. Experten rechnen nicht damit, dass Google tatsächlich zum Autobauer wird, viel mehr dürfte dieser Prototyp eher ein Proof of Concept sein. Das Konzept des „Google Driverless Car“ wurde durch den Einbau von entsprechenden Sensoren und Rechnern mit unterschiedlichen Autotypen realisiert (v. a. Lexus RX und

*Der Wettlauf
um das erste autonome
Fahrzeug hat längst
begonnen*

¹⁰³ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): Automatisiert – Vernetzt – Mobil. Aktionsplan Automatisiertes Fahren.

¹⁰⁴ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): Austrian Research, Development & Innovation Roadmap for Automated Vehicles; die Roadmap stellt eine Zusammenfassung aller relevanten Strategiepapiere auf europäischer und nationaler Ebene bis Anfang 2016 dar.

¹⁰⁵ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren.

¹⁰⁶ ORF online (2016): 20 Mio. Euro Förderung für Pilotprojekte, <http://orf.at/stories/2343812/2343771/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016).

Toyota Prius). Zuletzt wurde eine enge Zusammenarbeit mit Ford angekündigt, bei der der traditionelle Automobilkonzern das Fahrzeug und Google die nötige IT liefern soll.¹⁰⁷ Eines der geplanten Einsatzgebiete sind Robotertaxis. Deshalb hat Google auch schon über 250 Mio. US\$ in das Taxi-Unternehmen Uber investiert.¹⁰⁸

Der Automobilkonzern General Motors hat heuer, neben dem Zukauf der Firma Cruise Automation, Experten für autonomes Fahren¹⁰⁹, schon 500 Millionen Dollar in den Mitfahrdienst Lyft investiert, um mit dieser Kooperation an autonomen Taxis zu arbeiten.¹¹⁰ Und auch Volkswagen, das bis 2020 autonome Fahrzeuge anbieten möchte, beteiligte sich mit einer Investition von 267 Mio. Euro an der Taxi-App „Gett“.¹¹¹ Apple beteiligte sich mit einer Milliarde US\$ am chinesischen Fahrdienst „Didi Chuxing“.¹¹² Ein Konsortium aus BMW, Intel und Mobileye verspricht autonome Elektrofahrzeuge bis 2021.¹¹³ Weitere Partnerschaften bilden IBM und Subaru¹¹⁴, sowie Nissan, die University of California Berkeley, die Stadt Sunnyvale und Savari. Letztere haben in Kooperation ein V2X-Testgelände errichtet¹¹⁵, in dem das Zusammenspiel zwischen smarten Fahrzeugen und einer smarten Stadt über Vehicle-to-Infrastructure-Communication getestet werden soll.

-
- ¹⁰⁷ Vgl. Autobild (2015): Google und Ford tun sich zusammen, <http://www.autobild.de/artikel/koooperation-bei-autonomen-autos-6061045.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹⁰⁸ ORF online (2013): Vorreiter bei autonomen Autos, <http://orf.at/stories/2195979/2195981/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
Donath, Andreas (2015): Google will seine autonomen Autos als Taxis einsetzen, <http://www.golem.de/news/uber-konkurrent-google-will-seine-autonomen-autos-als-taxis-einsetzen-1512-118064.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹⁰⁹ Pakalski, Ingo (2016): Opel-Mutterkonzern kauft Firma für autonomes Fahren, <http://www.golem.de/news/general-motors-opel-mutterkonzern-kauft-firma-fuer-autonomes-fahren-1603-119712.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹¹⁰ Donath, Andreas (2016): General Motors steckt viel Geld in autonome Taxis, <http://www.golem.de/news/lyft-general-motors-steckt-viel-geld-in-autonome-taxis-1601-118314.html> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).
- ¹¹¹ Donath, Andreas (2016): Volkswagen will in fünf Jahren selbstfahrendes Auto bringen, <http://www.golem.de/news/elektroauto-volkswagen-will-in-fuenf-jahren-selbstfahrendes-auto-bringen-1606-121575.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹¹² Donath, Andreas (2016): VW plant für die Zukunft, in der Autobesitz uncool ist, <http://www.golem.de/news/fahrdienstvermittler-vw-steigt-bei-gett-mit-300-millionen-us-dollar-ein-1605-121078.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹¹³ Donath, Andreas (2016): BMW will autonomes Elektroauto 2021 anbieten, <http://www.golem.de/news/inext-bmw-will-autonomes-elektroauto-2021-anbieten-1605-120928.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- ¹¹⁴ Fuji Heavy Industries Ltd. (2016): Subaru und IBM entwickeln Fahrerassistenzsystem, <http://www.subaru.at/news/2016/subaru-und-ibm-entwickeln-fahrerassistenzsystem/> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016).
- ¹¹⁵ Savari (2016): Nissan, Savari, UC Berkeley and the City of Sunnyvale Announce Real-World V2X Testbed, <http://www.marketwired.com/press-release/nissan-savari-uc-berkeley-and-the-city-of-sunnyvale-announce-real-world-v2x-testbed-2109603.htm> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016).

Anlässlich der Bekanntgabe der Kooperation von Fiat-Chrysler mit Alphabet¹¹⁶ gab Sergio Marchionne, der CEO von Fiat Chrysler, an, dass selbst-fahrende Autos bereits in fünf Jahren im regulären Verkehr unterwegs sein werden, und widersprach damit vielen, die die Einführung erst gegen 2035 sehen.¹¹⁷

Volvo startet nächstes Jahr zwei große Feldversuche: Einerseits sollen 100 Fahrzeuge in dafür geeigneten chinesischen Großstädten fahren, und andererseits sollen weitere 100 Fahrzeuge in Göteborg unterwegs sein.¹¹⁸

6.2 Übergangszeit

In der Einführungsphase wird für sehr lange Zeit, rund 20 bis 50 Jahre, ein Miteinander von autonomen, teil-autonomen und von Menschen gelenkten Fahrzeugen nötig sein. Das wird zu mehr Komplexität führen, als Verkehrssituationen derzeit mit sich bringen, auch mehr als bei einer hohen Durchdringung smarterer Fahrzeuge zu erwarten ist. Schon jetzt könnten sich bspw. auch Fahrschulen gemeinsam mit Regulierungsgremien überlegen, welche Zusatzangebote in Zukunft nötig sind, um sicherzustellen, dass Menschen in diesen komplexen Verkehrssituationen gut zurecht-kommen.¹¹⁹ Müssen vielleicht auch FußgängerInnen lernen mit autonomen Fahrzeugen umzugehen?

Es ist anzunehmen, dass eine Einführung zusätzlicher Assistenzsysteme, wie beispielsweise der aktuellen Version von Teslas Autopiloten, schrittweise erfolgt, sodass zunächst im hochrangigen Straßennetz automatisiert gefahren wird, und erst in weiterer Folge auf Landstraßen und im Stadtverkehr. Ausnahmen bilden Nischen wie automatisiertes Parken auf Parkplätzen oder in Parkhäusern, oder eventuell selbstständig fahrende Busse auf eigenen Busspuren.

Die Geschichte und die Kultur unterschiedlicher Länder und Städte werden auch dazu beitragen, dass eventuell regionale Anpassungen nötig sind (z. B. in der Kommunikation zwischen Maschine und Mensch), und die Einführung sehr unterschiedlich schnell verlaufen wird. Es wird nicht von allen Gegenden der Welt gleich schnell hochauflösendes Kartenmaterial

Die lange Übergangszeit muss erst gestaltet werden

Erste Einsatzgebiete

Kulturelle Unterschiede werden die Einführung unterschiedlich schnell verlaufen lassen

¹¹⁶ Alphabet Inc., börsennotierte Holding, die als Dachunternehmen für Google und weitere Unternehmen des Konzerns fungiert: <https://abc.xyz/> (zuletzt aufgerufen am 3. Juni 2016).

