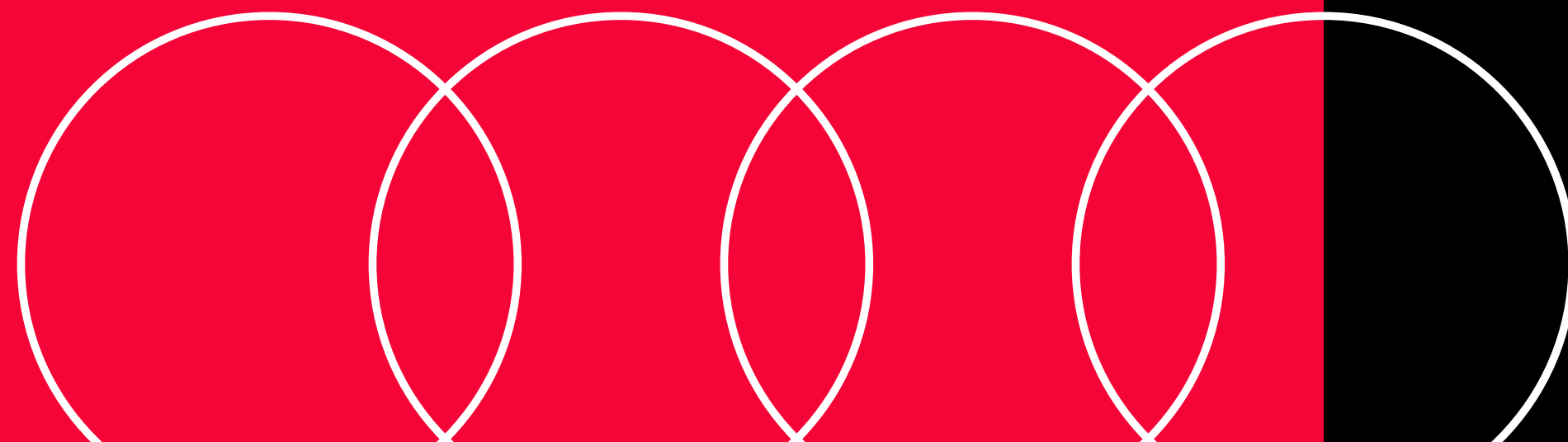




&Audi SocAlty
Studie

Autonomes Fahren auf dem
Weg zur gesellschaftlichen
Akzeptanz



	Vorwort	3
	Executive Summary	4
1	Methodik & Hintergrund der Studie	5
2	2030 – ein Blick in die Zukunft	9
3	SocAlty Impact Radar	19
4	Recht – im evolutionären Wechselspiel mit dem Fortschritt	23
5	Ethik – Vertrauensbeziehung zwischen Mensch & Maschine	37
6	Daten – im Spannungsfeld zwischen Leistungsfähigkeit & Schutz von Daten beim autonomen Fahren	54
	Conclusio	70
	Impressum	72

Vorwort



Saskia Lexen
Projektleiterin, Initiative &Audi

Die Vision vom autonomen Fahren fasziniert uns. Sie beschreibt eine neue Mobilitätswelt, in der Passagiere die Zeit im Auto zum Arbeiten oder Entspannen nutzen können. Das autonom fahrende Auto ist einer der greifbarsten Anwendungsfälle von künstlicher Intelligenz, an denen sich die Chancen und Herausforderungen der neuen Technologien verdeutlichen lassen.

Künstliche Intelligenz eröffnet uns neue Horizonte. Sie darf jedoch nicht zum Selbstzweck werden. Wir sollten neue Technologien trotz aller Begeisterung immer auch hinterfragen. Nur mit dieser kritischen Reflexion stärken wir das Vertrauen der Menschen in Technik und den Mut zu Neuerungen. Mit der Initiative &Audi wollen wir dazu beitragen, im Diskurs die Chancen des technologischen Fortschritts zu beleuchten. Bereits heute erhöhen Fahrerassistenzsysteme die Sicherheit, indem sie uns bei einer umsichtigen, risikovermeidenden Fahrweise unterstützen. Und perspektivisch kann das autonome Fahren die Zahl der Unfälle reduzieren. Denn neun von zehn Kollisionen sind heute auf menschliches Versagen zurückzuführen. Vielleicht wird man sich in 50 Jahren wundern, wieso wir aufgrund dieser Unsicherheit überhaupt selbst Hand ans Steuer gelegt haben. Gleichzeitig ist das Auto für viele Menschen mehr als ein reines Fortbewegungsmittel. Und insbesondere das Gefühl, selbst zu fahren und im wahrsten Sinne des Wortes das Steuer in der Hand zu halten, möchten viele (noch) nicht aufgeben. Denn für eine breite Akzeptanz des autonomen Fahrens ist neben der technologischen Reife der Fahrsysteme auch die gesellschaftliche Dimension von großer Bedeutung. In der vorliegenden Studie adressieren wir deshalb gesellschaftliche Fragestellungen, die mit dem autonomen Fahren im Zusammenhang stehen. Expert_innen von Universitäten, Unternehmen, Verbänden und der Politik beleuchten diese Fragestellung mit ihrer jeweiligen Expertise und diskutieren schwerpunktmäßig zu Recht, Ethik und Datenschutz.

Zusammengenommen entsteht das Bild einer Mobilitätslandschaft, die 2030 anders aussehen wird als heute, aber ohne Science-Fiction auskommt. So wollen wir eine angemessene Erwartungshaltung zu den Möglichkeiten und Grenzen der Technologie in der Gesellschaft etablieren und Vertrauen schaffen. In einer Zeit intelligenter und vernetzter Systeme stehen uns völlig neue Möglichkeiten zur Verfügung, um zentrale Herausforderungen dieser Welt anzupacken. Wir sehen es als Automobilhersteller als unsere Verantwortung, digitale Technologien unter Einbezug ethischer Fragen zu definieren und neue technologische Möglichkeiten verantwortungsvoll einzusetzen. So haben wir die Chance, ein Maximum an Effizienz zu erreichen und weder Zeit noch Raum, Energie oder Rohstoffe zu verschwenden. Computer analysieren unsere Abläufe und machen Vorschläge, wie wir sie verbessern können. So dämmen wir Verschwendung im Großen wie im Kleinen ein, optimieren Wege, vermeiden Leerfahrten und Staus. Unter dem Strich wird uns die große Gesellschaftsaufgabe, Klima und Umwelt zu schützen, nur mit neuen Technologien gelingen. Sie helfen uns dabei, unsere Umwelt lebenswert zu erhalten.

Executive Summary

Diese Studie widmet sich zentralen Fragestellungen rund um das autonome Fahren der Gegenwart und Zukunft. Dazu wird beleuchtet, wo Technologie und Gesellschaft heute stehen, wie die nahe Zukunft der Mobilität mit autonomen Fahrzeugen aussehen kann und welche Themen und Handlungsfelder auf dem Weg in eine autonome Zukunft entscheidend sind.

Dazu wurden 19 internationale Expert_innen aus den Bereichen Recht, Ethik und Daten interviewt und gebeten, ihre Sicht der Dinge darzulegen. Die Ergebnisse sind, auch wenn es lokale und fachliche Unterschiede gibt, an vielen Stellen eindeutig. Es besteht Konsens darin, dass die Zeit gekommen ist sich von Zukunftsszenarien mit wenig Realitätsbezug zu lösen und gemeinsam an einer realistischen Vision für die nahe Zukunft zu arbeiten. Um diese zu erreichen, thematisiert diese Studie neben den gängigen Themen, wie der Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien und Infrastruktur auch ein neues Mindset im Umgang mit technologischen Innovationen. Die Expert_innen zeigen in ihren Bereichen Wege zu mehr pragmatischer Lösungsfindung und Kollaboration auf und plädieren für eine offene und transparente Kommunikation mit der Öffentlichkeit. Die Studie dient somit als Grundlage und Denkanstoß für Unternehmen, Politik, Mobilitäts- und Technikbegeisterte und weitere Akteure, denen eine sichere, inklusive und umweltfreundliche Mobilitätswende am Herzen liegt.

A large red number '1' is centered on a black background. The background features a central bright light source that creates a series of white light trails radiating outwards, resembling a starburst or a lens flare effect. The trails are more prominent on the left and right sides, creating a sense of depth and focus on the central number.

1

Methodik & Hintergrund der Studie

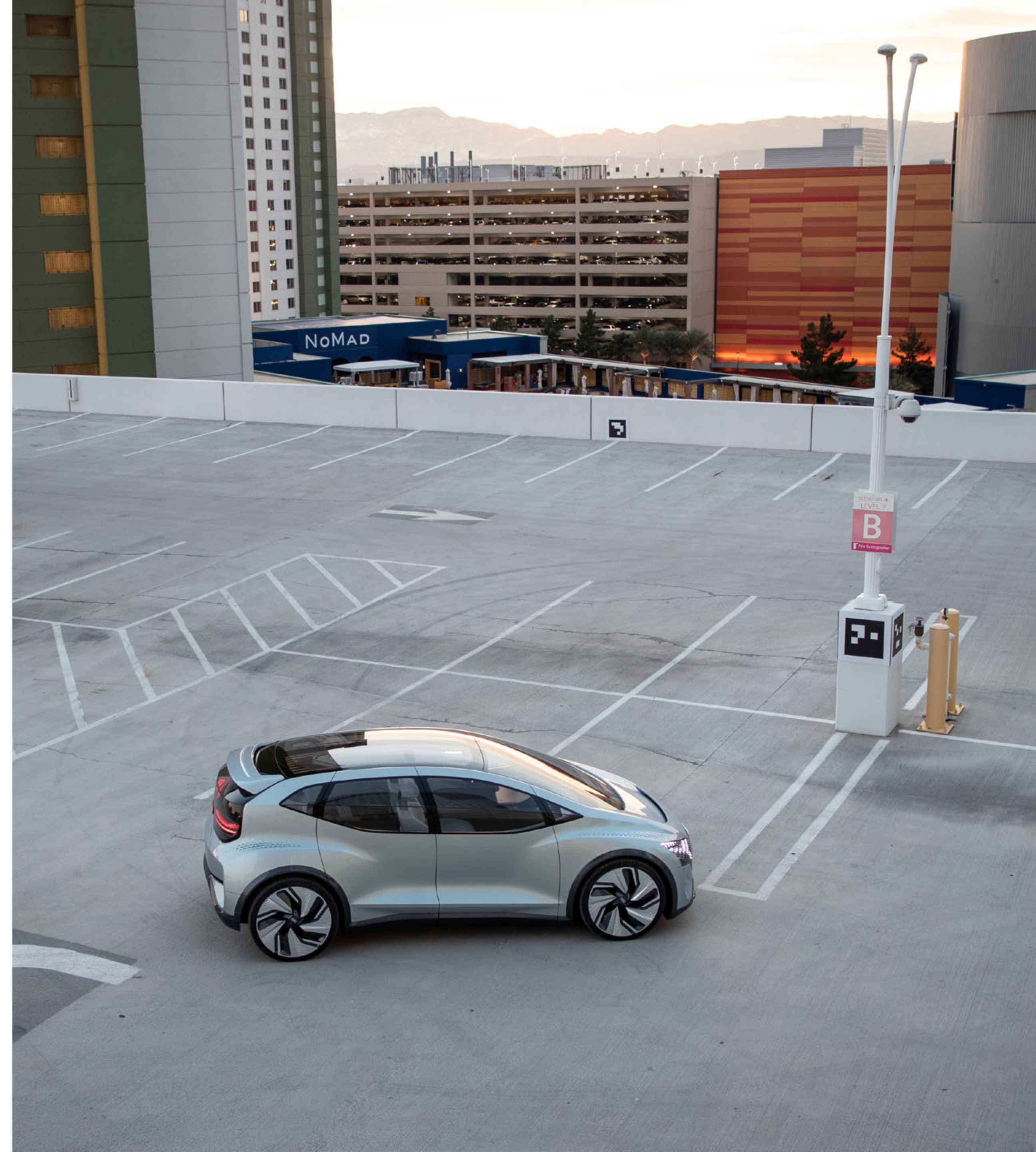
Hintergrund

Die vorliegende Studie befasst sich im Wesentlichen mit der Mobilität der Zukunft, genauer gesagt mit den Chancen und Herausforderungen des autonomen Fahrens. Sie soll damit einen Beitrag zur öffentlichen Debatte rund um aktuelle Fragestellungen zum autonomen Fahren und den verantwortungsvollen Einsatz von neuen Technologien in der Mobilität leisten. Wenn man sich mit dem aktuellen Diskurs zum autonomen Fahren beschäftigt, wird schnell deutlich, dass er viele Themen im gesellschaftlichen Kontext bestimmt. Auf der einen Seite scheint es, als sei die Gesellschaft in einigen Ländern noch nicht bereit für diesen großen technologischen Fortschritt, Ängste sind Treiber der Debatten. Auf der anderen Seite rückt die Anwendung der Technologie durch Reallabore und Testings in Alltagsumgebungen immer näher in die Mitte unserer Gesellschaft und wird somit stetig präsenter für die Menschen. Gleichzeitig verändert sich die internationale Rechtslage rasant und stellt sich in verschiedenen Ländern unterschiedlich dar. Fragestellungen des Datenschutzes, der zum Teil als Hindernis des Fortschritts verstanden wird, werden im allgemeinen Diskurs immer wieder zur Debatte gestellt. Die Themen werden kontrovers diskutiert und werfen stetig neue Fragen auf, für die es bislang noch keine klaren Antworten gibt. Die vorliegende Studie befasst sich mit diesen Fragen und strebt deshalb an, offene Fragen zum Einsatz neuer Technologien in der Mobilität und zum Einfluss dessen auf das Leben der Menschen zu beantworten.

Ziel & Umsetzung

Die &Audi SocAlty-Studie möchte dazu beitragen, dass Mensch und Maschine mit automatisierten Fahrzeugen in Zukunft zuverlässig und partnerschaftlich agieren können. Durch eine sichere und rechtlich abgesicherte Nutzung der Technologie kann und wird nachhaltiges Vertrauen und eine breite Akzeptanz für intelligente und zunehmend autonome Fahrsysteme geschaffen werden.

Erstmals teilen weltweit führende Expert_innen aus den Bereichen Mobilität, Innovation und Gesellschaft ihre Gedanken zu ethischen, technologischen und rechtlichen Fragestellungen zum autonomen Fahren und zeigen Lösungsansätze auf. So liefert die Studie einen wichtigen Anstoß für eine nachhaltige gesellschaftliche Debatte über neue Technologien und deren Bedeutung für die Mobilität der Zukunft. Die &Audi SocAlty-Studie möchte dabei die dringlichsten Fragen und zukunftsgerichtete Lösungen zum autonomen Fahren erstmals zusammentragen.





Fokusthemengebiete

Diese Studie soll als Grundlage für eine produktive Diskussion bezüglich der Gesellschaftsfähigkeit des autonomen Fahrens dienen. Dazu teilen weltweit führende Expert_innen ihre Gedanken zu drei Fokusthemengebieten:

Recht – im evolutionären Wechselspiel mit dem Fortschritt: Was sind die größten Herausforderungen und Hürden aus rechtlicher Perspektive und welche Lösungsansätze gibt es, um diesen im internationalen Kontext zu begegnen?

Ethik – Vertrauensbeziehung zwischen Mensch & Maschine: Was sind mögliche Antworten auf das moralische Dilemma beim autonomen Fahren und wie können Ängste gemindert sowie Vertrauen in die Technologie aufgebaut werden?

Daten – im Spannungsfeld zwischen der Leistungsfähigkeit & dem Schutz von Daten: Welche Chancen bringen die Vernetzung und das Sammeln von Daten beim autonomen Fahren und wie lassen sich datenschutzrechtliche Herausforderungen bewältigen?