¹¹⁷ ORF online (2016): FiatChryslerChef rechnet mit Roboterautos in fünf Jahren, <http://orf.at/stories/2338151> (zuletzt aufgerufen am 11. Mai 2016).

¹¹⁸ Greis, Friedhelm (2016): Volvo plant Großversuch mit 100 Autos in China, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-volvo-plant-grossversuch-mit-100-autos-in-china-1604-120203.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

¹¹⁹ Bspw. könnte es sinnvoll sein, den Umgang mit Interaktionsinterfaces wie dem von der TU Darmstadt entwickelten „pieDrive“ zu lernen: Schade, Malke (2014): Fahren per Fingerzeig, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-system-piedrive-5366036.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

vorliegen, und es wird bei autonomen Fahrzeugen einen Unterschied für die Fähigkeit sich zurecht zu finden machen, ob die Stadt einen Kern aus dem Mittelalter hat, oder die Straßen einem Schachbrettmuster folgen, und in den 60er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts für den Autoverkehr optimiert wurden. Durch Einführung autonomer Fahrzeuge ist jedenfalls zu erwarten, dass es zu einer Globalisierung der Verhaltensweisen im Straßenverkehr kommen wird.

Die vorläufige Version des norwegischen „National Transport Plan 2018-2029“ sieht als erstes Einsatzgebiet für autonome Fahrzeuge Flughäfen¹²⁰ vor, wo die Strecken ganz klar abgegrenzt sind, viele Routinefahrten stattfinden, eine überschaubare Anzahl an Fahrzeugen unterwegs ist, und kaum andere Verkehrsteilnehmer anzutreffen sind.

Platooning, per elektronischer Deichsel verbundene LKW-Züge, stellen in gemischten Szenarien ein doppeltes Problem dar: Einerseits ist noch unklar, wie sichergestellt werden soll, dass bestehende Autobahnauf- und -abfahrten für den Individualverkehr benutzbar bleiben, oder wieviele Kilometer im Vorhinein man sich auf der rechten Fahrspur einordnen muss, um dann rechtzeitig die Ausfahrt zu erwischen. Andererseits bringen sie ähnliche Probleme für die Infrastruktur mit sich, wie die vor einigen Jahren diskutierten Gigaliner, z. B. das Überschreiten der maximalen Brückenlast. In rein maschinengesteuerten Verkehrsszenarien könnten diese Probleme durch die Kommunikation mit anderen Fahrzeugen und der Infrastruktur gelöst werden.

6.3 Kommunikation mit Menschen außerhalb des Fahrzeugs

Wodurch wird der Blickkontakt ersetzt?

Einige Hersteller arbeiten an Konzepten zur Kommunikation mit dem Umfeld eines fahrerInnenlosen Automobils. Lenkende, die bisher FußgängerInnen über die Straße gewunken haben, fehlen dann. Zwei autonome Fahrzeuge können sich in der Frage des überlassenen Vorrangs mittels C2C-Kommunikation verständigen. Aber wie unterhalten sich autonome Fahrzeuge mit Menschen auf der Straße¹²¹ oder in herkömmlichen Fahrzeugen? Google hat dazu schon 2012 ein Patent eingereicht und mittlerweile zugesprochen bekommen, das an den Wagentüren und auf der Motorhaube Displays vorsieht, die über Piktogramme vor Gefahren warnen und über die Absichten des Fahrzeugs Auskunft geben könnten. Nissan experimentiert mit Textbotschaften, die über ein Display hinter der Windschutzscheibe eingeblendet werden, und Mitsubishi will in der Nacht die Umgebung des Fahrzeugs beleuchten und in diese erhellten Bereiche Hin-

¹²⁰ Teknologirådet (2016): Norway 2030: Driverless cars – need for political action?, <https://teknologiradet.no/english/norway-2030/driverless-cars-need-for-political-action/> (zuletzt aufgerufen am 27.6.2016).

¹²¹ Future Lab in Linz arbeitet mit Drohen an „Informatik Psychologie“ wie kommuniziert IT mit Menschen, wie können Menschen IT einschätzen etc.

weise einblenden, wenn das Auto abbiegt, plötzlich stoppt oder dgl. vorhat.¹²² Samsung hat testweise Displays im Einsatz, die am Heck eines LKWs angebracht werden und dort das Bild darstellen, das ohne den LKW zu sehen wäre. Damit ist es möglich, durch den LKW „hindurchzusehen“, um bspw. den Gegenverkehr bei einem Überholmanöver besser abschätzen zu können.¹²³ Aber natürlich wäre es möglich auch andere Daten einzublenden, bspw. die Destination des LKW-Platoons, dessen Schlusslaster man gerade vor sich hat. Da sich an dem Samsung-Test aber nun auch eine Werbeagentur beteiligt, werden zukünftig vielleicht auch nicht verkehrsrelevante Informationen zu sehen sein.

Offen ist natürlich, ob das alles ausreicht, und wie z. B. Kinder oder blinde Menschen darauf reagieren sollen. Werden vielleicht akustische Botschaften helfen müssen, auch für den Fall, dass das Display bei schlechter Witterung nicht ablesbar ist? Wie wird sich Straßenverkehr in Zukunft anhören, wenn unentwegt fahrerInnenlose Automobile mit FußgängerInnen am Straßenrand reden?

6.4 Abseits des Individualverkehrs: Integration von autonomen Fahrzeugen in den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)

Ob es zu einer Integration oder einer Konkurrenz kommt, wird von Preisgestaltung und Akzeptanz autonomer Fahrzeuge abhängen. Bei für jedeN leicht erswinglichen Fahrzeugen, kann es dazu kommen, dass der ÖPNV uninteressant wird. Es könnten auch neue Car-Sharing-Modelle oder günstige autonome Taxiflotten einen ähnlichen Druck auf den innerstädtischen Linienverkehr ausüben. Andererseits könnten gering verbreitete autonome Fahrzeuge, die vielleicht kollektiv genutzt würden, in der Zukunft die Verkehrsmittel des ÖPNV auch ergänzen, indem sie die „letzte Meile“ von Schnellbahnen und hochfrequent betriebenen Buslinien zum gewünschten Zielort übernehmen.¹²⁴

Konkurrenz oder Unterstützung für den öffentlichen Verkehr?

In Singapur werden derzeit autonome (Sammel)Taxis als Zubringer zum ÖPNV getestet. Die stark unter Staus leidende Großstadt möchte herausfinden, ob damit mehr Staus vermieden werden können, oder vielleicht das

¹²² Donath, Andreas (2015): So sollen autonome Autos mit Fußgängern kommunizieren, <http://www.golem.de/news/google-patent-so-sollen-autonome-autos-mit-fussgaengern-kommunizieren-1511-117701.html> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

¹²³ Wilkens, Andreas (2016): Samsung präsentiert ersten LKW mit Heckdisplay für sicheres Überholen, <http://heise.de/-3093747> (zuletzt aufgerufen am 4. Februar 2016).

¹²⁴ Schnieder, Lars et al. (2016): Integration individuell abrufbarer Personentransportsysteme in den ÖPNV, Vortrag bei: 25. Verkehrswissenschaftliche Tage 2016, http://elib.dlr.de/103519/1/Individuell_abrufbare_Personentransportsysteme.pdf (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016).

Gegenteil passiert, weil das Angebot so attraktiv ist, dass Menschen von anderen öffentlichen Verkehrsmitteln auf die autonomen Fahrzeuge umsteigen.¹²⁵

*Linienverkehr mit
Bussen als nächstes
Einsatzgebiet?*

Im Bereich Gütertransport, ÖPNV und Taxiflotten gibt es auch schon Bemühungen, den Zeitpunkt der Serienreife und Markteinführung rasch zu erreichen. Daimler hat in Amsterdam mit einem selbstfahrenden Bus eine 20 km lange Testfahrt absolviert, bei der der Fahrer nur noch überwacht hat. Linienverkehr in eigens ausgewiesenen Busspuren sei das anvisierte Einsatzgebiet der Neuentwicklung.¹²⁶ Die Marktreife ist für 2021 geplant.¹²⁷ Der größte chinesische Hersteller von Autobussen, die Firma Zhengzhou Yutong Bus Co. Ltd. mit 12 % Anteil am Weltmarkt, unternimmt ebenfalls bereits Testfahrten mit großen Bussen im regulären Straßenverkehr. Die Firma beschäftigt über 1.000 Angestellte allein in der Entwicklungsabteilung für Busse und gibt an, die Serienreife jedenfalls 2019 zu erreichen.¹²⁸

¹²⁵ Schwan, Ben, Fitzgerald, Michael (2015): Singapur: Stadtstaat testet autonome Taxis, <http://heise.de/-2534980> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016).

¹²⁶ ORF online (2016): Selbstfahrender Bus auf Amsterdams Straßen, <http://orf.at/stories/2350006/> (zuletzt aufgerufen am 18. Juli 2016).

¹²⁷ Franz, Martin (2016): Mercedes zeigt autonomen Bus, <http://heise.de/-3270072> (zuletzt aufgerufen am 20. Juli 2016).

¹²⁸ Odrich, Peter (2016): Fahrerloser Bus im öffentlichen Verkehr unterwegs, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fahrerloser-Bus-im-oeffentlichen-Verkehr-unterwegs> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016).

7 Empfehlungen

Aus den zuvor beschriebenen Szenarien und Herausforderungen ergeben sich eine Reihe von Handlungsoptionen, die dazu beitragen können, die mit der Einführung von autonomen Fahrzeugen verbundenen potentiellen Nachteile abzumildern und neue Möglichkeiten zu schaffen.

7.1 Breiter öffentlicher Diskurs über offene Fragen

Wie in Kap. 5.8 beschrieben, gibt es viele Probleme, vor allem ethische Fragestellungen, die nicht technisch oder organisatorisch zu lösen sind, und nicht nur von ExpertInnen beeinflusst werden sollten, sondern bei denen es nötig ist, einen breiten gesellschaftlichen Diskurs anzustoßen, um einen gemeinsamen Weg in die Zukunft festzulegen.

Dazu wäre es wichtig die BürgerInnen über die anstehenden Entscheidungen neutral und sachlich zu informieren, Optionen aufzuzeigen und mit Beteiligungsverfahren beginnend eine Diskussion anzustoßen und zu moderieren, die Richtlinien für eine weiterführende Regulierung vorgeben kann, die in der Bevölkerung akzeptiert wird.

BürgerInnen zu Wort kommen lassen

7.2 Aktive und antizipierende Regulierung

Auch im Feld der autonomen Fahrzeuge ist es ratsam zum frühest sinnvollen Termin die Regulierungsaufgaben wahrzunehmen. So hat der Gesetzgeber die Möglichkeit gestaltend einzugreifen, statt sich später mit ganz unterschiedlichen, vielleicht nicht seinen Vorstellungen entsprechenden Gegebenheiten befassen zu müssen. Eine rechtzeitige Regelung wird auch in der Industrie auf mehr Akzeptanz stoßen, da aufwendige Neuentwicklungen vermieden werden können.

In diesem Sinne sind aus dem Blickwinkel dieser Studie, neben rechtlichen Definitionen und Zulassungsvoraussetzungen, aus heutiger Sicht vor allem die folgenden zwei Bereiche betroffen:

1. **Datenschutz:** Da zurzeit kulturell bedingt und interessensgetrieben unterschiedliche Vorstellungen davon existieren, wer über die Verwendung der anfallenden Daten verfügungsberechtigt ist, wäre es wichtig, zumindest auf europäischer Ebene einheitliche Rahmenbedingungen zu schaffen, die klar unterscheiden, wer welche Daten unter welchen Bedingungen nutzen bzw. nicht nutzen darf. Das käme auch Forderungen europäischer BürgerInnen und Organisationen entgegen, die sich im

Zeitgerechte Regulierung findet mehr Akzeptanz und verhindert das Entstehen von weiteren Problemen

Sinne des Konsumentenschutzes erwarten, dass ein regulatorischer Rahmen (auf europäischer Ebene) existiert, der dazu beiträgt, dass ihre Daten vor Missbrauch und Ausbeutung geschützt sind.¹²⁹

2. *Haftungsfragen*: Wie schon zuvor dargestellt, scheint die Haftungsfrage, abgesehen von freiwilligen Selbstverpflichtungen, gänzlich ungeklärt. Die Regelung, wonach der/die FahrzeughalterIn verschuldensunabhängig für Schäden Dritter haftet, scheint zu kurz zu greifen, wenn sich zukünftig die Fahrzeuge nicht mehr leicht kontrollieren lassen.¹³⁰ Da diesbezügliche Rechtssicherheit auch zu höherer Akzeptanz autonomer Fahrzeuge beitragen kann, erscheint es zweckmäßig, diese Fragen schon vorab zu klären.

7.3 Forschungsförderung

*Investitionen sichern
und Wissenslücken
schließen*

Um national Wissen auf- und auszubauen, erscheint es vor dem Hintergrund der Investitionen in die erwähnten drei Auto-Cluster in Österreich, den Entwicklungen im Bereich von Industrie 4.0 und dem bestehenden Know-How an Fachhochschulen und Technischen Universitäten wichtig, die Forschungsförderung auf dem Gebiet zu erhöhen, und zwar in fünf Richtungen:

1. Entwicklung von Systemen und Systemkomponenten, die in Automobilen oder Infrastruktureinrichtungen nötig sind, um autonomes Fahren zu ermöglichen¹³¹
2. Mehr Forschung zu den Konsequenzen der Entwicklung autonomer Systeme, vor allem im Hinblick auf gesellschaftliche Veränderungen und ethische Fragestellungen

¹²⁹ Vgl. Federation Internationale de l'Automobile, Region I – Europe, The Middle East and Africa (2016): What Europeans Think about Connected Cars, http://www.mycarmydata.eu/wp-content/themes/shalashaska/assets/docs/FIA_survey_2016.pdf (zuletzt aufgerufen am 22. Juli 2016).

In einer europaweiten Umfrage (12 Länder mit je rund 1.000 Befragten) hielten es 95 % für notwendig, dass eine europäische oder nationale Regulierung geschaffen wird, um die personenbezogenen Daten der BesitzerInnen und NutzerInnen vernetzter Fahrzeuge zu schützen.

¹³⁰ In Deutschland will Verkehrsminister Dobrindt die Haftung bei „ordnungsgemäßer Nutzung“ eines Autopiloten nicht den FahrzeughalterInnen aufbürden: Greis, Friedhelm (2016): Ethik-Kommission soll Leitlinien für Algorithmen entwickeln, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-ethik-kommission-soll-leitlinien-fuer-algorithmen-entwickeln-1605-121088.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).