Format

Die für die Studie ausgewählten Expert_innen sind Meinungsführer_innen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik mit hoher Expertise in der Thematik des autonomen Fahrens. In einstündigen Interviews hatten sie Gelegenheit, ein Zukunftsbild für die Mobilität 2030 zu zeichnen und ihre Ansichten und Visionen zur Gegenwart und Zukunft des autonomen Fahrens zu äußern. Die Interviews wurden zusätzlich mit Hypothesen aus dem öffentlichen Diskurs und Aussagen anderer Expert_innen angereichert.

Autonomes Fahren wird im Rahmen dieser Studie weitläufig als Synonym für die SAE (Society of Automotive Engineers) Level 3–5 (siehe S. 13) verwendet.

Expert_innen der Studie

Im Rahmen der Studie wurden weltweit führende Experten zu den Kernfragestellungen im Bereich des Autonomen Fahrens in den Handlungsfeldern Ethik, Recht und Daten befragt.

Recht

Richard Goebelt

Mitglied der Geschäftsleitung & Bereichsleiter Fahrzeug / Mobilität, Verband der TÜV e.V. (VdTÜV)

Deborah Hersman

Ehem. Chairman & Board Member,
U.S. National Transportation Safety Board
Ex-Waymo, Ex-Velodyne Lidar

Dr. jur. Uta Klawitter

Leiterin Zentraler Rechtsservice, Audi AG

Jessica Uguccioni

Automated Vehicles Review – Lead Lawyer,
Law Commission of England and Wales

Prof. Bryant Walker Smith, J.D., LL.M.

Associate Professor of Law and (by courtesy) Engineering,
University of South Carolina
Co-Director – Project on Law and Mobility, University of
Michigan Law School
Affiliate Scholar – Center for Internet and Society,
Stanford Law School

Ethik

Pete Bigelow

Senior Reporter, Automotive News

Prof. Dr. Dr. Eric Hilgendorf

Jurist, Rechtsphilosoph & ehem. Mitglied der Ethikkommission
Inhaber des Lehrstuhls für Rechtstheorie/ -informatik, Straf-/
Strafprozess- & Informationsrecht, Universität Würzburg

Prof. Dr. Christoph Lütge

Lehrstuhlinhaber Wirtschaftsethik & Direktor des
„Institute for Ethics in AI“, Technische Universität München

Sandy Munro

Automotive Engineer / Advisor / Speaker & YouTuber,
Munro & Associates, Inc.

Prof. Huei Peng

Professor of Mechanical Engineering & Director of Mcity,
University of Michigan

Dr. Ilja Radusch

Director – Smart Mobility, Fraunhofer Institute FOKUS
Head of the Daimler Center for Automotive IT-Innovations
(DCAITI), Technical University of Berlin

Prof. Iyad Rahwan

Director, Max Planck Institute for Human Development
Honorary Professor, Technical University of Berlin

Hiltrud Werner

Geschäftsbereich – Integrität und Recht & Vorstandsmitglied,
Volkswagen AG

Daten

Sam Abuelsamid

Principal Research Analyst, Guidehouse
Columnist, Automotive Engineering Magazine

Dist. Prof. Genevieve Bell

Director of the School of Cybernetics & Florence Violet
McKenzie Chair, The Australian National University
Senior Fellow – New Technology Group, Intel Corporation

Jake Fisher

Senior Director – Auto Testing, Consumer Reports

Dipl.-Ing. Torsten Gollewski

Executive Vice President – Autonomous Mobility Systems,
ZF Group & CEO, Zukunft Ventures GmbH

Dr. Tobias Miethaner

Ministerialdirektor – Abteilung für Digitale Gesellschaft,
Bundesministerium für Verkehr & digitale Infrastruktur (BMVI)

Alexander Pesch

Senior Director – ADAS / Automated Driving / ICV, Audi China



2

2030 – ein Blick in die Zukunft



Wie wird die Verkehrs- und Mobilitätslandschaft im Jahr 2030 aussehen? Das beschäftigt viele Expert_innen, Mobilitätsteilnehmer_innen und Unternehmen. Werden Autos nur noch selbstfahrend sein? Wird der Himmel voll sein von Flugtaxis und Lieferdrohnen? Was bedeutet das für unsere Städte und ländlichen Regionen? All diese Fragen rund um mögliche Zukunftsszenarien werden aktuell kontrovers diskutiert – je nach Argumentation bestimmen utopische bzw. dystopische Vorstellungen den Diskurs.

Die Mobilitätslandschaft wird insgesamt vielfältiger

In den Interviews wurden alle Expert_innen nach ihrer Vision für das Jahr 2030 gefragt. Und sie waren sich überraschend einig. Die vorherrschende Meinung ist, dass die Mobilitätslandschaft 2030 in jedem Fall kleinteiliger und komplexer sein wird als heute. Das liegt laut Expert_innen vor allem daran, dass wir uns in einer Übergangsphase befinden, in der sich neue Mobilitätsangebote in allen Bereichen etablieren. Dies wird nach Ansicht der Expert_innen zumindest vorübergehend zu einer Fragmentierung des gesamten Marktes führen. Dennoch wird die bisherige Infrastruktur weitestgehend vorherrschen.

Ein Vorgeschmack auf diese Fragmentierung sei bereits jetzt in einigen Großstädten zu sehen, wo fast monatlich ein neues Last-Mile-Konzept am Markt erscheint und oft auch genauso schnell wieder verschwindet. Man denke nur an die vielen verschiedenen Bike-Sharing-Angebote oder Elektroroller-Flotten. Diese neue Form von Mikromobilität wird uns in Zukunft besonders in Städten noch viel öfter begegnen. Gerade für sehr kurze Strecken, die heute noch oft mit dem Auto gefahren werden, überwiegen hier die Vorteile hinsichtlich Geschwindigkeit, Parkplatzsuche, Ökobilanz und Kosten deutlich. Eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle sowie nutzerfreundliche Verknüpfung neuer mit bereits etablierten Mobilitätsangeboten wird nach Ansicht der Expert_innen ein Schlüsselfaktor für die Akzeptanz bei den Nutzer_innen werden.

Die Expert_innen sind sich weitestgehend einig, dass 2030 autonome Mobilitätssysteme in den Alltag der Menschen weltweit vorgedrungen sein werden. Vermutlich werden der Fracht- und Lieferverkehr eine Vorreiterrolle einnehmen. Da große Logistikunternehmen hohe Einflusskraft auf gesamte Transportketten haben, scheint dies durchaus wahrscheinlich. Dennoch sind für eine skalierbare Einführung und Durchdringung des Marktes, auch hier zunächst Prototypen gefragt. Konkrete Anwendungsfälle, die von unterschiedlichen Expert_innen genannt wurden, sind Fahrerassistenzsysteme im Lieferverkehr und bei LKWs sowie vollautomatisierte Systeme für Schiffsverkehr oder Lieferdrohnen.

„Die Lage wird unübersichtlich sein.“

Jessica Ugucioni

Der Personenverkehr befindet sich im Umbruch

Die Personenverkehrslandschaft wird im Gegensatz zum Warenverkehr noch viel stärker durch die Ansprüche und Nutzungsgewohnheiten der Konsument_innen geformt werden. Hier werden neben dem Thema der ökologischen Nachhaltigkeit auch der individuelle Anspruch sowie die eigene Bequemlichkeit eine entscheidende Rolle spielen. Das neue Prinzip heißt „fit-for-purpose mobility solutions“ – hierbei geht es darum, mit gut aufeinander abgestimmten Angeboten und Services eine Lösung für eine bestimmte Situation oder ein Bedürfnis zu bieten.

Vermutlich werden vor allem im urbanen Raum immer mehr Shared-Mobility-Angebote und digital vernetzte Mobilitätsservices den Markt durchdringen. Wichtiges Erfolgskriterium für die Akzeptanz bei den Nutzer_innen wird eine nahtlose Verzahnung der unterschiedlichen Mobilitätsangebote aus Konsumentensicht sein. Das bedeutet, Individualverkehr mit Shared Services und dem öffentlichen Nah- und Fernverkehr so zu verknüpfen, dass für die einzelnen Mobilitätsteilnehmer_innen möglichst wenig Brüche und Komplikationen entstehen.

Die Nachfrage nach unterschiedlichen Services wird außerdem immer stärker vom Standort der Mobilitätsteilnehmer_innen bestimmt. Dabei werden weniger nationale Unterschiede im Vordergrund stehen, sondern bestimmte Standortfaktoren das Angebot von bestimmten Mobilitätslösungen definieren. In großen Städten herrschen vermehrt ähnliche Bedürfnisse, sowohl weltweit als auch auf nationaler Ebene. So haben Städte wie New York, London und Shanghai ähnliche Grundvoraussetzungen und Bedürfnisse hinsichtlich Mobilität, Flexibilität und Kundenerwartung. Ein ähnlicher Effekt wird in ländlichen oder suburbanen Räumen zum Tragen kommen.

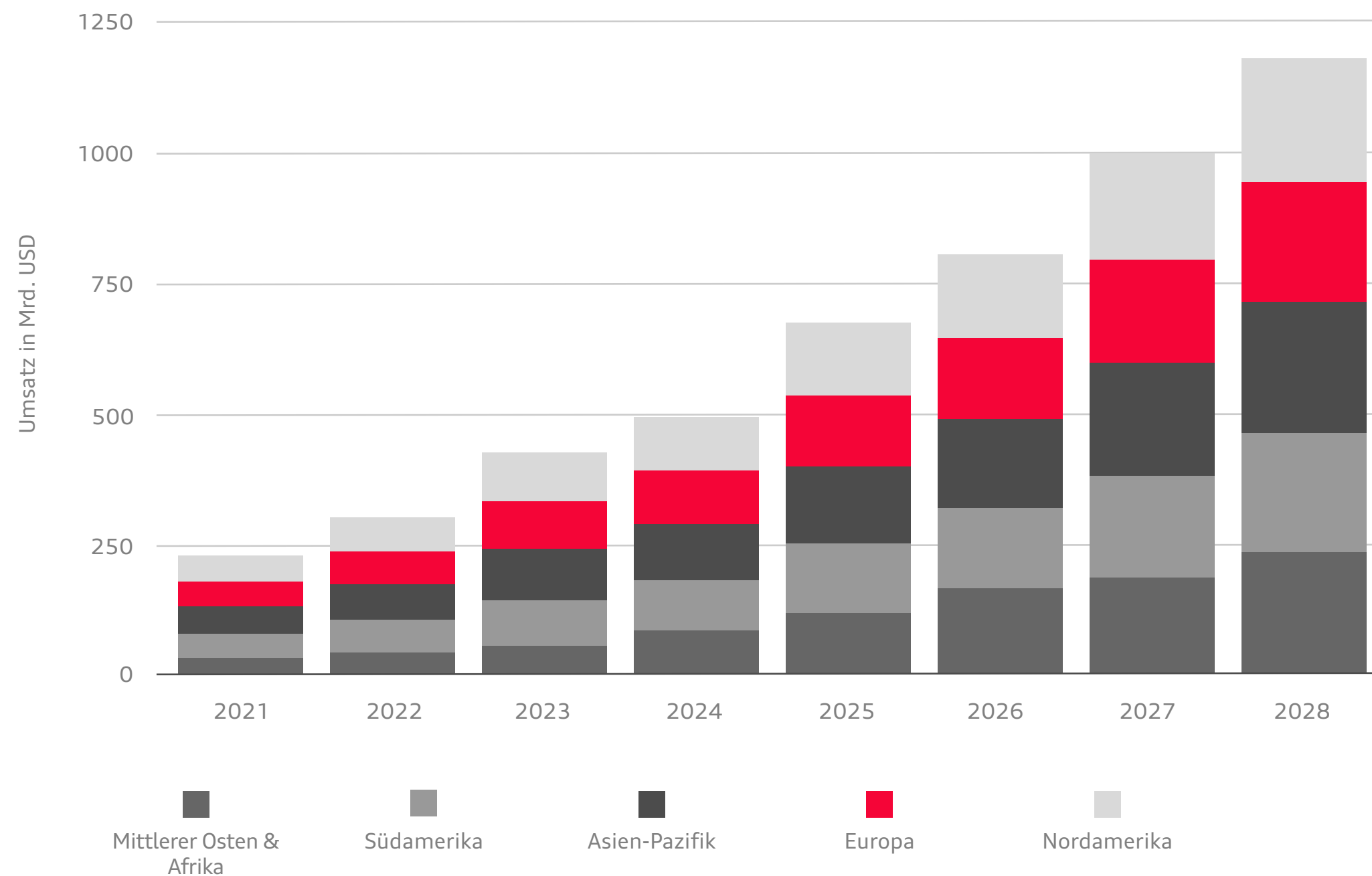
„In Zukunft wird es eine weit größere Auswahl geben, in einem stärker fragmentierten Markt mit viel mehr verschiedenen Verkehrsmitteln, die jetzt gerade in den Fokus rücken.“

Pete Bigelow



Prognose Shared-Mobility-Markt von 2021 bis 2028 nach Regionen (in Mrd. USD)

Statista estimates; Data Bridge Market Research, Statista 2021



**„Unser Job ist es,
Menschen zu
bewegen, nicht
Autos.“**

Torsten Gollewski

**„Natürlich liegt der Schwerpunkt
aktuell in Metropolen wie London,
Paris, Manhattan oder San
Francisco. Es ist gut möglich, dass
man in einzelne Stadtbereiche
schon bald nicht mehr mit dem
eigenen Auto fahren kann und ein
Sharing-Angebot nutzen muss.“**

Huei Peng

Der Individualverkehr bleibt weiterhin hoch relevant

Bedeutet die starke Zunahme von „Mobility as a Service“ (MaaS)-Angeboten dann im Umkehrschluss, dass der Individualverkehr und das Automobil massiv an Bedeutung verlieren? Nein – auch hier sind sich die befragten Expert_innen relativ einig: Der Individualverkehr wird weiterhin die Mobilitätslandschaft prägen. Besonders in weniger urbanen Regionen, aber auch in suburbanen Räumen und in Städten wird die Verfügbarkeit eines eigenen Fahrzeugs, egal ob gekauft, geleast oder auf eine andere Art und Weise zugänglich, auch in Zukunft noch ein zusätzliches Level an Flexibilität und Komfort bieten. Wer kann, wird auch im Jahr 2030 und darüber hinaus noch gerne und regelmäßig im eigenen Auto unterwegs sein. Zudem wird das Automobil weiterhin auch eine symbolische Relevanz für Individualität, Freiheit und Status haben.

„Ein Auto zu besitzen, bleibt weiterhin ein Statussymbol.“

Genevieve Bell

Die Verantwortung bleibt grösstenteils beim Menschen

Doch wie werden die Fahrzeuge der nahen Zukunft aussehen und vor allem wie bzw. von wem werden sie gefahren? Völlig selbstständig, also autonom, oder weitestgehend von Menschen gesteuert? Und welche Auswirkungen wird dies auf die Menschen und die Gesellschaft haben? Die meisten Expert_innen sind sich in einer Sache einig: Das autonome Fahren wird unsere Mobilitätslandschaft eher schrittweise verändern, die große „autonome Revolution“ bleibt also vorläufig noch aus.

Zunächst wird es sehr wahrscheinlich eine starke Durchdringung von (teil-)automatisierten Systemen bei Fahrerassistenzsystemen im Individualverkehr bis 2030 geben. Funktionen wie Autobahn- oder Stau-Assistenten, die jetzt eher in oberen Fahrzeugklassen zu finden sind, werden dann noch stärker verbreitet sein. Vermutlich wird es in Zukunft, auch wegen regulatorischen Vorgaben, kaum noch Autos ohne Fahrerassistenzsysteme geben.

Dennoch wird die Mehrheit der Fahrzeuge im Individualverkehr von morgen vermutlich noch immer von Menschen gesteuert werden, vor allem außerhalb urbaner Räume. Hintergrund ist, dass die Technologie des autonomen Fahrens im Individualverkehr bis 2030 noch nicht vollständig skalierbar sein wird. Somit wird der Großteil der Fahrzeuge noch nicht Stufe 4 oder 5 des autonomen Fahrens mitbringen.

Das liegt in erster Linie daran, dass wechselseitige Abhängigkeiten und die Komplexität der Realität noch nicht vollständig und flächendeckend durch künstliche Intelligenz abbildbar sein werden. Somit bleibt der Traum des „entspannten Fahrens“, bei dem der Mensch sich nur noch zurücklehnen muss, auch im Jahr 2030 eine Zukunftsvision. Die Verantwortung bleibt beim Menschen.

Society of Automotive Engineers (SAE – Norm J3016)
Automation Levels

(vgl. NHTSA, 2021)



„Es wird keine Revolution geben, sondern eine Evolution. Schritt für Schritt in Richtungen, die jetzt schon erkennbar sind.“

Eric Hilgendorf



Bestimmte Bereiche werden vollautonom funktionieren

Auch wenn im Personenverkehr noch nicht flächendeckend Level 4 oder 5 des autonomen Fahrens realisiert sein wird, sind doch die meisten Expert_innen überzeugt, dass „Automated Driving Systems“, also automatisierte Fahrsysteme, auf unseren Straßen keine Seltenheit mehr darstellen werden. Die Anwendungsfälle werden vermutlich zuerst bzw. stärker im öffentlichen Verkehr zu finden sein als im Individualverkehr. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass autonome Shuttles im urbanen Raum realisiert sein werden – allerdings vor allem in einer klar definierten Umgebung und auf festen Routen.

Eine mögliche Form dieser Shuttles sind per App abrufbare Carpooling-Systeme, die mit niedriger Geschwindigkeit und auf bestimmten Routen den öffentlichen Nahverkehr ergänzen. Diese sogenannten „Automated People Mover“ sind für 6 bis 10 bzw. bis zu max. 20 Personen angedacht. Diese Systeme werden von Expert_innen als besonders attraktiv bewertet, da der Kostenfaktor für die Umsetzung im Vergleich zum Schienenverkehr, wie z. B. der Tram oder weiteren Alternativen, verhältnismäßig gering ist. Für Nutzer_innen bedeuten diese Shuttles mehr Flexibilität und Komfort als bisherige öffentliche Verkehrsmittel und zugleich geringere Kosten als Taxis oder andere individuelle Transportservices.

Ein weiterer Anwendungsfall, der uns 2030 vermehrt in Städten begegnen wird, sind sogenannte Robotaxis, die die herkömmlichen Taxis in bestimmten Regionen ablösen könnten. Die meisten Expert_innen sehen diese Anwendungsfälle in Großstädten in Europa, Nordamerika und China. Bezüglich der Marktdurchdringung geht die Meinung der Expert_innen teilweise deutlich auseinander. Einige glauben, dass 2030 bereits größere Flotten im Markt sein werden, während andere erst später damit rechnen. Das hängt vor allem auch von Durchbrüchen bei technologischen Entwicklungen wie einem flächendeckenden 5G-Netzwerk, Cloud Edge Computing oder Quantum Computing ab.

„In bestimmten Bereichen wie Stadtzentren, großen Hochschulgeländen oder abgeschlossenen Wohnanlagen wird autonomes Fahren der Stufe 4–5 bereits realisiert sein. Allerdings nur mit entsprechendem Geofencing.“

Deborah Hersman

„Ein Kilometer Schiene in der Stadt kostet circa zehn Millionen Euro. Ein Kilometer Shuttle auf der Straße kostet circa zwanzigtausend Euro.“

Torsten Gollewski

Eine Ära des (teil-)autonomen Mischverkehrs

2030 wird die Mobilität stark durch eine neue Art von Mischverkehr geprägt sein. Hier werden sowohl autonome als auch von Menschen gelenkte Fahrzeuge unterwegs sein. Inwiefern dieser Mischverkehr tatsächlich flächendeckende Realität sein wird, hängt dabei stark davon ab, ob und wie gut autonome Systeme bereits auf irrationales menschliches Verhalten reagieren können.

Laut den befragten Expert_innen ist es durchaus denkbar, dass es auch im individuellen Personenverkehr bereits Areale geben wird, in denen nur Level-4- oder -5-Fahrzeuge fahren dürfen. Hierbei spielt die sogenannte „Operational Design Domain“ (ODD) eine entscheidende Rolle. Diese beschreibt die Voraussetzungen bzw. Rahmenbedingungen, unter denen ein autonomes Fahrsystem sicher und zuverlässig funktioniert. Je besser und klarer Faktoren wie Infrastruktur, Umgebung, Wettereinflüsse und Fahrbahnbeschaffenheit definiert und vorhergesagt werden können, desto höher kann das Automatisierungslevel sein.

Vermutlich werden die Autos der Zukunft über verschiedene Fahrmodi verfügen, die ortsabhängig aktiviert oder angeboten werden. Je nachdem, in welchem Gebiet ein Fahrzeug unterwegs ist, könnte ein bestimmtes Automatisierungslevel möglich oder sogar vorgeschrieben sein (vgl. Abb. S. 16). So wird in ländlichen Gebieten mit weniger ausgebauter Infrastruktur und weniger gut vorhersehbarer Fahrbahnbeschaffenheit Level 1 oder Level 2 weiterhin Standard sein. Sobald dasselbe Fahrzeug dann auf die Autobahn oder in einen urbanen Raum fährt, könnte automatisch ein Modus für Level 3, Level 4 oder Level 5 aktiviert oder eine höhere Automatisierung vorgeschlagen werden. Die Technologie zur Abgrenzung solcher unterschiedlicher Zonen, sogenanntes Geofencing, existiert bereits und kommt schon heute in anderen Bereichen zum Einsatz.

„Die Infrastruktur spielt eine entscheidende Rolle. Wenn man sich die schachbrettartigen Straßensysteme und langen Highways in den USA anschaut, dann ist es dort aus Sicht eines Herstellers einfacher, Lösungen zu finden, als in den verwinkelten Altstadtstraßen europäischer Städte.“

Tobias Miethaner

„Ich denke ein weltweit flächendeckender Robotaxi Betrieb in der Stadt wird, bei einer Absicherung auf 1 kritischen Fehler pro 1 Mrd. Kilometer, ca. 2035–2040 möglich sein. Wenn wir alle vier Jahre Technologiesprünge machen, könnte das kurz nach 2030 gelingen. In eingeschränkten ODDs sehen wir autonome Anwendungen aber schon früher.“

Torsten Gollewski

ODD (Operational Design Domain)

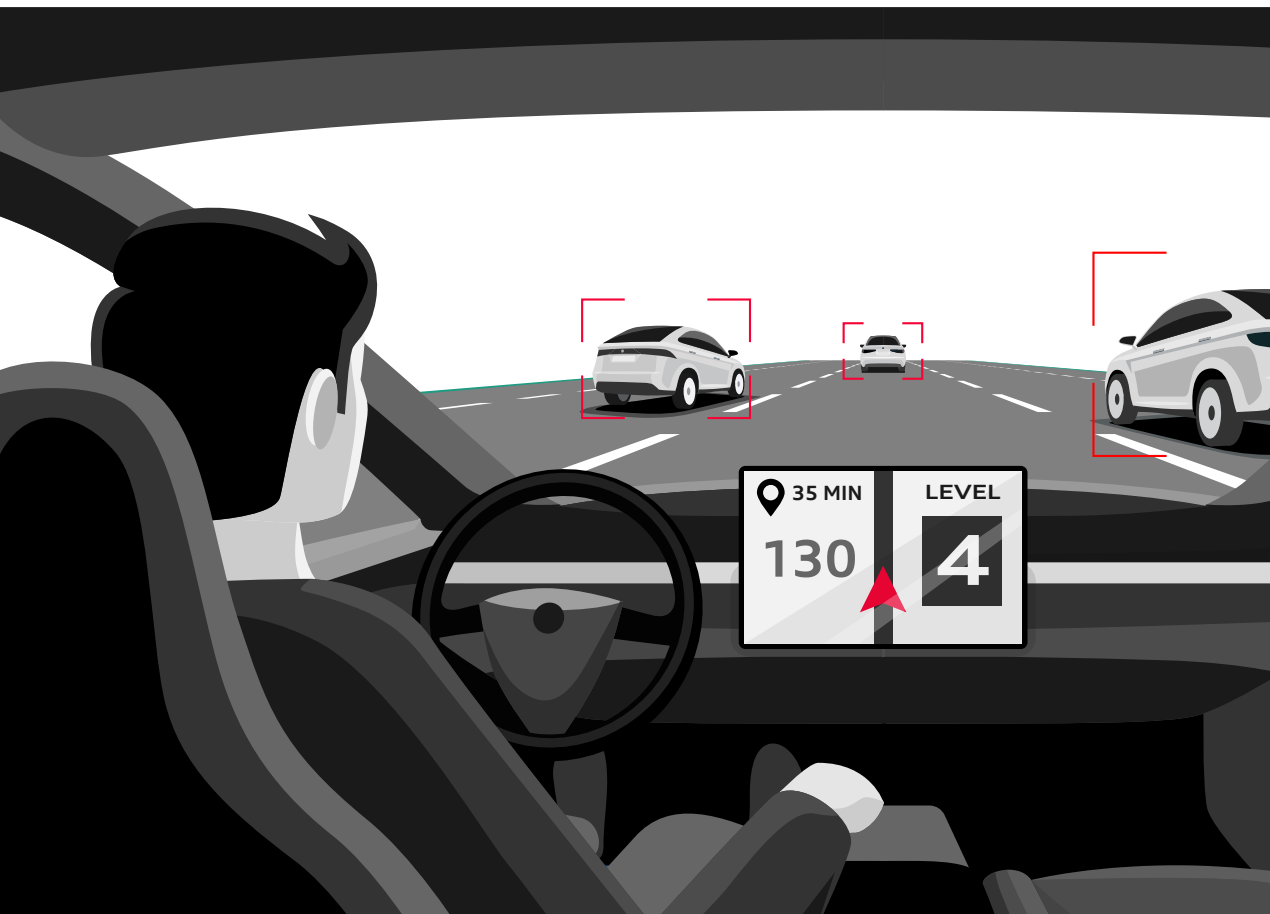
Beschreibung der spezifischen Betriebsdomäne(n), in denen eine automatisierte Funktion oder ein automatisiertes System für den ordnungsgemäßen Betrieb ausgelegt ist, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Fahrbahntypen, Geschwindigkeitsbereich, Umgebungsbedingungen (Wetter, Tag/Nacht usw.) und andere Domäneneinschränkungen. (vgl. Berman, 2019)

Geofencing

Geofencing beschreibt die technische Möglichkeit, eine bestimmte geografische Zone zu definieren und zu markieren. Mittels GPS kann geortet werden, in welcher Zone sich ein Fahrzeug befindet. Je nachdem, welche Eigenschaften und Regeln für eine Zone festgelegt wurden, können so bestimmte Fahrmodi in einem Fahrzeug aktiviert werden. Möglich wäre auch, dass die Zufahrt zu einer bestimmten Zone komplett unterbunden wird. (vgl. Quartix, o. D.)

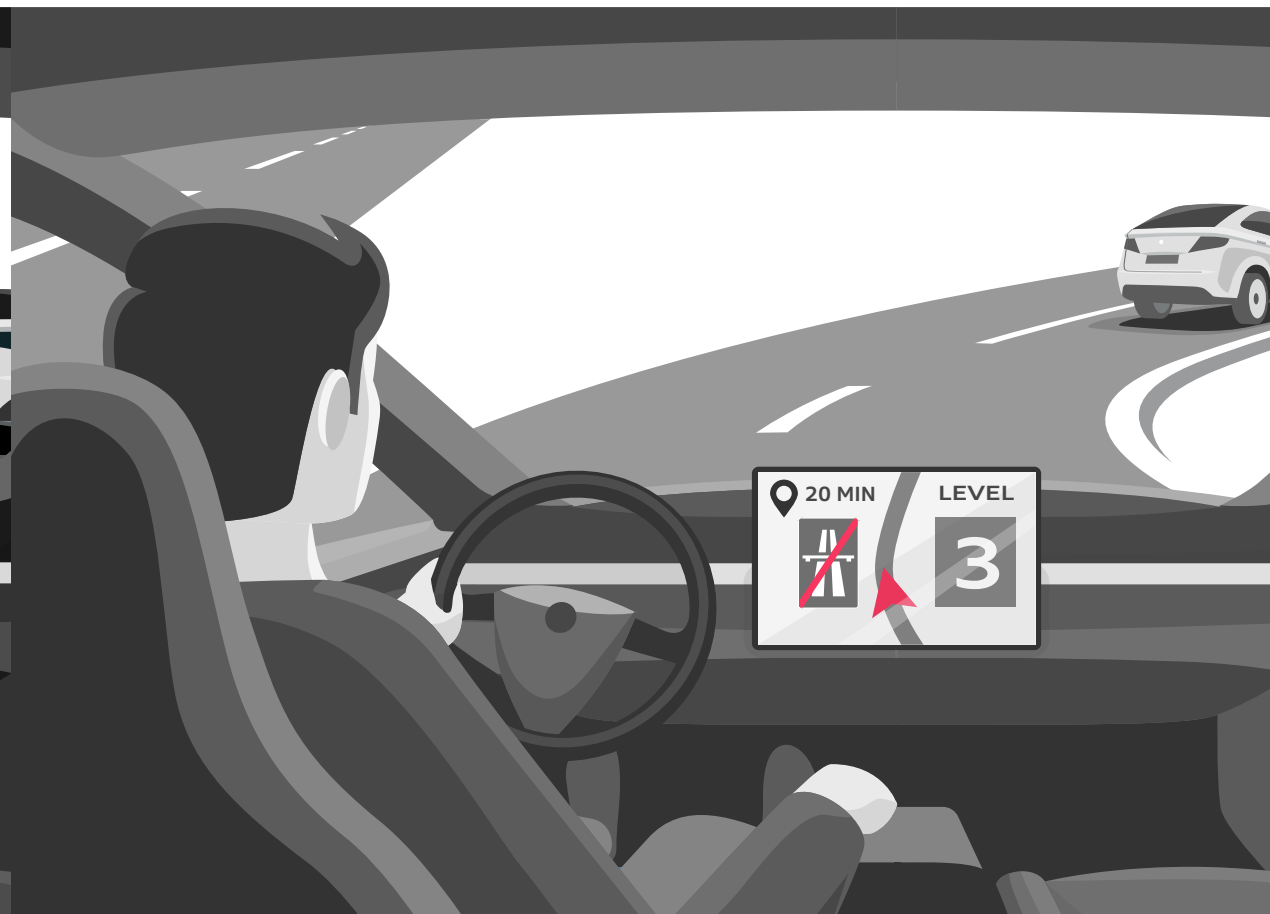
Beispielhafte Szenarien für umgebungsabhängige Fahrmodi mit eingeschränkter ODD*