¹³¹ In Hinblick auf die notwendigen Forschungsmittel ist die jüngste Initiative des Verkehrsministeriums in Kooperation mit der Industriellenvereinigung „Aktionsplan automatisiertes Fahren“ zu begrüßen: ORF online (2016): 20 Mio. Euro Förderung für Pilotprojekte, <http://orf.at/stories/2343812/2343771/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016).

3. Mensch-Maschine-Interaktion: Derzeit wird viel getan, um die Interaktion zwischen FahrerInnen und Fahrzeugen im Rahmen hochautomatisierten Fahrens zu verbessern. Aber mindestens ebenso wichtig ist, die Kommunikation fahrerInnenloser Autos mit der Umwelt zu untersuchen.
4. Seit Erfindung des Rades gibt es Fahrzeuge, die der Mensch lenkt. Welche Auswirkungen hat es, wenn Personen von Lenkenden zu PassagierInnen werden. Welche Ängste werden durch den Kontrollverlust ausgelöst? Wie sieht es mit dem Vertrauen in menschliche Entscheidungen und Handlungen aus? Wie wird sich unsere Vorstellung von Straßenverkehr verändern, und welche Rolle wollen wir im Verkehr von morgen spielen?
5. Wie können wir die Einführungsphase und die lange Übergangszeit gestalten? Hochautomatisiertes Fahren steht kurz vor der Einführung. Geht es nach den Angaben der Hersteller sind auch autonome Fahrzeuge in den nächsten Jahren zu erwarten – zumindest in Nischenbereichen. Vor uns liegt dann eine Übergangszeit, die vermutlich mehrere Jahrzehnte dauert, bevor autonome Fahrzeuge der Standard im Straßenverkehr sind. Diese Phasen der Umstellung sollten rechtzeitig gestaltet werden, um nachteilige Entwicklungen zu vermeiden.

Dabei ist zu erwarten, dass Investitionen in diesen Bereichen auch Fortschritte auf anderen Gebieten (zunächst vielleicht Drohnen, aber auch andere Gebiete zunehmender Automatisierung) voranbringen werden, und sich so auch indirekt positiv auf unterschiedliche Bereiche der heimischen Forschung und Industrie auswirken werden.

7.4 Sicherheit

Ein vorrangig kommuniziertes Ziel der Entwicklung autonomer Fahrzeuge ist die Erhöhung der Sicherheit im Straßenverkehr. Durch den vermehrten Einsatz von IT in Fahrzeugen steigt die Sicherheit aber nicht in jedem Fall. Viele fehler- oder missbrauchsanfällige Systeme sind im Einsatz. Bei zunehmender Digitalisierung der Systeme und damit verbunden steigender Komplexität der Systeme werden die Angriffspunkte mehr. Einem erwartbaren Sicherheitsgewinn, iSv sinkenden Unfallzahlen, stehen also zunehmende Sicherheitsprobleme durch unsichere Systeme gegenüber.

Es ist daher darauf zu achten, dass schon bei der Entwicklung größtmöglicher Wert auf Sicherheit gelegt wird. Im Zweifelsfall muss Sicherheit der Vorzug gegenüber neuen Funktionen gegeben werden.

Bei der Zulassungsüberprüfung ist es unumgänglich notwendig, auch die Sicherheit der an Bord befindlichen IT-Systeme zu kontrollieren – sowohl im Hinblick auf Informationssicherheit, als auch betreffend ihrer Fähigkeit in unterschiedlichen Verkehrssituationen Sicherheit für alle VerkehrsteilnehmerInnen zu gewährleisten. Ein erster Ansatzpunkt könnte hier die

Wenn Fahrzeuge sicherer werden sollen, müssen auch deren Komponenten sicher sein

Verankerung in der Typengenehmigungsverordnung¹³² der Europäischen Union sein oder im Standard ISO 26262¹³³.

Letztendlich müssen die Systeme auch an die Erwartungen und Bedürfnisse der VerbraucherInnen angepasst werden. Es sollte nicht ausreichen in der Gebrauchsanleitung darauf hinzuweisen, dass bestimmte Systeme im Auto noch nicht ausgereift sind, weil NutzerInnen nicht die Erwartung haben in einem Testfahrzeug zu sitzen.

7.5 Datenschutz, Privatsphäre und informationelle Selbstbestimmung

Mehr Überwachung bedroht die Grundrechte

Wie in den Kapiteln davor beschrieben, werden die Entwicklungen am Automobilmarkt unweigerlich zu mehr Überwachung der VerkehrsteilnehmerInnen führen. Erneut wird damit das gesetzlich verankerte Recht auf Privatsphäre bedroht und bisweilen sogar missachtet. Deshalb ist es nötig, sicherzustellen, dass kommerziellen Interessen nicht der Vorzug vor durch die Verfassung geschützten Grundrechten gewährt wird.

Die involvierten Marktteilnehmer schaffen durch ihre Entwicklungen Fakten, wo eine Interessensabwägung nötig wäre. Eine zu spät kommende Regulierung stieße daher auf großen Widerstand und wäre in der Praxis schwer durchzusetzen.

Datenschutzprinzipien wie

- *Transparenz*
- *Zweckbindung*
- *Datensparsamkeit*
- *informationelle*

Selbstbestimmung werden zu wenig beachtet

Auch in diesem Zusammenhang hört man oft das Argument, dass bei regelkonformem Verhalten ja nichts durch Überwachung zu befürchten wäre. Diese Sichtweise greift aber wie oft auch hier viel zu kurz. Natürlich geht es nicht darum, diejenigen vor dem Zugriff der Strafverfolgung zu schützen, die sich nicht an die gesetzlichen Vorgaben halten. Aber es ist wichtig sicherzustellen, dass – im Sinne vermehrter informationeller Selbstbestimmung und Datensparsamkeit – Dritte nur so viel über die Nutzung des Fahrzeugs und dessen NutzerInnen wissen, wie für den jeweiligen Zweck unbedingt erforderlich ist. Deshalb soll bspw. die Werkstatt bei einer Inspektion auch die Leistungsdaten des Motors sehen können, aber der Autohersteller muss nicht wissen, wo man mit dem Auto hingefahren ist, und welche Kontakte vom Smartphone unterwegs angerufen wurden. Ein regelrechtes Ausspionieren der KäuferInnen, eventuell mit dem Gedanken der Weiternutzung der gewonnenen Daten für (noch unbestimmte) andere Zwecke, entspräche nicht den Grundrechten und ist daher jedenfalls zu verhindern.

¹³² Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union (2007): Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, <http://data.europa.eu/eli/dir/2007/46/oj> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016).

¹³³ ISO/TC 22, Road vehicles, subcommittee SC 3, Electrical and electronic equipment (2011): ISO 26262, Road vehicles – Functional safety.

Die Berücksichtigung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung hilft auch erzwungene Kundenbindung zu verhindern. FahrzeughalterInnen sollten daher in der Lage sein, selektiv zu entscheiden, ob Daten aufgezeichnet werden (sofern nicht gesetzlich vorgeschrieben), und wer Zugriff auf die unterschiedlichen Fahrzeugdaten hat. So kann auch freien Werkstätten, Pannendiensten u. dgl. Zugriff gewährt werden, falls eine etwaige Reparatur nicht in einer Vertragswerkstätte erfolgen soll.