*Vgl. Abb. S.13



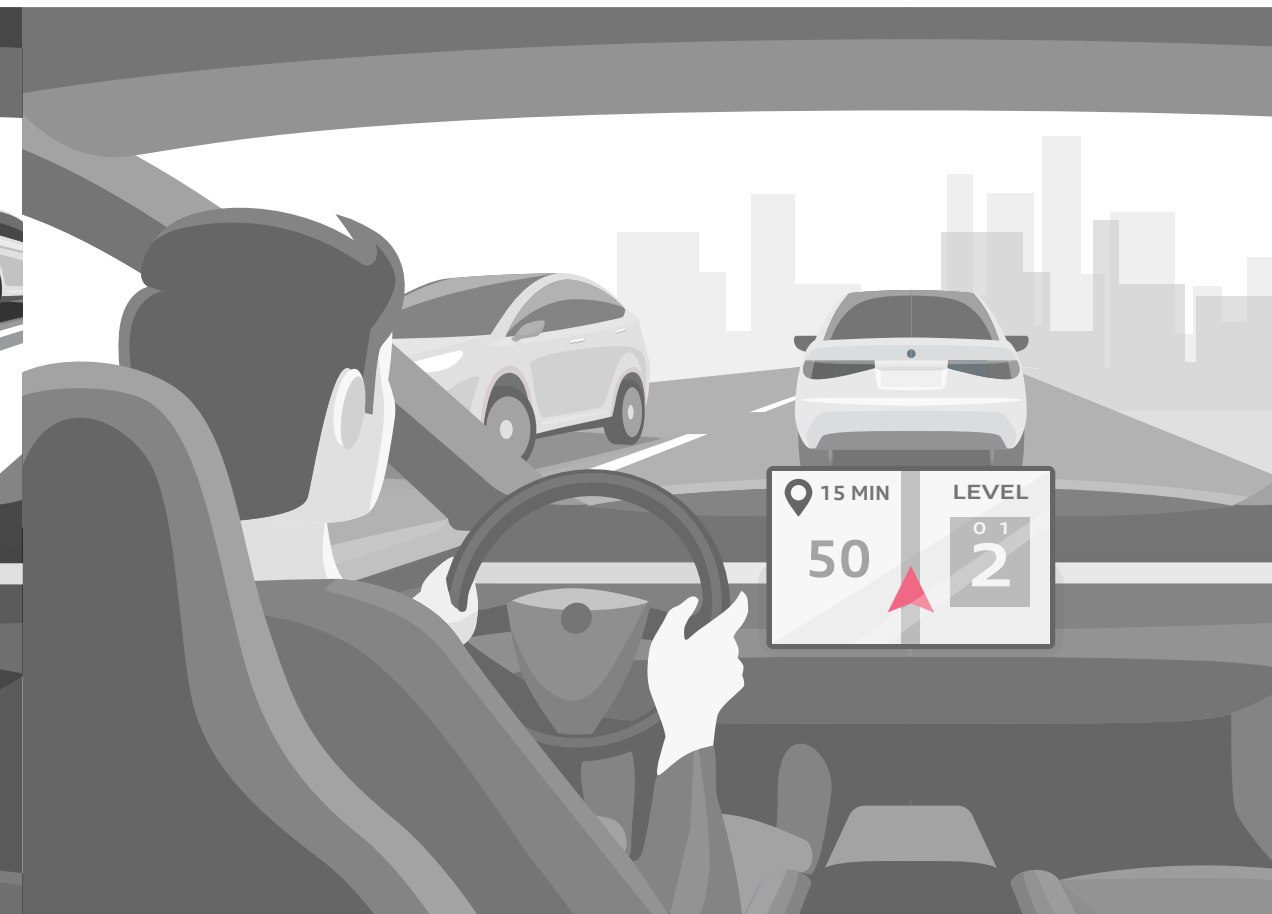
Situation 1 Autobahnpilot – fährt komplett selbstständig

Automation Level 4



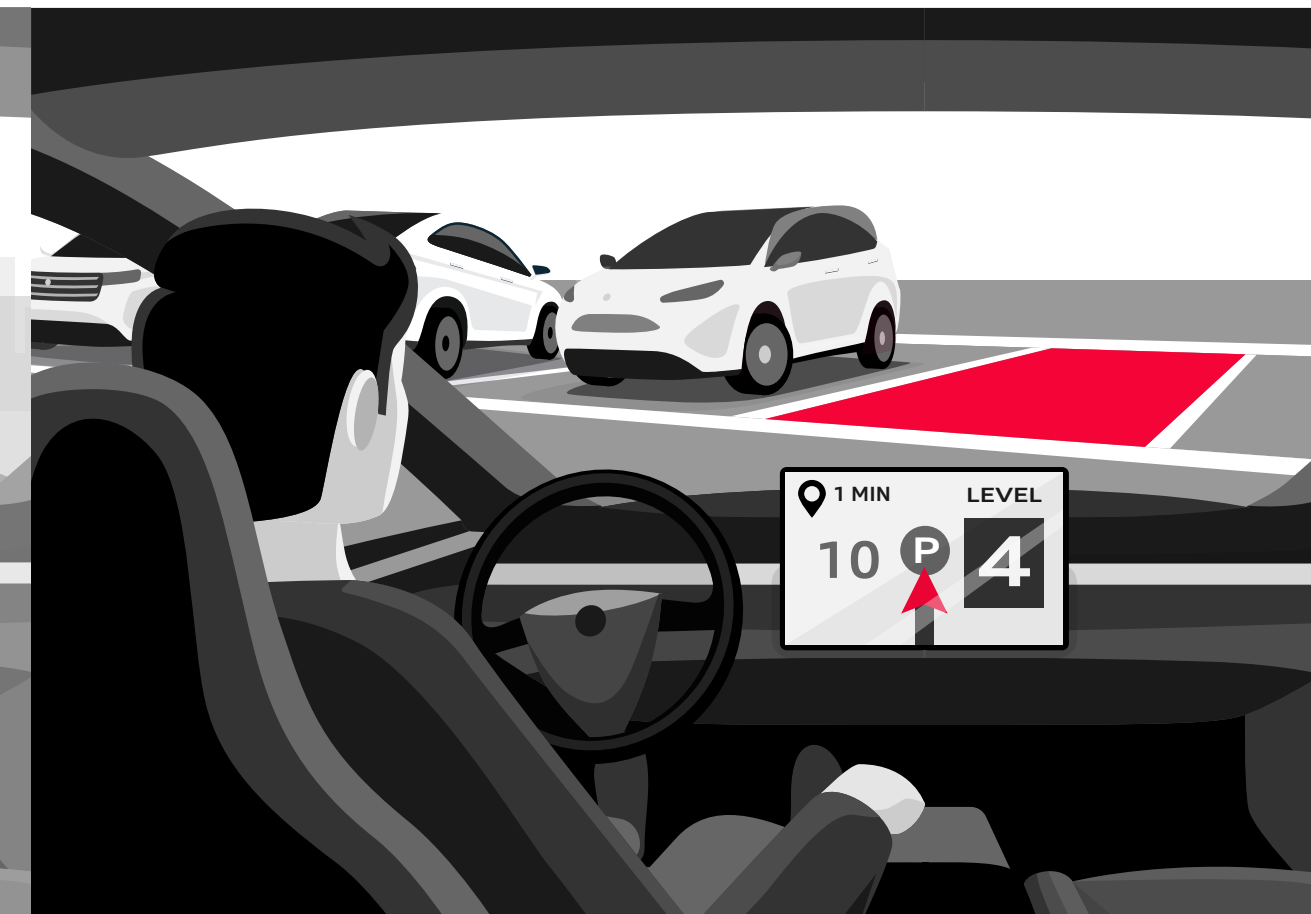
Situation 2 Hochautomatisiertes Fahrsystem – hält Spur, Abstand und bremst selbstständig

Automation Level 3



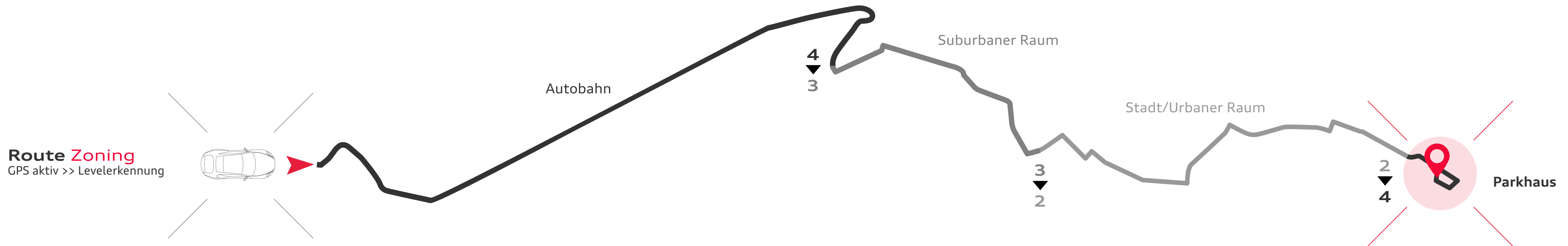
Situation 3 Fahrassistenzsystem – hilft die Spur und Geschwindigkeit zu halten

Automation Level 2



Situation 4 Automated Valet Parking – sucht Parkplatz und parkt komplett selbstständig

Automation Level 4



Die Sicht der Menschen wird sich schrittweise wandeln

Welche Auswirkungen diese Entwicklungen auf die Rolle und das Selbstverständnis der Mobilitätsteilnehmer_innen der Zukunft haben werden, ist auch unter den Expert_innen ein umstrittenes Thema. So wird der Mensch in Zonen oder Umgebungen, in denen Level 1–2 die Norm ist, weiterhin aktiv das Fahrzeug führen. Gleichzeitig werden die Fahrer_innen durch ein vielfältiges Angebot an Mobilitätsservices auch immer häufiger selbst zum Passagier und werden sich folglich je nach Situation noch viel stärker als heute in unterschiedlichen Rollen wiederfinden. So wird sich in autonomen Fahrzeugen der Level 3–4 eine neue Art des Fahrens etablieren – ein Mix aus aktivem Fahren und Fahren mit hochautomatisierten Fahrsystemen in bestimmten Situationen wird zur Norm werden.

Interessant ist, sich vorzustellen, wie sich unser Verhalten und unsere Gewohnheiten dadurch verändern werden. Wird das Auto zur dritten Lebenswelt neben Zuhause und Büro werden? Werden wir dort entspannt arbeiten, lesen, uns unterhalten und dann erholt an unserem Zielort ankommen? Noch nicht so bald, sagen die Expert_innen. Der Wechsel zwischen unterschiedlichen Zonen und Fahrmodi wird 2030 weiterhin unsere Aufmerksamkeit fordern und auch weiterhin eine gewisse Anstrengung mit sich bringen. Die große Chance liegt deshalb zumindest in naher Zukunft eher darin, die Fahrt bei vermutlich steigendem Verkehrsaufkommen sicherer, komfortabler und schneller zu machen.

„Vom Fahrer hin zum Passagier mit Verantwortung.“

Jessica Ugucioni

Wettlauf der Systeme & Rolle der Unternehmen

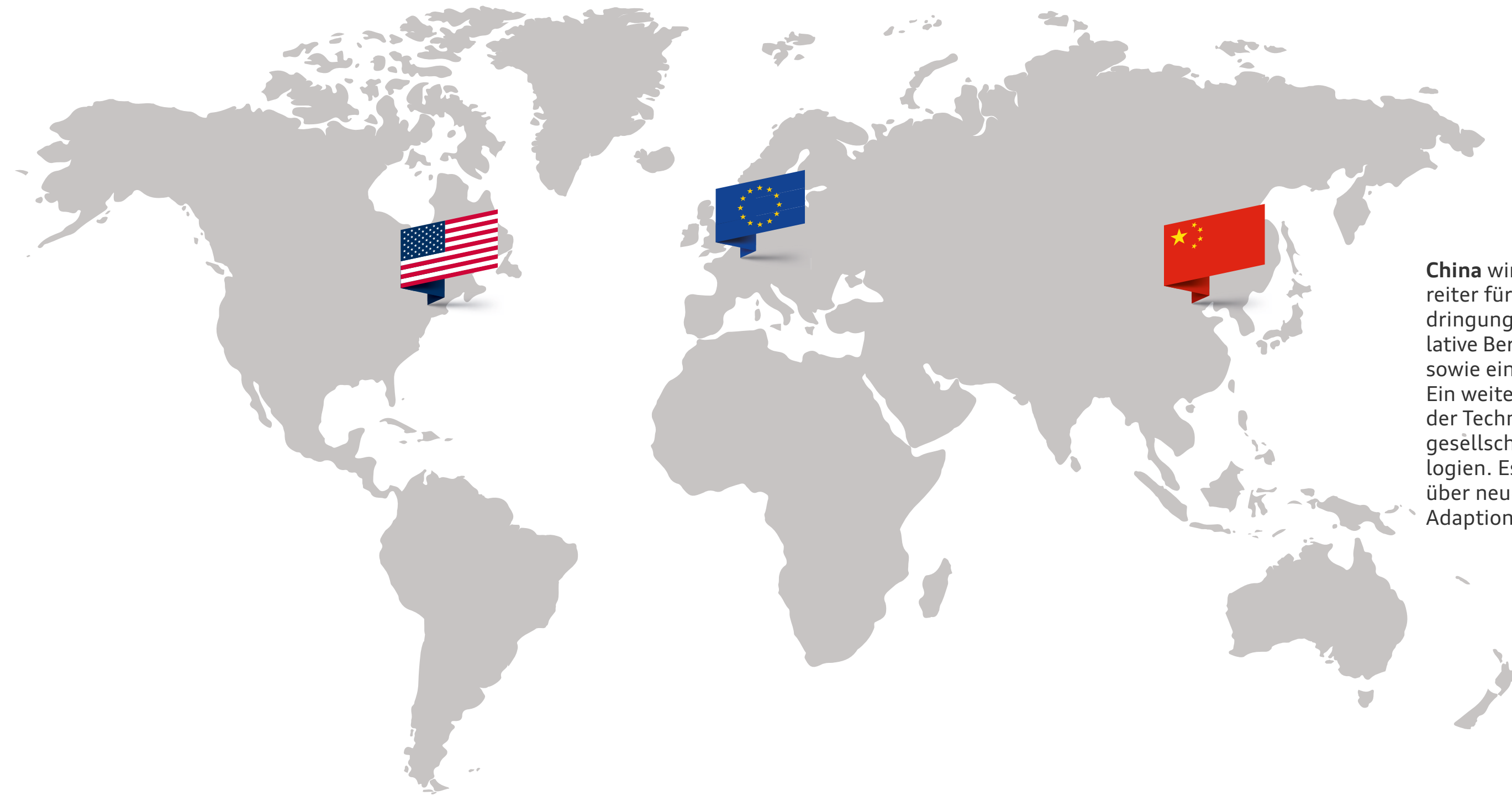
Verfolgt man den medialen Diskurs, entsteht oftmals der Eindruck, es wäre eine Art Wettlauf im Gange – quasi ein Ringen um die technologische Vorherrschaft auf der Welt bezüglich der Entwicklung und Implementierung des autonomen Fahrens. Die USA gegen Europa und China, Tesla gegen die deutschen Automobilhersteller. Das sind Narrative, die häufig aufgegriffen werden. Die Realität wird 2030 vermutlich eher eine Art globale Rollenverteilung zwischen Staaten, Städten, Systemen und Unternehmen zeigen. Die großen und innovativen Unternehmen, die die Entwicklung vorantreiben, sehen die Welt letzten Endes als globales Spielfeld, sowohl in Bezug auf Märkte, aber auch bei Standortwahl und Investitionen. Entscheidende Faktoren sind dabei zum einen die gesetzlichen Rahmenbedingungen vor Ort, zum anderen aber auch die Investitionsbereitschaft, die vorhandene und geplante Infrastruktur sowie die Kultur und Akzeptanz der Menschen.

„Ich halte nicht viel von Ranglisten und länderbezogenen Sichtweisen hinsichtlich technologischer Entwicklungen. Jeder weiß, dass die Wirklichkeit vielschichtig ist und transnationale Unternehmen global denken und agieren.“

Bryant Walker Smith

Die **USA** werden von der Mehrheit der Expert_innen als die befähigende und fördernde Kraft hinter der Technologie gesehen. Hier werden neue Technologien zwar nicht immer primär entwickelt, dafür aber mithilfe von Kapital und Wissen auf die Straße gebracht. Ein entscheidender Faktor sei zudem das chancenorientierte und progressive Selbstbild der USA hinsichtlich der Entwicklung und Einführung neuer Technologien. Dies begünstige die Implementierung des autonomen Fahrens.

Deutschland und **Europa** werden vermutlich vor allem als Innovationsstandort für Fahrzeugtechnologie und Serienproduktion, aber auch als Absatzmarkt eine wichtige Rolle spielen. Deshalb würden durch europäisches Verbraucherrecht und Datenschutzregularien globale Rahmenbedingungen und Produktstandards für die ganze Industrie geprägt. Nach Meinung der Expert_innen agierten Entscheider und Akteure aus Wirtschaft, Forschung und Politik eher konservativ und regulativ statt „hands-on technology“, wie in den USA und China. Dies könnte sich jedoch in Zukunft ändern, wenn große Unternehmen stärkere Innovationsakzente setzten.



China wird von der Mehrheit der Expert_innen als Vorreiter für die Skalierung und flächendeckende Durchdringung der Technologie gesehen. Hier sei die legislative Bereitschaft und Durchschlagskraft entscheidend sowie ein entschlossener Ausbau der Infrastruktur. Ein weiterer wichtiger Aspekt für die Durchdringung der Technologie in China sei die sehr hohe soziale und gesellschaftliche Wertschätzung von neuen Technologien. Es herrsche große Aufgeschlossenheit gegenüber neuen, „noch unperfekten“ Technologien und die Adaption bei den Menschen erfolge rasant.

„Die USA finden wir oft in der Rolle des Inkubators, dort geht man früh neue Wege. In China hingegen wird eine solche neue Technologie dann schnell ausgerollt und in der Breite skaliert.“

Uta Klawitter

„Grundsätzlich ist Deutschland gut aufgestellt. Wir spielen immer noch ganz vorne mit. Regulativ sogar definitiv ganz vorne.“

Eric Hilgendorf



3

SocAlty Impact Radar

Vor dem Hintergrund eines möglichen Zukunftsszenarios für die Mobilität im Jahr 2030 und darüber hinaus stellt sich die Frage, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit eine Gesellschaft, in der autonomes Fahren weitestgehend akzeptiert und verankert ist, Realität werden kann. Was sind in diesem Kontext die wichtigen Fragestellungen mit gesamtgesellschaftlicher Tragweite und wie hängen sie zusammen? Nach Ansicht vieler der befragten Expert_innen müssen dazu zentrale Herausforderungen im Spannungsfeld zwischen Mensch (Gesellschaft) und Maschine (Technologie) identifiziert, verstanden und aufgelöst werden. Diese Studie nimmt daher eine Einordnung der schwerpunktmäßig behandelten Fragestellungen innerhalb dieses Spannungsfelds vor. Zusätzlich findet eine Verortung entlang einer nicht spezifizierten Zeitachse in Richtung Zukunft, in der autonomes Fahren gesellschaftlich etabliert ist, statt.

SocAlty

Wortschöpfung aus den Begriffen

society = Gesellschaft

AI = Artificial Intelligence (Künstliche Intelligenz)

(Gesellschaftlicher) Impact

Von gesellschaftlichem Impact spricht man dann, wenn die Verhaltensänderungen vieler einzelner Menschen einen gesamtgesellschaftlichen Wandel herbeiführen.

Radar

Eine Technologie oder in unserem Falle eine Darstellung, die zur vorausschauenden (Ver-)Ortung von Objekten oder in unserem Fall von relevanten Themenfeldern verwendet wird.



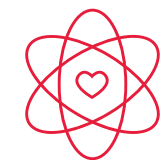
Das SocAlty Impact Radar zeigt neun Themencluster, die sich aus den Meinungen und Ideen der Expert_innen ableiten, und verortet diese im Spannungsfeld zwischen Technologie und Gesellschaft.

Der Übersichtlichkeit halber wurden die Themencluster jeweils einem der Fokusfelder Ethik, Recht und Daten zugeordnet, zu dem inhaltlich und mit Bezug auf die befragten Expert_innen der stärkste Bezug hergestellt werden konnte.

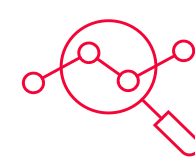
De facto stehen die drei Bereiche jedoch in einem starken Abhängigkeitsverhältnis. So werden Fragestellungen mit ethischem Fokus, wie z. B. „Vertrauen in die Maschine“, teilweise im Rechtssystem gelöst. Im Gegenzug muss beispielsweise der Einsatz von Daten sowohl ethisch vertretbar als auch rechtlich reguliert sein.



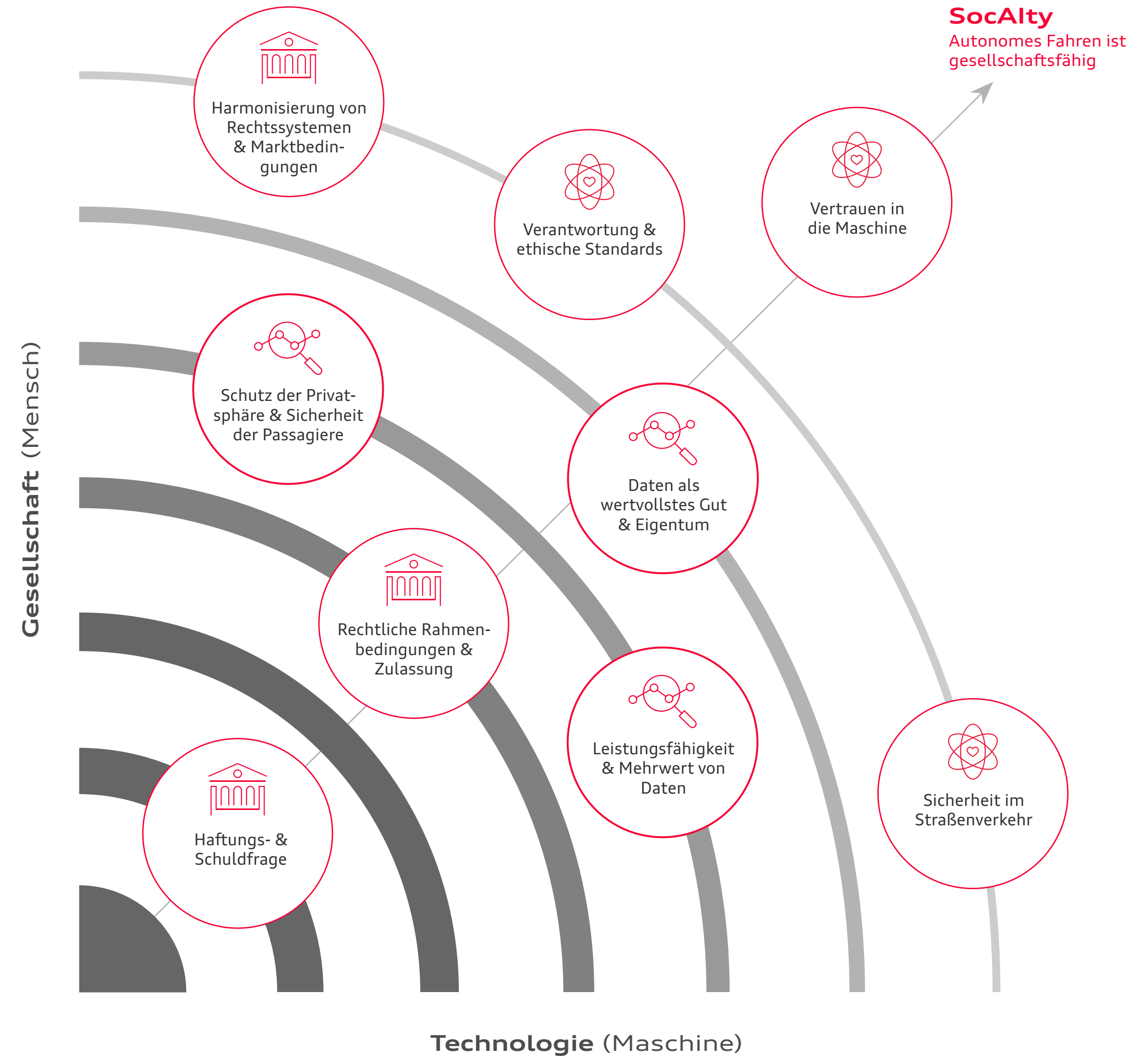
Recht



Ethik



Daten





Die Fokusthemenfelder

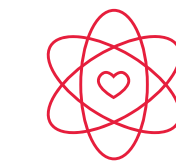


Recht

Rechtliche Rahmenbedingungen & Zulassung – gibt einen Einblick in den derzeitigen Stand der Rechtssetzung und Gesetzgebung. Außerdem werden Gesetzesgrundlagen für die Fahrzeuge der nächsten Generation sowie die Regulierung des Verkehrssystems behandelt.

Haftungs- & Schuldfrage – diskutiert die Regulierung und Zuordnung von Haftung und Schuld bei Unfallsituationen.

Harmonisierung von Rechtssystemen & Marktbedingungen – erörtert Chancen und Herausforderungen für die Technologie des autonomen Fahrens im internationalen Kontext.

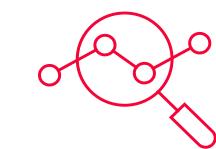


Ethik

Verantwortung & ethische Standards – geht existierenden ethischen Richtlinien und Praktiken auf den Grund.

Sicherheit im Straßenverkehr – behandelt die Interaktion zwischen Mensch und Maschine sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie unter sicherheitsrelevanten Aspekten.

Vertrauen in die Maschine – erörtert Ideen und Konzepte zum Aufbau der Vertrauensbeziehung zwischen Mensch und Maschine.



Daten

Daten als wertvollstes Gut & Eigentum – behandelt die Frage nach dem Eigentum sowie dem Recht der Nutzung von Daten im Kontext des autonomen Fahrens.

Schutz der Privatsphäre & Sicherheit für die Passagiere – beschäftigt sich mit Fragestellungen rund um Datenschutz und Datensicherheit beim autonomen Fahren.

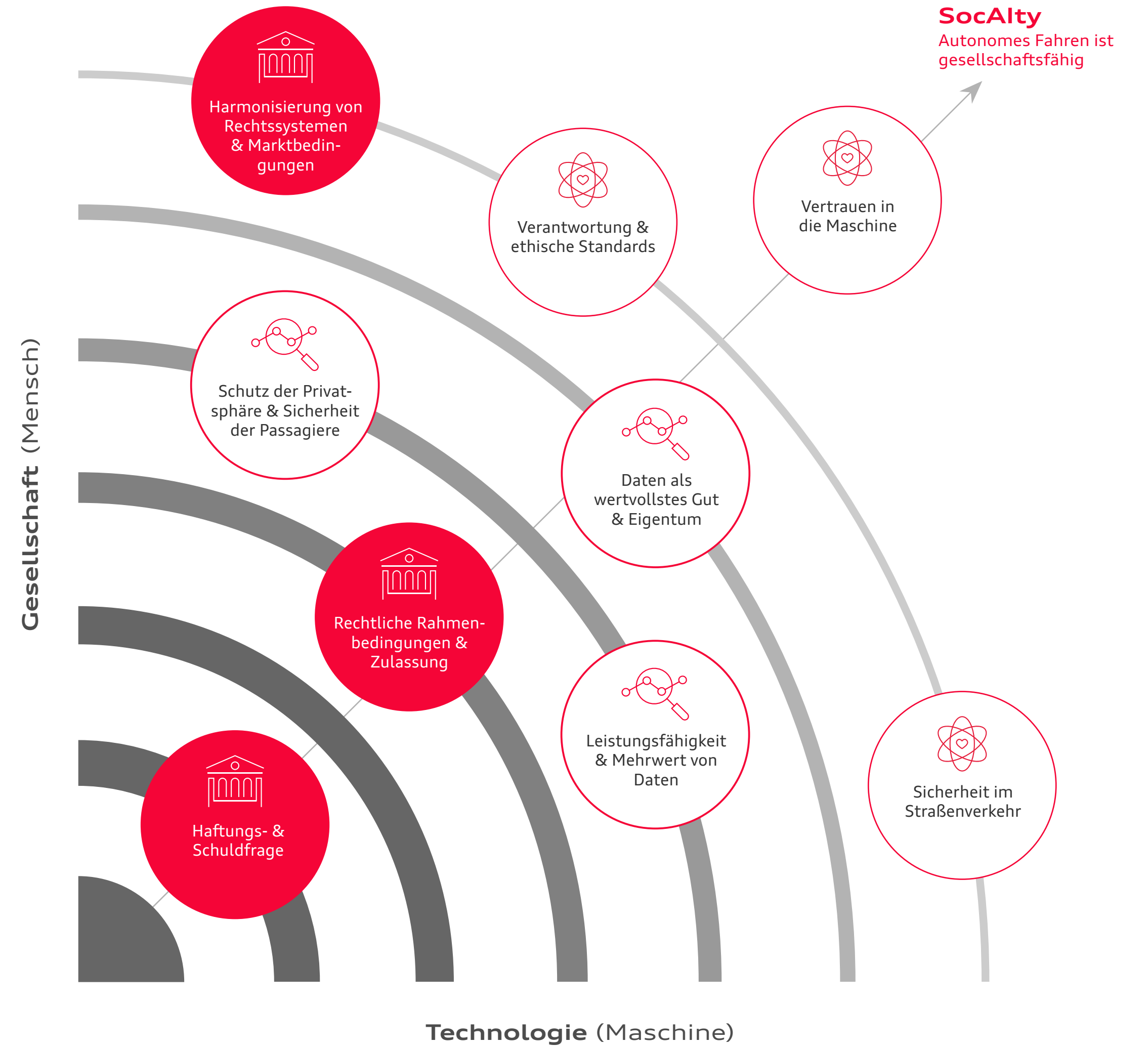
Leistungsfähigkeit & Mehrwert von Daten – beschreibt die Vernetzung und effiziente Nutzung von Daten. Wichtige Themen sind z. B. Datenqualität, Anforderungen an Daten sowie Leistungsfähigkeit der digitalen Infrastruktur.



4

Recht – im evolutionären
Wechselspiel mit dem Fortschritt

Das Spannungsfeld zwischen der Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen (Rechtssetzung) und technologischem Fortschritt für das autonome Fahren wirft Fragen in beide Richtungen auf. Zum einen, welche Implikationen das autonome Fahren auf die Gesellschaft und die Rechtssysteme haben wird. Zum anderen, was das Rechtssystem leisten muss und wo es noch einer Nachbesserung bedarf. Aus den Interviews mit Expert_innen konnte eine Vielzahl von Herausforderungen, Hürden und Perspektiven für das autonome Fahren identifiziert werden. Als zentrale Themenfelder für die Gesellschaftsfähigkeit des autonomen Fahrens haben sich dabei die Haftungsfrage im Fall eines Unfalls, die Regularien bezüglich der Zulassung zukünftiger Fahrzeuge und eine mögliche Harmonisierung internationaler Rechtssysteme herauskristallisiert.



Rechtliche Rahmenbedingungen & Zulassung



Ganz allgemein stellt der Rechtsrahmen für das autonome Fahren aus einer optimistischen Perspektive betrachtet kein Hindernis dar. Die Gesetzgebung wird früher oder später auf neue technologische Errungenschaften reagieren und entsprechende Regelwerke erlassen. Allerdings sehen viele Expert_innen hier auch große Herausforderungen. Die technologische Entwicklung eilt dem rechtlichen Rahmen in einigen Ländern voraus, was zu Ungewissheit und Verunsicherung seitens der Unternehmen und Nutzer_innen führen kann. Eine Ausnahme stellt Deutschland dar, wo der Gesetzgeber sehr früh einen entsprechenden Rahmen geschaffen hat. Bei genauerer Betrachtung des derzeitigen Stands der Rechtssetzung und Gesetzgebung bzw. der Regulierung des Verkehrssystems für das autonome Fahren ist es jedoch wichtig zu beachten, dass es derzeit kaum Anwendungsbeispiele für automatisierte Fahrzeuge im regulären Straßenverkehr gibt. Sämtliche Systeme und Fahrzeuge sind im Prototypenstatus und können nur in einer kontrollierten Umgebung eingesetzt werden und unter bestimmten Voraussetzungen autonom fahren. Die Technologie ist also in Serie derzeit noch nicht auf dem Stand, der in der Theorie diskutiert wird. Daher stehen Rechtssysteme weltweit vor der Herausforderung, in Zukunftsszenarien zu denken. Präzedenzfälle werden erst im Laufe der nächsten Jahre folgen. Erst dann kann eine valide Einschätzung bezüglich einer möglichen Rechtsprechung und Praktikabilität der Gesetzgebung erfolgen.