Um den Menschen die Möglichkeit zu geben, informierte Zustimmungen zur Erhebung und Verarbeitung ihrer Daten zu geben, und um in Folge ihr Recht auf informationelle Selbstbestimmung nicht zu verlieren, ist es wichtig, dass der Bereich der Datenverarbeitung in Fahrzeugen deutlich transparenter wird. Es muss zu jeder Zeit verständlich und nachvollziehbar sein, welche Daten von wem erfasst werden, zu welchem Zweck das geschieht, und wer Zugriff auf die Daten hat. Es könnte auch eine Option vorgesehen werden, für Menschen, die grundsätzlich das Sammeln von Daten über ihr Fahrverhalten ablehnen und dennoch ein Automobil kaufen wollen.

Durch die fortschreitende Digitalisierung, auch im Automobilbereich, kommt auch mehr Arbeit auf Datenschutzbehörden zu. Es ist wichtig, dass diese mit den notwendigen Ressourcen ausgestattet sind, die es ihnen ermöglichen ihren Aufgaben in vollem Umfang zeitgerecht nachzukommen. Das gilt ganz besonders in Situationen wie sie zurzeit (noch) bestehen, in denen KonsumentInnen keine Möglichkeit haben zu kontrollieren, wie, wofür und in welchem Umfang ihre persönlichen Daten erhoben und verwendet werden.

Die Hersteller datensammelnder Systeme (Automobilhersteller und Zulieferer) können auch zu einem maßvollen Umgang mit Daten beitragen, indem sie dem Konzept von Privacy by Design folgend schon bei der Entwicklung der Systeme überlegen, wie diese sinnvoll und gesetzeskonform mit den schutzwürdigen Daten der NutzerInnen umgehen. Ein weiterer Schritt könnte die Zertifizierung der Datenverarbeitung durch entsprechende Stellen sein (bspw. im Rahmen des Europäischen Datenschutzgütesiegels).

*Mehr Arbeit für
Datenschutzbehörden
erfordert mehr
Ressourcen*

Privacy by Design

7.6 Arbeitsmarkt

Die Einführung autonomer Fahrzeuge wird in einigen Branchen starke Veränderungen nach sich ziehen. Wo in der Entwicklung und im Sicherheitsbereich vielleicht neue Arbeitsplätze entstehen, werden im Personen- und Gütertransport vermutlich weniger Menschen Arbeit finden. Zur Vermeidung sozialer Probleme muss den Benachteiligten einer derartigen Entwicklung geholfen werden. Konzepte und Maßnahmen zur Qualifizierung für andere Bereiche, das Einbinden dieser Personen in die Entwicklung, um deren Erfahrungen miteinzubeziehen o. ä. können erste Schritte sein, um unerwünschten Effekten zu begegnen. Damit sollte allerdings nicht zugewartet werden, bis sich erste Probleme abzeichnen. Hier könnten die entsprechenden Prozesse schon jetzt gestartet werden.

*Qualifizierung gegen
Arbeitsplatzverluste
Qualifizierung gegen
Arbeitsplatzverluste*

Wertschöpfungskette rund ums Automobil Auch der Markt rund um Automobile, von Tankstellen, über Lieferanten von Zusatzausstattungen, bis hin zu Werkstätten wird von der zunehmenden Digitalisierung betroffen sein. Die mögliche Trennung zwischen der Anschaffung eines Automobils und der Wartung in freien Werkstätten erscheint auch zukünftig sinnvoll.

7.7 Algorithmische Entscheidungsfindung

Die Tatsache, dass Rechner und nicht Menschen eine Entscheidung treffen, birgt eine große Zahl potentieller Probleme, die sich hauptsächlich daraus ergeben, dass bei algorithmischen Entscheidungen kontextbezogene Faktoren öfter falsch gewichtet oder gar nicht in Betracht gezogen werden (können). Deshalb wird im Datenschutzgesetz auch die sog. automatisierte Einzelentscheidung nur unter bestimmten Bedingungen zugelassen¹³⁴.

Maschinelle Entscheidungen werden anders und oft zu einem anderen Zeitpunkt getroffen

Wie in den vorigen Kapiteln beschrieben, ist die Entscheidungsfindung und sind die Entscheidungsoptionen oft vorherbestimmbar. Im Bereich autonomer Fahrzeuge müssen so ethisch-moralische Fragen schon während der Entwicklung beantwortet werden, bevor das Fahrzeug in einer entsprechenden Situation ist. Das macht es möglich und zugleich notwendig, sich Gedanken über die Ethik autonomer Systeme zu machen. Die Entscheidung darüber, wie die Regeln für solche Systeme aussehen, können nicht ExpertInnen für alle Menschen beantworten. Dieses Thema muss auf möglichst breiter gesellschaftlicher Basis diskutiert werden. Hier ist es Aufgabe der Politik, den Rahmen dafür zu schaffen und die Ergebnisse aufzunehmen. (Siehe Empfehlung in 7.1)

Ausbildung verbessern

Nicht nur in Bezug auf autonome Fahrzeuge, sondern eben überall, wo Algorithmen Entscheidungen treffen sollen, ist es daher auch wichtig, schon in der Ausbildung von IngenieurInnen und ProgrammiererInnen darauf zu achten, dass die ethischen Dimensionen und die gesellschaftliche Verantwortung in der Technikentwicklung thematisiert werden.

¹³⁴ Vgl. Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz 2000 – DSGVO 2000), BGBl. I Nr. 165/1999, §49, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=bundesnormen&Gesetzesnummer=10001597> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016).

Literatur

- ADAC (2016): Welche Daten erzeugt ein modernes Auto, https://www.adac.de/infotest/technik-und-zubehoer/fahrerassistenzsysteme/daten_im_auto/ (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Appel, Holger (2016): Der Reiz unscheinbaren Fortschritts, <http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/autoverkehr/fahrberichte/audi-a4-3-0-tdi-s-tronic-im-test-14028309.html> (zuletzt aufgerufen am 17. Februar 2016)
- Autobild (2015): Google und Ford tun sich zusammen, <http://www.autobild.de/artikel/kooperation-bei-autonomen-autos-6061045.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Autobild (2016): So funktioniert das autonome Fahren, <http://www.autobild.de/bilder/so-funktioniert-das-autonome-fahren-7190805.html#bild1> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Autobild (2014): Super-Prozessor für mehr Sicherheit, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-vidia-auf-der-ces-2014-4510180.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Baumann, Uli (2016): KBA hätte „Beta-Version“ nicht genehmigt, <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/autopilot-tesla-model-s-unfall-musk-11474975.html> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Bähnisch, Stephan (2013): Schlauer Japaner in Oxford, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-im-nissan-leaf-3886558.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Bonetti, Pino (2015): Starting today, it's a new world for HERE..., <http://360.here.com/2015/12/07/new-world-here/> (zuletzt aufgerufen am 1. August 2016)
- Bonnefon, Jean-François, Shariff, Azim, Rahwan, Iyad (2016): The social dilemma of autonomous vehicles, in: Science, Vol. 352, Issue 6293, S. 1573-1576, <http://science.sciencemag.org/content/352/6293/1573> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016)
- Boudette, Neal E. (2016): 5 Things That Give Self-Driving Cars Headaches, <http://www.nytimes.com/interactive/2016/06/06/automobiles/autonomous-cars-problems.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Bundesgesetz über den Schutz personenbezogener Daten (Datenschutzgesetz 2000 – DSGVO 2000), BGBl. I Nr. 165/1999, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=bundesnormen&Gesetzesnummer=10001597> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016)
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) (2016): Automatisiertes Fahren – Verkehrsministerium schickt KFG-Novelle in Begutachtung, <http://www.bmvit.gv.at/presse/aktuell/nvm/2016/05120TS0078.html> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): Automatisiert – Vernetzt – Mobil. Aktionsplan Automatisiertes Fahren
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): Austrian Research, Development & Innovation Roadmap for Automated Vehicles
- (Deutsches) Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren
- Cacilo, Andrej et al. (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – industriepolitische Schlussfolgerungen, Dienstleistungsprojekt 15/14, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/H/hochautomatisiertes-fahren-auf-autobahnen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016)

- Caliskan, Murat (2008): Ein dezentrales Parkrauminformationssystem auf Basis der Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation – Konzept, Realisierung und Evaluation, Dissertation an der math.-nat. Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-10250/Ein%20dezentrales%20Parkrauminformationssystem%20auf%20Basis%20der%20Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation.pdf> (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016)
- Der Standard (2013): Navi lotst Lenker in Burgenland über Treppe, <http://derstandard.at/1363707850120/Navi-lotst-Lenker-in-Burgenland-ueber-Treppe> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016)
- Die Presse (2016): 2015: Zahl der Verkehrstoten ist wieder gestiegen, http://diepresse.com/home/panorama/oesterreich/4896877/2015_Zahl-der-Verkehrstoten-ist-wieder-gestiegen (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016)
- Donath, Andreas (2014): Googles fahrerlose Autos überschreiten das Tempolimit, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-googles-fahrerlose-autos-uebertreten-die-geschwindigkeit-1408-108696.html> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- Donath, Andreas (2015): Google will seine autonomen Autos als Taxis einsetzen, <http://www.golem.de/news/uber-konkurrent-google-will-seine-autonomen-autos-als-taxis-einsetzen-1512-118064.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Donath, Andreas (2015): So sollen autonome Autos mit Fußgängern kommunizieren, <http://www.golem.de/news/google-patent-so-sollen-autonome-autos-mit-fussgaengern-kommunizieren-1511-117701.html> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016)
- Donath, Andreas (2016): BMW will autonomes Elektroauto 2021 anbieten, <http://www.golem.de/news/inext-bmw-will-autonomes-elektroauto-2021-anbieten-1605-120928.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Donath, Andreas (2016): General Motors steckt viel Geld in autonome Taxis, <http://www.golem.de/news/lyft-general-motors-steckt-viel-geld-in-autonome-taxis-1601-118314.html> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016)
- Donath, Andreas (2016): Volkswagen will in fünf Jahren selbstfahrendes Auto bringen, <http://www.golem.de/news/elektroauto-volkswagen-will-in-fuenf-jahren-selbstfahrendes-auto-bringen-1606-121575.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Donath, Andreas (2016): VW plant für die Zukunft, in der Autobesitz uncool ist, <http://www.golem.de/news/fahrdienstvermittler-vw-steigt-bei-gett-mit-300-millionen-us-dollar-ein-1605-121078.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Donath, Andreas (2016): Teslas Autopilot verursacht Auffahrunfall, <http://www.golem.de/news/model-s-teslas-autopilot-verursacht-auffahrunfall-1605-121154.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Ebner, Hans-Thomas (VDA) (2013): Motivation und Handlungsbedarf für automatisiertes Fahren, Vortrag bei: DVR-Kolloquium Automatisiertes Fahren, Bonn 11.12.2013, http://www.dvr.de/download2/p3745/3745_0.pdf (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016)
- Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union (2007): Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, <http://data.europa.eu/eli/dir/2007/46/oj> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- European Committee for Standardization (2015): CEN/TC 278 – Intelligente Transportsysteme, Standard EN 15722:2015, Intelligente Transportsysteme – ESicherheit – Minimaler Datensatz für den elektronischen Notruf eCall

- European Telecommunications Standard Institute (2013): ETSI TS 101 539-1 V1.1.1. Technical Specification – Intelligent Transport Systems (ITS); V2X Applications; Part 1: Road Hazard Signalling (RHS) application requirements specification, http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/101500_101599/10153901/01.01.01_60/ts_10153901v010101p.pdf (zuletzt aufgerufen am 20. August 2016)
- Eurostat (2014): Personenkraftwagen je 1 000 Einwohner, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_eqs_carhab&lang=de (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016)
- Fachverband der Fahrzeugindustrie (2013): Autoland Österreich – Wir bewegen unsere Wirtschaft, http://www.fahrzeugindustrie.at/fileadmin/content/Zahlen__Fakten/Wirtschaftsfaktor_Automobil/Autoland_%C3%96sterreich_-_wir_bewegen_unsere_Wirtschaft.pdf (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016)
- Fachverband der Fahrzeugindustrie (2016): Statistikjahrbuch, <http://www.fahrzeugindustrie.at/zahlen-fakten/statistikjahrbuch/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016)
- Federation Internationale de l'Automobile, Region I – Europe, The Middle East and Africa (2016): What Europeans Think about Connected Cars, http://www.mycarmydata.eu/wp-content/themes/shalashaska/assets/docs/FIA_survey_2016.pdf (zuletzt aufgerufen am 22. Juli 2016)
- Franz, Martin (2016): Mercedes zeigt autonomen Bus, <http://heise.de/-3270072> (zuletzt aufgerufen am 20. Juli 2016)
- Fromm, Thomas (2016): Bitte nicht so schnell, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/bmw-bitte-nicht-so-schnell-1.2909871> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Fuji Heavy Industries Ltd. (2016): Subaru und IBM entwickeln Fahrassistenzsystem, <http://www.subaru.at/news/2016/subaru-und-ibm-entwickeln-fahrassistenzsystem/> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- Gleich, Clemens (2016): Warum autonome Autos nicht selbst lernen dürfen, <http://www.golem.de/news/mercedes-entwickler-warum-autonome-autos-nicht-selbst-lernen-duerfen-1606-121003.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greenberg, Andy (2015): Hackers Cut a Corvette's Brakes Via a Common Car Gadget, <https://www.wired.com/2015/08/hackers-cut-corvettes-brakes-via-common-car-gadget/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greenberg, Andy (2015): Hackers Remotely Kill a Jeep on the Highway – With Me in It, <https://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greenblatt, Jeffery B., Saxena, Samveg (2015): Autonomous taxis could greatly reduce greenhouse-gas emissions of US light-duty vehicles, Nature Climate Change, Vol. 5, Issue 9, S. 860-863, Nature Publishing Group/Macmillan Publishers Limited/Springer Nature, London/New York/Tokyo
- Greis, Friedhelm (2015): Autonomes Fahren – Wer hat die besten Karten?, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-wer-hat-die-besten-karten-1509-115506.html> (zuletzt aufgerufen am 21. August 2016)
- Greis, Friedhelm (2016): Amazon will angeblich beim Kartendienst Here einsteigen, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-amazon-will-angeblich-beim-kartendienst-here-einsteigen-1604-120085.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greis, Friedhelm (2016): Ethik-Kommission soll Leitlinien für Algorithmen entwickeln, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-ethik-kommission-soll-leitlinien-fuer-algorithmen-entwickeln-1605-121088.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)