„Wir sehen noch keinen Hersteller, der bislang einen Autobahn-piloten in Serie auf der Straße hat. Der deutsche Gesetzgeber ist weltweit ein Vorreiter bei der Regulierung von automatisierten Fahrfunktionen und bietet Herstellern dadurch einen ersten Rechtsrahmen für die Entwicklung solcher Technologien.“

Uta Klawitter



Fehlendes Know-How & mangelnde Geschwindigkeit als Risikofaktor

Diese Tatsache sowie die Geschwindigkeit und Unvorhersehbarkeit der technologischen Entwicklung in Feldern wie der künstlichen Intelligenz oder Big Data schaffen auch eine gewisse Verunsicherung auf Seiten der Gesetzgeber. Somit fehlt es teilweise schlicht an Wissen, um Regularien zu entwickeln, die technologischen Fortschritt fördern, ohne die Nutzer_innen zu gefährden. Diese Ausgangslage ist aus mehreren Perspektiven herausfordernd. Sie kann dazu führen, dass aufgrund unnötiger oder übermäßiger Regulierung der technologische Fortschritt teilweise blockiert wird. Es besteht zudem die Gefahr, dass einzelne Unternehmen die Situation für ihre Zwecke (aus-)nutzen. Wenn es keine Regularien gibt, die den aktuellen und auch zukünftigen Stand der Technologie berücksichtigen, ist der Anreiz für Unternehmen groß, den Fokus zunächst auf die eigene Wirtschaftlichkeit zu richten.

Als Negativbeispiel kann hier die schleppende Rechtssetzung in den Bereichen des Internets dienen, wo sich in einigen Bereichen in der Praxis, zumindest zeitweise, ein beinahe rechtsfreier Raum entwickelt hat. Daher fordern die Expert_innen für das autonome Fahren dringend einen Regulierungsrahmen, der, soweit möglich, zukünftige Szenarien und mögliche Technologiesprünge miteinbezieht und die Möglichkeit schafft, flexibel darauf zu reagieren.

„Die Schaffung einer soliden rechtlichen Grundlage ist wichtig um sicherzustellen, dass die Technologie am Ende zum Wohle der Gesellschaft genutzt wird. Dazu müssen Regulierungsbehörden in gewisser Weise wie Hacker agieren: Interdisziplinär, vernetzt und immer bestens informiert.“

Bryant Walker Smith

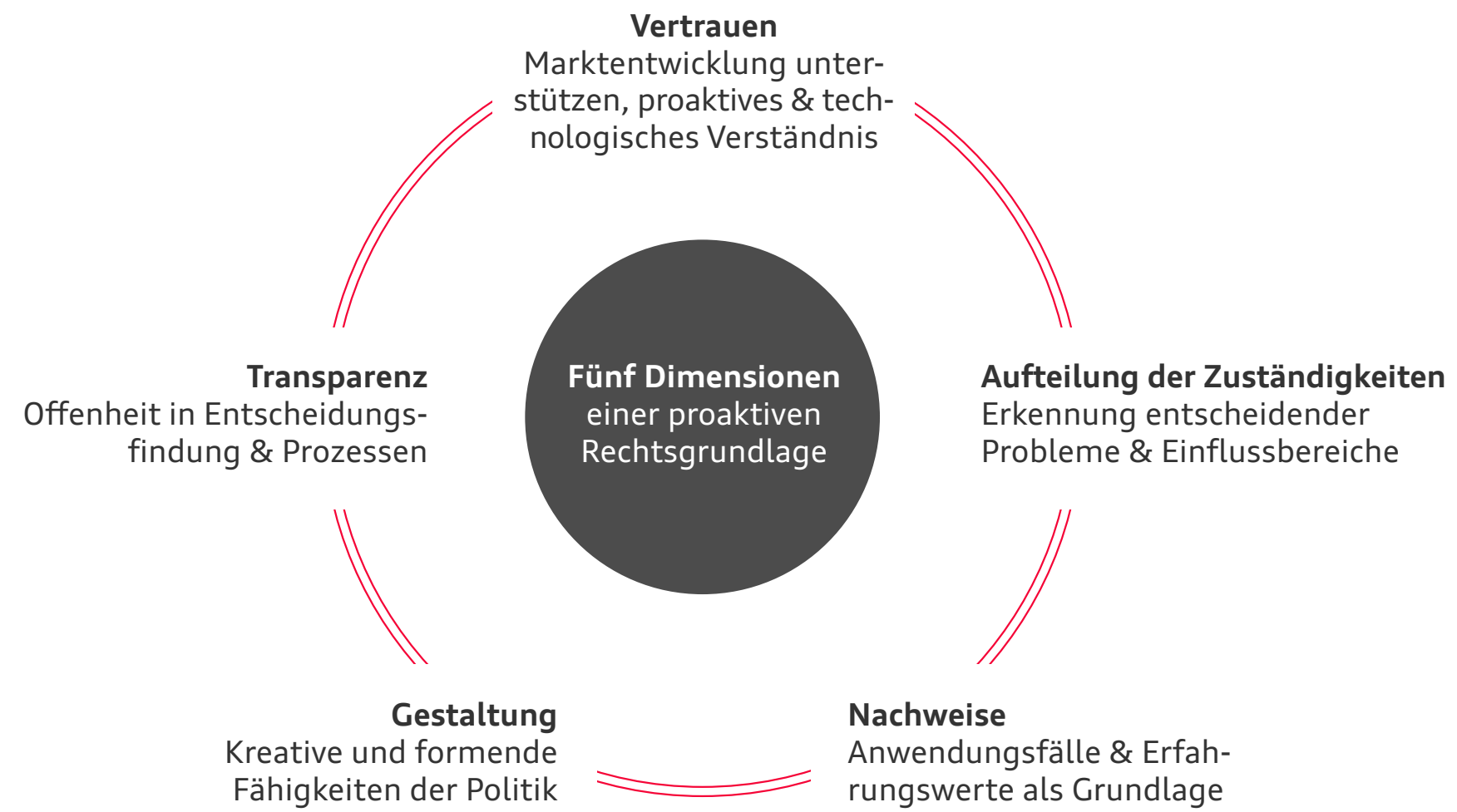
Neue Herausforderungen brauchen neue Lösungsansätze

Aus Sicht vieler Expert_innen geht es bei der Rechtssetzung für das autonome Fahren zunächst weniger um die Regulierung von einzelnen Fahrzeugen oder Systemen, sondern erst einmal darum, eine Technologie im großen Maßstab zu regulieren. Schließlich wird diese Technologie allgegenwärtige Auswirkungen auf das gesamte Verkehrssystem haben. Dabei ist es wichtig, auf die Unsicherheit und Komplexität technologischer und gesellschaftlicher Entwicklungen flexibel reagieren zu können. Dafür braucht es aus Sicht der Expert_innen einen neuen, evolutionären Ansatz der Rechtssetzung und Gesetzgebung. Dieser muss proaktiv ein technologieoffenes Verständnis bei Gesetzgebern fördern und dieses langfristig durch den Austausch mit Wirtschaft und Forschung sichern.

Eine mögliche Herangehensweise wäre der sogenannte Erprobungsmechanismus. Dieser geht zunächst von der Grundlage des „unperfekten Status quo“ aus – d. h., von der Technologie des autonomen Fahrens wird im Prototypen-Status keine entsprechende Sicherheit erwartet. In einem transparenten Prozess wird stattdessen bestmögliche Sicherheit und Akzeptanz für die Gesellschaft angestrebt. Besondere Bedeutsamkeit wird dabei einem fortwährenden Dialog und planbaren Entwicklungszyklen gewidmet. Unterstützend könnte auch ein ständiges Gremium von Expert_innen aus den Bereichen Recht und Technologie eingesetzt werden. So kann den Gesetzgebern dauerhaft Zugriff auf das notwendige Wissen rund um relevante Entwicklungen ermöglicht werden.

„Wir können uns das nur so vorstellen, dass man sich in erster Linie auf einen Sicherheitsnachweis verlässt, der hauptsächlich vom Hersteller festgelegt und erbracht wird. Denn er kennt sein System viel besser, als es eine Regulierungsbehörde je könnte.“

Jessica Ugucioni



Typ-Zulassung, Zertifizierung & Datengrundlage als dringende Handlungsfelder

Eine der größten Herausforderungen für die Rechtssetzung ist nach Ansicht einiger Expert_innen die Typzulassung, Zertifizierung sowie der Aufbau einer starken Datengrundlage. Hier bestehe aktuell dringender Handlungsbedarf, um pragmatische Standards für autonome Fahrsysteme etablieren zu können. Hier fehlten seitens der meisten Regulationsbehörden sowohl die Expertise als auch die Ressourcen. Doch ein entsprechend technisches Verständnis sei zwingend notwendig.

Eine Koordinierung des Wissenstransfers auf internationaler Ebene wäre laut Expert_innen wünschenswert. Nur so könne sich der Thematik ganzheitlich und unter Einbeziehung verschiedener Akteur_innen aus Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft genähert werden. Vom Grundsatz her verfolgen Deutschland und die EU bereits einen solchen Ansatz bei der Regulierung. Ein weiterer Grund dafür, dass deutsche Akteur_innen von den internationalen Expert_innen oft als Vorreiter wahrgenommen werden.

„Wir müssen für wirklich leistungsfähige Mechanismen zur Erfassung von Daten und Datenanalysen sorgen, damit Regulierungsstellen und alle anderen, die mit dieser Technologie interagieren, nützliches Wissen sammeln können. Das verschafft den Behörden die für ihre Arbeit erforderliche Kompetenz.“

Jessica Ugucioni



Deutschland leistet wichtige Pionierarbeit bei der Gesetzgebung

Im internationalen Vergleich und auch innerhalb der EU gilt Deutschland als Pionier, was die Rechtssetzung und Gesetzgebung für autonome Fahrzeuge im regulären Straßenverkehr betrifft. Diese deutschen Standards werden sich nach Meinung einiger Expert_innen durch den sogenannten „Brüssel Effekt“ (siehe u.r.) sehr wahrscheinlich auch auf internationale Standards auswirken. Deshalb findet im Folgenden eine detaillierte Erörterung der deutschen Rechtslage statt.

Bereits 2017 wurde das Straßenverkehrsgesetz dahingehend geändert, dass autonome Systeme unter bestimmten Voraussetzungen Tätigkeiten übernehmen dürfen, für die bis dato ausschließlich der Mensch zuständig war. Das bedeutet konkret, dass Systeme des Levels 3 (vgl. Abb., S. 13) prinzipiell das Fahrzeug führen dürfen. Allerdings sind weiterhin dezidierte Fahrer_innen notwendig, die sich auch vom Fahrgeschehen abwenden dürfen. Dies gilt allerdings nur bei aktivem System und bedeutet nicht, dass nicht doch kurzfristig manuell eingegriffen werden muss.

Mit einem neuen Gesetz aus dem Jahr 2021, das am 28.07.2021 in Kraft getreten ist, wurde nun auch ein Rechtsrahmen geschaffen, um autonome Kraftfahrzeuge ab Level 4 (vgl. Abb., S.13) im öffentlichen Straßenverkehr im Regelbetrieb anzuerkennen. Das Regelwerk gilt deutschlandweit, allerdings sieht das Gesetz eine örtliche Begrenzung auf festgelegte Betriebsbereiche vor. Innerhalb dieser Bereiche soll prinzipiell eine Vielzahl unterschiedlicher Einsatzszenarien möglich sein. Diese sind jedoch im Gesetz bisher nicht abschließend geregelt, um maximale Flexibilität im Hinblick auf zukünftige technologische, ethische und gesellschaftliche Entwicklungen zu gewährleisten.

Weniger definiert ist allerdings bislang der Privat- und Individualverkehr. Hier wird auch ersichtlich, dass das aufgeführte Gesetz lediglich ein erster Schritt für eine umfassendere Regulierung ist. Laut den befragten Expert_innen ist es jedoch eine sehr gute Grundlage, die als positives Beispiel für den weiteren Gesetzgebungsprozess dienen kann. Auch der deutsche Gesetzgeber sieht den eigenen Vorstoß eher als eine Art „Brückengesetz“. Sobald es eine europäische Initiative gebe, würde sicherlich auch die gemeinsame Erarbeitung einer pragmatischen und länderübergreifenden Lösung fokussiert.

Zu den bisher im Gesetz enthaltenen Einsatzszenarien zählen u. a.:

- Shuttle-Verkehre von A nach B
- People-Mover (Busse, die auf einer festgelegten Route unterwegs sind)
- Hub2Hub-Verkehre (zwischen zwei Verteilzentren)
- Nachfrageorientierte Angebote in Randzeiten
- Die Beförderung von Personen und Gütern auf der ersten oder letzten Meile
- „Dual Mode Fahrzeuge“ wie zum Beispiel beim Automated Valet Parking (AVP) (siehe S.35, u.r.)

Das Gesetz regelt folgende Sachverhalte neu:

- Technische Anforderungen an den Bau, die Beschaffenheit und die Ausrüstung von Kraftfahrzeugen mit autonomen Fahrfunktionen
- Prüfung und Verfahren für die Erteilung einer Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge mit autonomen Fahrfunktionen durch das Kraftfahrt-Bundesamt
- Regelungen in Bezug auf die Pflichten der am Betrieb der Kraftfahrzeuge mit autonomer Fahrfunktion beteiligten Personen
- Regelungen in Bezug auf die Datenverarbeitung beim Betrieb der Kraftfahrzeuge mit autonomer Fahrfunktion
- Ermöglichung der (nachträglichen) Aktivierung automatisierter und autonomer Fahrfunktionen bereits typgenehmigter Kraftfahrzeuge („schlafende Funktionen“)
- Ferner Anpassung und Schaffung von einheitlichen Vorschriften zur Ermöglichung der Erprobung von automatisierten und autonomen Kraftfahrzeugen

Wörtlicher Auszug aus dem Gesetz zum autonomen Fahren (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2021)

„Ein großes Lob an Deutschland für die frühzeitige Grundlagenarbeit, die den späteren Diskurs entscheidend geprägt hat.“

Bryant Walker Smith

Brüssel Effekt

Der sogenannte „Brüssel Effekt“ beschreibt das Phänomen, dass die europäische Rechtsprechung indirekt auch auf die USA und andere internationale Märkte wirkt. Ein Hintergrund ist, dass technologische Neuerungen in den USA meist deutlich weniger und später reguliert werden. Die EU und besonders Deutschland regulieren oft frühzeitig und binden Hersteller meist von Anfang an mit ein.

Solange der europäische Markt also attraktiv für amerikanische und andere internationale Hersteller und Unternehmen ist, werden diese ihre Produkte den europäischen Standards anpassen. Diese Produkte werden anschließend teilweise auch wieder in die Ursprungsländer „reimportiert“. Ein Effekt, der z.B. von Stimmen aus den USA auch schon als sog. Rechtsimperialismus kritisiert wurde. (vgl. Bradford, 2020)

Haftungs- & Schuldfrage



Wer haftet im Fall eines Unfalls oder eines anderweitigen Schadensfalls, in den ein autonomes Fahrzeug verwickelt ist? Sind es die Fahrer_innen, die Halter_innen oder doch die Hersteller? Oder vielleicht sogar die Maschine bzw. der Algorithmus selbst? Und wie verändert sich diese Frage mit dem Fortschreiten der technologischen Möglichkeiten? Um diese Fragen zu beantworten, muss zunächst der Begriff Haftung definiert sein. Zudem ist es unerlässlich, sich mit der Schuld- und Verantwortungsfrage zu beschäftigen (siehe rechts). Prinzipiell ist für die meisten Expert_innen eine Frage unstrittig: Werden wir in naher Zukunft zumindest im europäischen Raum erleben, dass Maschinen oder Algorithmen, unabhängig davon wie intelligent sie auch sein mögen, juristisch haftbar gemacht werden können? Nein. Denn bereits kulturell ist angelegt, dass Menschen die letzte Verantwortung übernehmen, auch, wenn diese theoretisch durch eine Maschine getragen werden könnte. Im englischsprachigen Raum ist eben diese Diskussion aufgrund der wenig ausgeprägten Gefährdungshaftung sehr präsent (siehe rechts). Allerdings handelt es sich dabei eher um eine ethisch-philosophische Diskussion, die allgemein im Zuge der fortschreitenden Verbreitung von künstlicher Intelligenz immer wieder aufgegriffen und geführt werden wird.