- Greis, Friedhelm (2016): Ex-Google-Mitarbeiter entwickeln Nachrüstsatz für LKW, <http://www.golem.de/news/otto-fahrt-autonom-ex-google-mitarbeiter-entwickeln-nachruestsatz-fuer-lkw-1605-120943.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greis, Friedhelm (2016): Google patentiert klebenden Aufprallschutz, <http://www.golem.de/news/fliegenfaenger-fuer-fussgaenger-google-patentiert-klebenden-aufprallschutz-1605-120994.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Greis, Friedhelm (2016): Volvo plant Großversuch mit 100 Autos in China, <http://www.golem.de/news/autonomes-fahren-volvo-plant-grossversuch-mit-100-autos-in-china-1604-120203.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Grunwald, Armin (2015): Gesellschaftliche Risikokonstellation für autonomes Fahren – Analyse, Einordnung und Bewertung, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S661-685
- Haidinger, Bettina (2016): Grenzenlose Mobilität – grenzenlose Ausbeutung. Arbeitsbedingungen in Europas Transportwirtschaft, Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien (Hrsg.), Wien
- Harris, Mark (2014): FBI warns driverless cars could be used as ‘lethal weapons’, The Guardian online, <https://www.theguardian.com/technology/2014/jul/16/google-fbi-driverless-cars-lethal-weapons-autonomous> (zuletzt aufgerufen am 17.4.2016)
- Heise Autos (2016): Im Nebel des Abgas-Skandals – Der vorläufige Stand der Dinge in Sachen Diesel-Stickoxide und Volkswagen, <http://heise.de/-2832601> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016)
- Heise Autos (2016): Renault: Abgasplan in den kommenden Wochen, <http://heise.de/-3073367> (zuletzt aufgerufen am 19. Jänner 2016)
- Hook, Leslie (2016): Uber to pour \$ 500 m into global mapping project, <https://next.ft.com/content/e0dfa45e-5522-11e6-befd-2fc0c26b3c60> (zuletzt aufgerufen am 1. August 2016)
- Industriemagazin (2016): Magna soll neues Elektroauto von Apple in Graz bauen – Bericht, <http://industriemagazin.at/a/magna-soll-neues-elektroauto-von-apple-in-graz-bauen-bericht> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Industriemagazin (2016): Mitsubishi-Chef will nach Manipulationsskandal zurücktreten, <http://industriemagazin.at/a/mitsubishi-chef-will-nach-manipulationsskandal-zuruecktreten> (zuletzt aufgerufen am 27. Mai 2016)
- ISO/TC 22, Road vehicles, subcommittee SC 3, Electrical and electronic equipment (2011): ISO 26262, Road vehicles – Functional safety
- Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (2013): ITS initiatives in Japan, <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/pdf/ITSinitiativesinJapan.pdf> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- Kempkens, Wolfgang (2016): Fast ohne Abstand: Sechs Lkw-Konvois fahren fast automatisch nach Rotterdam, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fast-Abstand-Sechs-Lkw-Konvois-fahren-automatisch-Rotterdam> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder und des Verbandes der Automobilindustrie (2016): Datenschutz-rechtliche Aspekte bei der Nutzung vernetzter und nicht vernetzter Kraftfahrzeuge, <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/vernetzung/gemeinsame-erklaerung-vda-und-datenschutzbehoerden-2016.html> (zuletzt aufgerufen am 3. Juni 2016)
- Kurz, Constanze, Rieger, Frank (2013): Arbeitsfrei – Eine Entdeckungsreise zu den Maschinen, die uns ersetzen, Riemann Verlag, München

- Lin, Patrick (2015): Why Ethics Matters for Autonomous Cars, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S 69-85
- Loweg, Ralf (2015): Digitale Auto-Zukunft: „HERE“ spielt die Musik, <http://auto-presse.de/autonews.php?newsid=322700> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Maurer, Markus, Gerdes, J. Christian, Lenz, Barbara, Winner, Hermann (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg
- Motornews (2015): Bosch und TomTom arbeiten an Karten-Technologie für das automatisierte Fahren, <http://www.motornews.at/bosch-und-tomtom-arbeiten-an-kartentechnologie-fuer-das-automatisierte-fahren/> (zuletzt aufgerufen am 21. August 2016)
- MRG (2014): Overview of the Flagship Project „Robot-Car“, <http://mrg.robots.ox.ac.uk/robotcar-overview/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016).
- Müller, Rolf, Pester, Wolfgang (1999): Behagliches Klima im Auto senkt das Unfallrisiko beträchtlich, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Behagliches-Klima-im-Auto-senkt-Unfallrisiko-betraechtlich> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Nvidia: Willkommen in der Zukunft der Kartographie, <http://www.nvidia.de/object/hd-mapping-system-de.html> (zuletzt aufgerufen am 3. Juni 2016)
- Odrich, Peter (2016): Fahrerloser Bus im öffentlichen Verkehr unterwegs, <http://www.ingenieur.de/Branchen/Verkehr-Logistik-Transport/Fahrerloser-Bus-im-oeffentlichen-Verkehr-unterwegs> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- ORF online (2013): Vorreiter bei autonomen Autos, <http://orf.at/stories/2195979/2195981/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- ORF online (2016): 20 Mio. Euro Förderung für Pilotprojekte, <http://orf.at/stories/2343812/2343771/> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016)
- ORF online (2016): Audi gerät in Abgasaffäre immer stärker unter Druck, <http://orf.at/#/stories/2352869/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- ORF online (2016): Erster Zwischenbereich von US-Behörde, <http://orf.at/stories/2351344/2351346/> (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016)
- ORF online (2016): Fiat-Chrysler-Chef rechnet mit Roboterautos in fünf Jahren, <http://orf.at/stories/2338151> (zuletzt aufgerufen am 11. Mai 2016)
- ORF online (2016): Jeder vierte Unfall wegen Handys, <http://orf.at/stories/2342703/2342701/> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- ORF online (2016): Selbstfahrender Bus auf Amsterdams Straßen, <http://orf.at/stories/2350006/> (zuletzt aufgerufen am 18. Juli 2016)
- ORF online (2016): Zulieferfirma von Tesla: Autopilotensystem „unausgereift“, <http://orf.at/stories/2348620/> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Pakalski, Ingo (2016): Opel-Mutterkonzern kauft Firma für autonomes Fahren, <http://www.golem.de/news/general-motors-opel-mutterkonzern-kauft-firma-fuer-autonomes-fahren-1603-119712.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Palmer, Michael (2006): Data is the New Oil, http://ana.blogs.com/maestros/2006/11/data_is_the_new.html (zuletzt aufgerufen am 26. Mai 2016)
- Pariser, Eli (2011): The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You, Penguin Press, New York

- Pluta, Werner (2016): Tesla Model S rammt selbstständig Anhänger, <http://www.golem.de/news/autonomes-crashen-tesla-model-s-rammt-selbststaendig-anhaenger-1605-120858.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Preisinger, Irene (2016): Fernlicht statt Rückspiegel – BMW wird 100 Jahre alt, <http://www.trend.at/wirtschaft/fernlicht-rueckspiegel-bmw-jahre-6250200> (zuletzt aufgerufen am 26. Juni 2016)
- Reichsgesetzblatt für die im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder, LXII. Stück, ausgegeben und versendet am 7. Oktober 1905, No. 156: Verordnung des Ministeriums des Innern im Einvernehmen mit dem Finanzministerium vom 27. September 1905, betreffend die Erlassung von sicherheitspolizeilichen Bestimmungen für den Betrieb von Automobilen und Motorrädern, Faksimile abrufbar unter <http://alex.onb.ac.at/cgi-content/alex?aid=rgb&datum=1905&page=431&size=45> ff. (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Reif Konrad (Hrsg.) (2010): Sensoren im Kraftfahrzeug (2., ergänzte Auflage, 2012), Vieweg+Teubner Verlag/Springer Fachmedien Wiesbaden
- Rinn, Gregor M. (2008): Das Automobil als nationales Identifikationsobjekt, Dissertation, Humboldt-Universität Berlin
- Rothmann, Robert; Sterbik-Lamina, Jaro; Peissl, Walter; Čas, Johann (2012): Aktuelle Fragen der Geodaten-Nutzung auf mobilen Geräten – Endbericht, Bericht-Nr. ITA-PB A63, Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA), Wien.
- Rötzer, Florian (2016): Ab 2016 sollen Fahrzeuge in Russland aus der Ferne gestoppt werden können, <http://www.heise.de/tp/artikel/48/48093/1.html> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Rouf, Ishtiaq et al. (2010): Security and Privacy Vulnerabilities of In-Car Wire-less Networks: A Tire Pressure Monitoring System Case Study, https://www.usenix.org/legacy/event/sec10/tech/full_papers/Rouf.pdf (zuletzt aufgerufen am 6. August 2016)
- Savari (2016): Nissan, Savari, UC Berkeley and the City of Sunnyvale Announce Real-World V2X Testbed, <http://www.marketwired.com/press-release/nissan-savari-uc-berkeley-and-the-city-of-sunnyvale-announce-real-world-v2x-testbed-2109603.htm> (zuletzt aufgerufen am 22. August 2016)
- Schade, Malke (2014): Fahren per Fingerzeig, <http://www.autobild.de/artikel/autonomes-fahren-system-piedrive-5366036.html> (zuletzt aufgerufen am 7. August 2016)
- Schlag, Bernhard (2016): Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Offene Fragen aus Sicht der Psychologie, in: Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 62, Nr. 2/2016, S. 94ff.
- Schnieder, Lars, Kohl, Werner, Barrilero, Marta, Karnahl, Katharina (2016): Integration individuell abrufbarer Personentransportsysteme in den ÖPNV, Vortrag bei: 25. Verkehrswissenschaftliche Tage 2016, http://elib.dlr.de/103519/1/Individuell_abrufbare_Personentransportsysteme.pdf (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016)
- Schreiber, Dominik (2014): 250.000 Lenker täglich im Drogenrausch, Kurier online: <http://kurier.at/chronik/oesterreich/250-000-lenker-taeglich-im-drogenrausch/89.399.701> (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016)
- Schulze, Horst et al. (2012): Project DRUID – Final Report: Work performed, main results and recommendations, Revision 2.0, online verfügbar unter: http://www.druid-project.eu/Druid/EN/Dissemination/downloads_and_links/Final_Report.pdf (zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2016)
- Schwan, Ben, Fitzgerald, Michael (2015): Singapur: Stadtstaat testet autonome Taxis, <http://heise.de/-2534980> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)

- Science@orf.at (2004): WHO warnt: Tödliche Verkehrsunfälle nehmen zu, <http://sciencev1.orf.at/science/news/110438> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Shoup, Donald C. (2006): Cruising for Parking, in: Transport Policy 13 (2006), S. 479-486, Elsevier, <http://shoup.bol.ucla.edu/Cruising.pdf> (zuletzt aufgerufen am 1. Juni 2016)
- Sokolov, Daniel AJ (2014): Pflicht zu Rückfahr-Kameras in US-Autos, <http://heise.de/-2160999> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Sorge, Nils-Viktor (2015): Volkswagen wollte 100 Euro pro Auto sparen – und verliert jetzt Milliarden, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/dirty-diesel-skandal-volkswagen-sparte-an-katalysatoren-a-1054007.html> (zuletzt aufgerufen am 23. Juni 2016)
- Statistik Austria (2015): Straßenverkehrsunfälle – Jahresbericht 2014, Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden, Schnellbericht 4.3, Eigenverlag, Wien
- Statistik Austria (2015): Hauptergebnisse der Leistungs- und Strukturstatistik 2014 (4-Stellern) der ÖNACE 2008, http://statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=108395 (zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016)
- Störing, Marc (2015): Unkontrollierte Datensammler, in: c't Auto digital (2015), Verlag Heise Medien, Hannover, S. 150ff
- Teknologirådet (2016): Norway 2030: Driverless cars – need for political action?, <https://teknologiradet.no/english/norway-2030/driverless-cars-need-for-political-action/> (zuletzt aufgerufen am 27.6.2016)
- United Nations (2015): Adoption of the Paris Agreement, <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- United Nations, Economic and Social Council (2014): Report of the sixty-eighth session of the Working Party on Road Traffic Safety, Annex, S 9, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2014/wp1/ECE-TRANS-WP1-145e.pdf> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Übereinkommen über den Straßenverkehr, Bgbl. Nr. 289/1982, idF 517/1991, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011542> (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)
- Valevatn, Joakim (2016): Driverless Cars – Need for Political Action, <https://teknologiradet.no/english/norway-2030/driverless-cars-need-for-political-action/> (zuletzt aufgerufen am 24. Juli 2016)
- Viehmann, Sebastian (2016): Schummel-Diesel nach Umrüstung: Verbrauch steigt um 0,5 bis 0,7 Liter, Focus-Online: http://www.focus.de/auto/news/abgas-skandal/autozeitschrift-testet-nach-vw-rueckruf-schummel-diesel-nach-umruestung-verbrauch-steigt-um-0-5-bis-0-7-liter_id_5292329.html (zuletzt aufgerufen am 14. Mai 2016)
- Volvo Car USA (2015): US urged to establish nationwide Federal guidelines for autonomous driving, Press Release, <https://www.media.volvocars.com/us/en-us/media/pressreleases/167975/us-urged-to-establish-nationwide-federal-guidelines-for-autonomous-driving> (zuletzt aufgerufen am 22. Juni 2016)
- Wachenfeld, Walther et al. (2015): Use-Cases des autonomen Fahrens, in: Maurer, Markus et al. (Hrsg.) (2015): Autonomes Fahren – Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Springer Open, Berlin/Heidelberg, S. 10-37
- Waterfield, Bruno, Day, Mathew (2014): EU has secret plan for police to 'remote stop' cars, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/europe/eu/10605328/EU-has-secret-plan-for-police-to-remote-stop-cars.html> (zuletzt aufgerufen am 8. Mai 2016)

- Wikipedia: Car2Car Communication, https://de.wikipedia.org/wiki/Car2Car_Communication
(zuletzt aufgerufen am 16. März 2016)
- Wikipedia: Crashesensor, <https://de.wikipedia.org/wiki/Crashesensor> (zuletzt aufgerufen am 20. August 2016)
- Wikipedia: Fahrerassistenzsystem, <https://de.wikipedia.org/wiki/Fahrerassistenzsystem>
(zuletzt aufgerufen am 6. August 2016)
- Wikipedia: Trolley-Problem, <https://de.wikipedia.org/wiki/Trolley-Problem> (zuletzt aufgerufen am 16. Mai 2016)
- Wikipedia: VW-Abgasskandal, <https://de.wikipedia.org/wiki/VW-Abgasskandal>
(zuletzt aufgerufen am 14. Mai 2016)
- Wilkens, Andreas (2016): Samsung präsentiert ersten LKW mit Heckdisplay für sicheres Überholen,
<http://heise.de/-3093747> (zuletzt aufgerufen am 4. Februar 2016)
- Wolf, Günter (2014): Fahrzeugherzeugung – Branchenbericht, Unicredit Austria AG/Economics & Market
Analysis Austria (Hrsg.), Wien, <https://www.bankaustria.at/files/Fahrzeugherzeugung.pdf>
(zuletzt aufgerufen am 26. Juli 2016)
- Zwischenstaatliches Übereinkommen über den Verkehr von Kraftfahrzeugen, Bgbl. Nr. 304/1930, idF Bgbl.
Nr. 189/1931, [https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&
Gesetzesnummer=20005045](https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005045) (zuletzt aufgerufen am 17. Mai 2016)