„Eine Maschine haften zu lassen, passt nicht zu unserer europäischen Kultur.“

Eric Hilgendorf



Haftung

Haftung ist das Eintreten müssen für schuldhaftes Pflichtverletzungen im Schadensfall – Verpflichtung zum Schadensersatz. Für die Haftungsbegründung ist es erforderlich, dass ein Personen-, Sach- oder Vermögensschaden eingetreten ist. Auch ein pflichtwidriges Unterlassen einer erforderlichen Handlung kann zur Haftung führen. (vgl. BfGA, o.D.)

Gefährdungshaftung

Im deutschen Recht und einem Großteil Europas ist zudem der Begriff der Gefährdungshaftung relevant. Dieser beschreibt eine Schadensersatzpflicht, die kein Verschulden voraussetzt, sondern darauf beruht, dass der Ersatzpflichtige bei einer erlaubten Tätigkeit unvermeidlich eine gewisse Gefährdung seiner Umgebung herbeiführt (z. B. durch Halten eines Kraftfahrzeugs oder Führen eines Betriebs). Darunter fällt im deutschen Recht auch die Kraftfahrzeughaftung, bei der der Halter_in des Kraftfahrzeugs einer Gefährdungshaftung unterliegt. Sprich, wenn beim Fahren des Kraftfahrzeugs ein Mensch getötet, verletzt oder eine Sache beschädigt wird, hat zunächst der Halter_in selbst der geschädigten Person den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen. In Deutschland wird die Haftung primär durch eine verpflichtende Kfz-Haftpflichtversicherung abgedeckt. (vgl. Feess, o.D.)

Schuld/Verschulden

Im Strafrecht ist unter dem Begriff „Schuld“ die individuelle Vorwerfbarkeit einer strafbedrohten Tat zu verstehen, d. h., jemand verstößt bewusst oder unbewusst gegen geltende Gesetze, die durch das Strafrecht geregelt sind. Schuldfähig ist jede natürliche Person, also jeder Mensch. Schuldunfähig sind Personen unter 14 Jahren und Personen, denen wegen seelischer Störungen oder Bewusstseinsstörungen die Fähigkeit fehlt, das Unrecht der begangenen Tat einzusehen oder nach dieser Einsicht zu handeln. Zusätzlich ist im Kontext des autonomen Fahrens auch der Begriff des zivilrechtlichen Verschuldens relevant. Dieser beschreibt ein vorsätzlich oder fahrlässig unerlaubtes Handeln, das zivilrechtliche Konsequenzen haben kann. Dies kann u. a. dazu führen, dass man für entstandene Schäden auch dann aufkommen muss, wenn man nicht primär haftbar ist. (vgl. Stöfen, o.D.)

Deutschland und Europa setzen auch bei der Haftung juristische Standards

Wie erwähnt nimmt Deutschland bei der Regelung des autonomen Fahrens im internationalen Vergleich eine Pionierrolle ein. Deshalb wird nachfolgend auch das Thema Haftung am Beispiel der deutschen Rechtslage behandelt. Aus der Perspektive der Rechtssetzung ist man in Deutschland bereits heute in der Lage, eine sehr gute Prognose hinsichtlich der Haftungsfrage für autonomes Fahren zu treffen. Denn allgemein ist das Thema Haftung im Haftungsrecht bereits festgelegt. Dabei wird im Verkehr der Halter_in generell als die haftende Person definiert (siehe S. 29, Haftung). Zusätzlich greift auch heute schon im Straßenverkehrsrecht bei Schäden, die durch sicherheitsrelevante Produktmängel entstanden sind, die Produkthaftung der Hersteller bzw. Inverkehrbringer. Einfach gesagt: Wer aus Technologie Nutzen zieht, haftet auch. Eine wichtige Säule der Haftung ist die Haftpflichtversicherung, die bei einem Unfall oder anderen Schadensfällen direkt greift.

In Deutschland ist die Kfz-Haftpflichtversicherung als gesetzliche Pflichtversicherung fest verankert und sozial akzeptiert. Ein entscheidender Punkt wird hier sein, ob die Versicherer gewillt sind, entsprechende Policen anzubieten, dies zeichnet sich aber bereits ab. Daher gehen Expert_innen davon aus, dass sich eine modifizierte Handhabung der Haftung und Haftpflicht auch für das autonome Fahren etablieren wird. Außerdem hat der deutsche Gesetzgeber in der Gesetzesnovelle in 2017 die Regeln für die Produkthaftung mit Blick auf das autonome Fahren bis Level 3 unangetastet gelassen und damit zum Ausdruck gebracht, dass keine nennenswerte Änderung des Haftungsregimes erforderlich ist. Damit ist weiterhin klar geregelt, dass, wenn ein Level-3-System aktiviert ist, und es aufgrund einer Fehlfunktion dieses Systems zu einem Unfall kommt, der Fahrzeughersteller regelmäßig im Rahmen der Produkthaftung in Anspruch genommen werden kann.

„Man muss die Welt nicht neu erfinden, die aktuelle Produkthaftung in Deutschland kann auf autonomes Fahren übertragen werden.“

Uta Klawitter

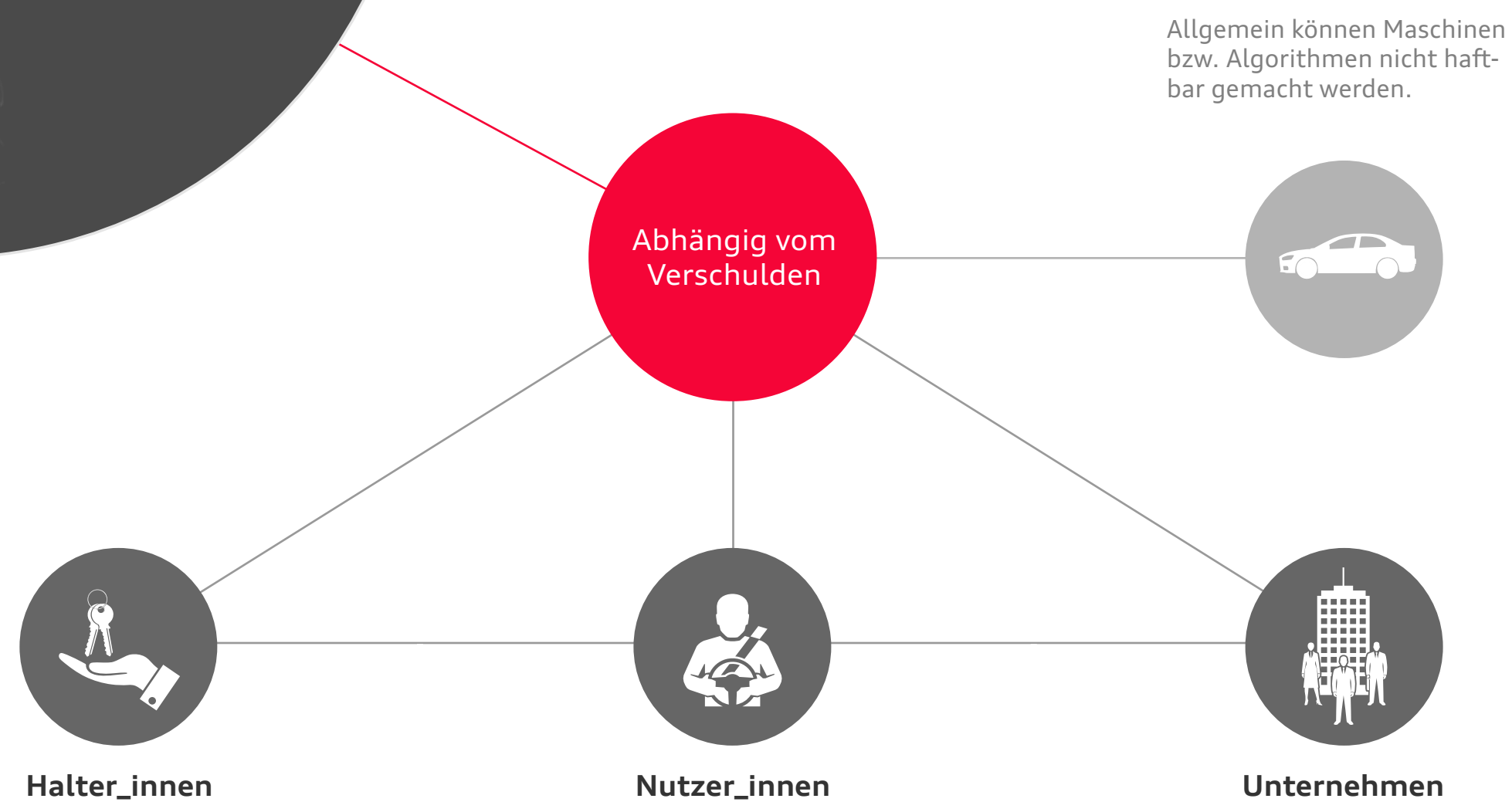
„Die erste Frage lautet also: War es menschliches Versagen oder ein Fahrzeugfehler?“

Huei Peng

Auch wer nicht primär haftet, kann verantwortlich gemacht werden

Wer muss im Fall eines Unfalls, an dem ein automatisiertes bzw. autonomes Fahrzeug beteiligt ist, haften und in welcher Höhe für die entstandenen Schäden aufkommen? Hier ist die Frage der Schuld und des Verschuldens entscheidend (siehe S.29, rechts). Ist der Halter_in der Wartungs- oder Instandhaltungspflicht nicht nachgekommen, wird er_sie in der Haftung bleiben. Ist, wie oben beschrieben, eine Fehlfunktion der Software oder Hardware als Unfallursache auszumachen, wird der Hersteller oder das in Verkehr bringende Unternehmen in die Pflicht genommen. Bei autonomen Fahrzeugen der Level 3–4 mit Fahrer_in wird auch die Prüfung erfolgen müssen, ob nicht der Fahrer_in einen Fehler begangen hat und entsprechend belangt werden kann.

Wer haftet
(in Zukunft)?



Personen oder Serviceanbieter (z.B. Betreiber von Shuttleservice) haften grundsätzlich beim Schadensfall. Sie bleiben vor allem dann alleinig verantwortlich wenn sie ihren Pflichten als Halter nicht nachgekommen sind.

Personen, die einen Schaden durch Fehlverhalten verursachen, können ggf. in Haftung genommen werden. D.h. sie müssen nach feststellen der Schuld teilweise oder ganz für den verursachten Schaden aufkommen.

Hersteller und Inverkehrbringer von Fahrzeugen haften generell über die Produkthaftung für Produktmängel an Hardware- und Software. Dies gilt insbesondere dann, wenn es sich um Sicherheitsrelevante Mängel handelt.

Beispiele für Verschulden

Instandhaltungsupdate der Software wurde nicht gewährleistet

Turnusgemäßer Service wurde nicht durchgeführt

Straßenverkehrsordnung bzw. Warnzeichen des Fahrzeugs wurde ignoriert

Führen eines Fahrzeug unter Alkohol- oder Drogeneinfluss

Fehlerhafte Sensoren schätzen die Umgebung falsch ein

Softwarefehler führt zu Fehlreaktionen des Fahrzeugs

Fehleranalyse und Fehleridentifikation als entscheidender Faktor

Wenn man also davon ausgeht, dass in naher Zukunft vermehrt Fahrzeuge der Level 4-5 auf die Straße kommen, wird die Suche nach der Schuld und möglichen Fehlerquellen immer komplexer. Denn diese Fahrzeuge werden je nach Situation oder Zone, in der sie sich befinden, entweder manuell, mit Fahrassistenz oder sogar völlig autonom unterwegs sein (Vgl. „Eine Ära des (teil)autonomen Mischverkehrs“, S. 15).

Es muss eine Vielzahl von Fragen beantwortet werden, um zweifelsfrei festzustellen, wer letztendlich für etwaige Schäden aufkommen oder anderweitig juristisch haften muss. War ein autonomes System aktiv? In welchem Modus und in welchem Level war das Fahrzeug unterwegs? Hat der/die Fahrer_in einen Fehler gemacht? Ist der/die Halter_in den Wartungspflichten nachgekommen? Hat der Hersteller ein fehlerhaftes Fahrzeug in Umlauf gebracht? Hat ein IT-Dienstleistungsunternehmen versagt? Lag der Fehler evtl. bei einem Mobilfunkanbieter, Netzbetreiber oder Kartenanbieter? Oder liegt der Fehler an einem anderen Bestandteil der Infrastruktur (z. B. defekte Straßen oder Ampeln)?

Diese Fragen sind teilweise schwer zu klären und könnten die Justiz bei einer Vielzahl von Fällen stark fordern und Kapazitäten binden. Deshalb wird schon heute darüber nachgedacht, wie technische Lösungen zur Fehleranalyse und Unfallnachverfolgung aussehen könnten. Eine Option ist eine Art „Blackbox“ für Fahrzeuge, die es heute bereits in begrenztem Umfang gibt. Denn in Zukunft werden Fehlerquellen noch viel mehr als heute anhand der ständig produzierten Fahrzeugdaten der Bordsysteme erkennbar sein. Deshalb liegt der Gedanke, eine Hardware einzusetzen, die einen möglichen Unfallhergang aufzeichnet, um die Ursachen im Nachgang zweifelsfrei feststellen zu können, sehr nahe.

„Der entscheidende Punkt ist, dass der Mensch bei einem wirklich selbstfahrenden Fahrzeug nicht für das Fahren verantwortlich sein sollte.“

Die rechtlichen Anforderungen an den Menschen werden eher nicht abnehmen

Letztlich werden trotz – und teilweise gerade wegen – des technischen Fortschritts und der daraus resultierenden Änderungen wie Mischverkehr, zonenbasierten Fahrens, neuer Halterformen und Blackboxes die Anforderungen an den Menschen aus rechtlicher Perspektive tendenziell auf absehbare Zeit nicht abnehmen. Vor allem im Mischverkehr und in komplexen und unvorhersehbaren Verkehrssituationen müssen Fahrer_innen ein Bewusstsein dafür entwickeln, dass es auch bei hochintelligenten System (z. B. Autobahnpilot) noch ein Zusammenspiel von Mensch und Maschine geben wird.

Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass auch der Mensch selbst noch lange eine Gefahrenquelle für den Straßenverkehr bleiben wird, was auch in Zukunft bei der Rechtssetzung berücksichtigt werden muss. Auch die Anforderungen und Pflichten für Halter_innen werden sich verändern.

Der_die Halter_in muss über den Zustand des Fahrzeugs stets im Bilde sein und in Zukunft zusätzlich die Limitationen von neuen Funktionen verstehen. Oder er_sie muss sicherstellen, dass sicherheitsrelevante Updates stetig aktuell installiert werden. Bei Unterlassung könnte dies im Fall eines Unfalls als Ursache ausgemacht werden. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass auch in Zukunft jede Person, die sich als Fahrer_in in ein autonomes Fahrzeug setzt oder Halter_in eines solchen ist, eine hohe Verantwortung trägt und im Zweifel für die eigenen Fehler haften muss. Dies ist auch wichtig für die Industrie. Wenn sämtliche Verantwortung bezüglich der Haftung bei Herstellern, Flottenbetreibern und anderen Unternehmen liegt, verringert dies vermutlich auch die Bereitschaft, neue Technologien zu entwickeln und zur Marktreife zu führen.

„Am Ende darf die Haftung auch nicht einseitig zu Lasten einer Partei gehen. Es muss für alle Seiten Anreize geben, sich sorgfältig zu verhalten. Dies schafft auch für die Hersteller die Motivation, weiter zu forschen und regelmäßig neue Innovationen in den Markt zu bringen.“

Uta Klawitter



Harmonisierung von Rechtssystemen & Marktbedingungen



Betrachtet man die rechtlichen Rahmenbedingungen aus der Perspektive der globalen Mobilitäts- und Automobilindustrie, zeigt diese aus mehreren Gründen ein starkes Interesse an dem Thema. Insbesondere sind sie naturgemäß an einer weltweiten Harmonisierung der Regulierungsrahmen interessiert. Schließlich werden sowohl PKWs als auch andere Systeme weltweit – über alle Grenzen hinweg – verkauft. Je einheitlicher die unterschiedlichen Märkte reguliert sind, desto einfacher wird es für die Hersteller, ihre Produkte auf dem internationalen Markt anzubieten. So können sie zu geringeren Stückkosten produzieren und besser verdienen. Dies ermöglicht wiederum höhere Investitionen in Forschung und Entwicklung. Davon profitieren auch die Konsument_innen und die Gesellschaft als Ganzes – zum einen durch geringere Preise und bessere Verfügbarkeit, zum anderen durch bessere Sicherheitsstandards.

Außerdem steht in Zukunft für die Fahrer_innen von automatisierten oder autonomen Fahrzeugen die Frage im Raum: „Welche Regeln und Rahmenbedingungen gelten außerhalb meines Heimatlandes?“ Aus Sicht der Gesetzgeber stehen zusätzlich weitere Überlegungen im Raum. Beispielsweise wird in den USA in einzelnen Bundesstaaten eher auf Deregulierung zur Förderung von Unternehmen gesetzt, während in Europa der Verbraucherschutz eine wichtige Rolle spielt. Allgemein reguliert die EU in den meisten Fällen unter Einbeziehung der Industrie. Diese unterschiedlichen Herangehensweisen können einerseits Hindernisse darstellen, andererseits in einer konstruktiven Diskussion auch neue Impulse zur Lösungsfindung setzen. Die meisten Expert_innen wünschen sich daher einen Dialog, der zur internationalen Harmonisierung der Rechtssysteme führt.



„Größere Einigkeit innerhalb der einzelnen Länder wäre großartig. Das würde die Entwicklung von automatisierten Systemen für die Unternehmen erheblich vereinfachen und zu einem besseren Verständnis der Nutzer beitragen.“

Jake Fisher

Harmonisierung muss auf mehreren Ebenen stattfinden

Neben den bereits beschriebenen internationalen Unterschieden hinsichtlich rechtlicher Rahmenbedingungen zu Regulierung, Zulassung und Haftung gibt es auch ganz konkrete Herausforderungen, mit denen sich die internationale Gemeinschaft beschäftigen muss. Zwei sehr plakative Beispiele: die Handhabung des Rechts- und Linksverkehrs oder lokaler und nationaler Straßenbeschilderungen. Es gilt, Antworten auf komplexe systemische Fragestellungen zu finden. Wie können Europa und die diversen internationalen Rechtssysteme Einheitlichkeit und Einfachheit für die Technologie des autonomen Fahrens bieten? Wird sich ein System oder mehrere Systeme zur Regulierung der Technologie durchsetzen? Wie wird mit dem Aufkommen des sogenannten Mischverkehrs (siehe „Eine Ära des (teil)-autonomen Mischverkehrs“, S.15) umgegangen?

„Wir brauchen einen harmonisierten europäischen Rechtsrahmen, was die Genehmigung dieser Fahrzeuge anbelangt. Da kommen wir mit nationalen Flickenteppichen nicht weit.“

Richard Goebelt

Gemeinsame Lösungen statt Bestimmung durch Marktmacht

Ziel sollte nach Meinung der Expert_innen sein, Regulierungsrahmen und neue Mechanismen zu entwickeln, die eine internationale Zusammenarbeit fördern sowie die Implementierung erprobter Technologien weltweit vorantreiben. Den ersten Impuls in diese Richtung bieten die EU und Deutschland mit einem konkreten Gesetzentwurf für die Rahmenbedingungen des autonomen Fahrens im Alltag. Dieser Gesetzentwurf kann internationale Grundlage und Orientierungshilfe bieten, wird aber von einigen Expert_innen auch als kritisch eingeschätzt. Sie beobachten die Tendenz, dass die EU und Deutschland als Märkte zu viel Einfluss auf die internationalen Regulierungen haben – und dadurch weniger die internationale Zusammenarbeit fördern, sondern vielmehr die Rahmenbedingungen bestimmen. Einige Expert_innen wünschen sich deshalb auch hier einen ergebnisoffenen Dialog auf internationaler Ebene, um neue Wege für ein besseres Miteinander zu finden und zu erproben.

„Für den Moment wäre ich schon froh, wenn man ein einheitliches Regelungsfeld für Europa hätte. Das ist auch ein großer Markt und dann hat man Verhandlungsmasse, um mit anderen Ländern zu sprechen und zu sagen: Wenn ihr unsere europäischen Fahrzeuge und Regelung anerkennt, dann erkennen wir auch eure an.“

Sandy Munro

Internationale Testgebiete als erster Einsatz

Eine erste Herangehensweise für die internationale Harmonisierung könnten internationale Testlabore sein. Diese sollten möglichst internationale Prinzipien befolgen und lokale Rahmenbedingungen adaptieren. Hier könnten verschiedene Einsatzszenarien in unterschiedlichen Settings simuliert und getestet werden. Ein Beispiel für ein Testszenario sind vollautomatisierte Taxis in Innenstädten. Eine solche internationale Initiative würde dabei weiter gehen, als bisherige Gesetzesvorstöße es ermöglichen: Es würde die Erprobung im Vordergrund stehen und Erfahrungswerte und Daten könnten geschaffen werden. Bestenfalls könnten die Erkenntnisse dieser Testlabore die internationale technische und regulative Zusammenarbeit fördern.

Zudem würden neue Lösungsansätze und Dienstleistungen von internationaler Anwendbarkeit entstehen. Beispielsweise könnte Remote Driving (d. h. Steuerung via Cloud) getestet und die Anforderungen an eine robuste Infrastruktur festgesetzt werden. Einige Expert_innen fordern deshalb mehr Testgebiete statt nationaler Regulierungsrahmen.

Übersicht der Rechtslage auf internationaler Ebene Automation Levels



Die internationale Gesetzgebung ist hier bereits relativ gut harmonisiert. Eine gute Grundlage bildet die, Wiener Straßen-verkehrskonvention. Seit 2016 sind hier auch einfache Fahrassistenzsysteme geregelt.

Aktuell bietet der internationale Automobil-Markt eine ganze Reihe von modernen Fahrzeugen, die mit Fahrfunktionen bis zu einem Level-2-Niveau ausgestattet sind. Dabei unterstützen fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme die Fahrer_innen bei der Längs- und Querführung des Fahrzeuges.

Beispiele für entsprechende Systeme sind

Einparkhilfen, Spurhalte-Assistenten oder der Abstandsregeltempomat, bei denen die Fahraufgabe weiter bei den Fahrer_innen liegt.

Es gibt bereits erste Ansätze für eine internationale Zulassungen und Regulierung durch United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). Ziel ist eine Harmonisierung für das Jahr 2024.

Zukünftig werden die Level-3-Funktionen über den regulativen Rahmen der sogenannten UNECE Straßen ermöglicht. Aktuell ist der Fokus auf Level 3 und es wurden Vorschriften für die Zulassung von Level-3-Assistenzsystemen festgelegt. Spätestens 2024 sollten hier regulative Vorschriften in Kraft treten.

Beispiele für entsprechende Systeme sind

Hochautomatisierte Fahrsysteme, bei denen die Fahrer_innen über längere Strecken nicht mehr zwingend eingreifen müssen.

In diesen Bereichen ist noch relativ unklar, wie eine Harmonisierung konkret aussehen könnte. Deutschland ist mit der aktuellen Gesetzgebung Vorreiter. Dies wird vermutlich in einen europäischen Weg münden und durch den Brussels Effect dann auch internationale Auswirkungen haben.

Es gilt in den nächsten Jahren einen regulativen Rahmen zu schaffen, um in der Zukunft wirklich autonomen Verkehr zu ermöglichen. Im Vergleich zu Level 1-3, fokussiert sich das aktuelle deutsche Gesetz vorerst stark auf den Bereich der sogenannten People-Mover. Nächster Schritt wäre eine Regulierung, die auch für den Individualverkehr greift.

Beispiele für entsprechende Systeme sind

Fahrerlos agierende Systeme wie autonome Shuttle Services, Robo-Taxis oder auch die Automated Valet Parking Funktion (AVP).



Automated Valet Parking (AVP)

Automated Valet Parking ist ein vollautomatisiertes System das Fahrer_innen nicht nur die Parkplatzsuche, sondern auch den Parkvorgang im Parkhaus abnimmt. Das Auto wird einfach an einer Drop-off-Area abgestellt, das Fahrzeug und die intelligente Parkhaus-Infrastruktur übernimmt die Fahrt zum freien Parkplatz und das Parken. (vgl. Audi, 2021)

Der internationale Umgang mit Daten spielt eine entscheidende Rolle

Entscheidend für das internationale Durchdringen ist auch der gemeinsame Aufbau von Datenbanken und deren Nutzung. Eine internationale Regelung für Data Governance und Data Services ist entscheidend für den Erfolg der Technologien des autonomen Fahrens sowie Grundlage einer internationalen Harmonisierung der Regelung. Daten könnten beispielsweise in sogenannten Datenpools anonymisiert gesammelt werden und der internationalen Zusammenarbeit in Rechtssetzung und Rechtsprechung dienen.

„Die Reputation eines Unternehmens spielt bei der Regulierung eine wichtige Rolle, denn die Unternehmen kennen die Systeme viel genauer als irgendjemand sonst. Deshalb ist es entscheidend, wie vertrauensvoll das Unternehmen ist.“

Bryant Walker Smith

Mischverkehr ist auch rechtlich eine Herausforderung

Eine funktionierende internationale Zusammenarbeit, sei es durch Datenbanken, Testgebiete oder gemeinsame Regelungsrahmen, muss sich auch den Herausforderungen des aufkommenden Mischverkehrs stellen. Klarheit hinsichtlich der Möglichkeiten, aber auch der Limitationen der Technologie müssen hier vermittelt werden – durch öffentlichen Diskurs und transparente Implementierung. Voraussetzung sind massive Investitionen in Technologie und Infrastruktur sowie in die Aufklärung, Informationsvermittlung und Kommunikation. Kommunikation kann, unter Einbeziehung von potenziellen Nutzer_innen in den Diskurs, erfolgsentscheidend für die Umsetzung der Technologie sein.

Unternehmen sollten stärker eingebunden werden

Unternehmen sollten nach Ansicht einiger Expert_innen noch viel stärker in den Prozess der Regulierung eingebunden werden damit Gesetzgeber technologische Erkenntnisse und Einblicke aus der Praxis erlangen. Denn die Unternehmen selbst verstünden oftmals mehr von der Technologie und den eigenen Möglichkeiten als der Gesetzgeber. Dieses Wissen sollte sich die Gesetzgebung weltweit zu Nutze machen.

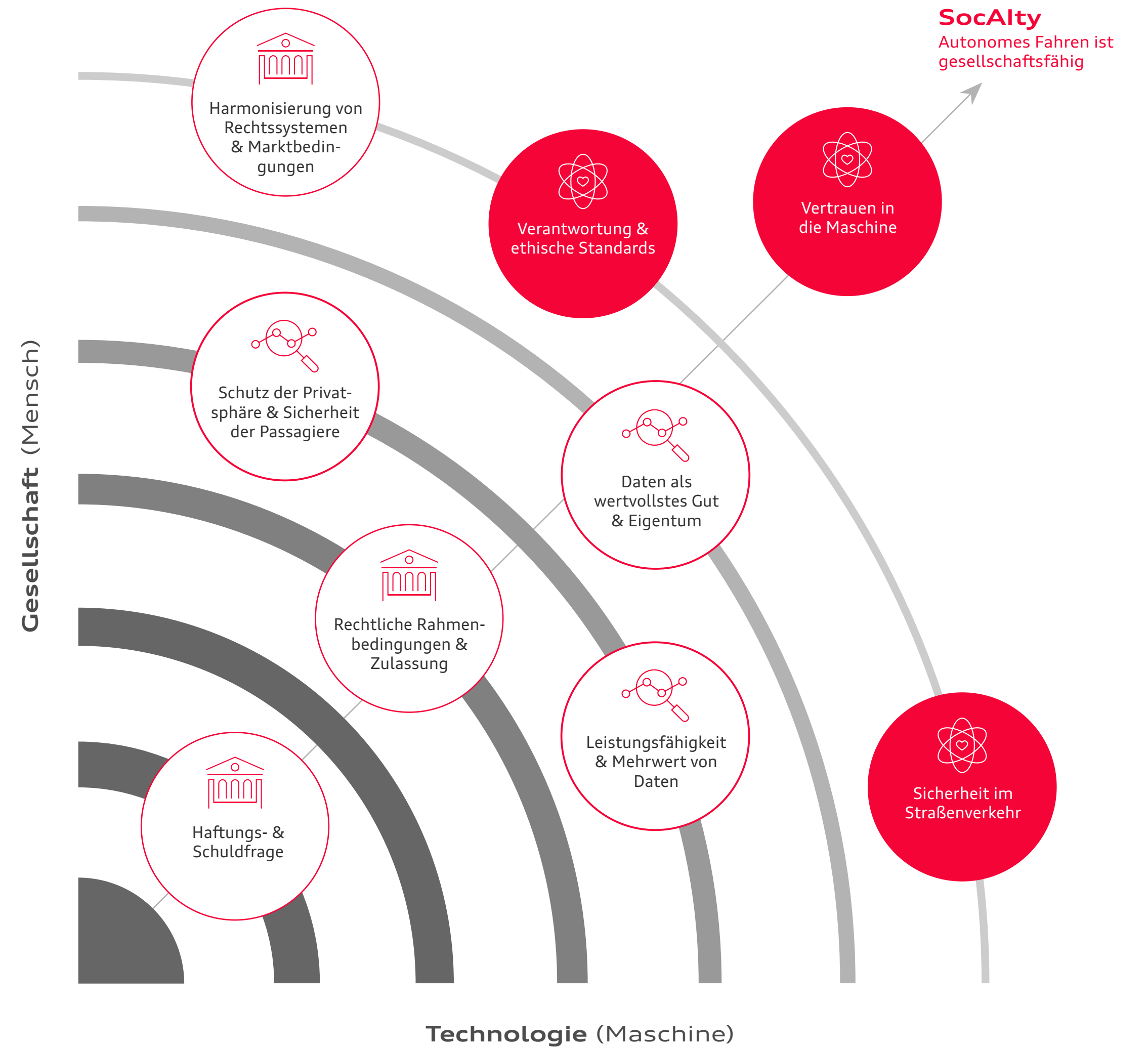




5

Ethik – Vertrauensbeziehung
zwischen Mensch & Maschine

Mit der Zeit wird autonomes Fahren immer häufiger im Alltag präsent sein. Wie schnell es jedoch flächendeckend in der Realität ankommt, ist unter anderem auch stark von der gesellschaftlichen Akzeptanz abhängig. Dazu gilt es laut Expert_innen noch viele Herausforderungen zu meistern, wobei ethische und moralische Aspekte eine wichtige Rolle spielen werden. Verantwortung, Sicherheit und Vertrauen sind dabei die entscheidenden Themenfelder hin zur Gesellschaftsfähigkeit des autonomen Fahrens. Im Mittelpunkt steht dabei häufig die Interaktion zwischen Mensch und Technologie und somit die Kernfrage: Wie kann eine Vertrauensbeziehung zwischen Mensch und Maschine entstehen? Einer der wichtigsten Aspekte ist dabei, den Menschen die Vorteile und den persönlichen Nutzen, z. B. durch die Ersparnis von Zeit oder durch mehr Komfort, aufzuzeigen. Aber auch in weiteren Themenfeldern liegt enormes Potenzial für gesellschaftliche Akzeptanz. Beispielsweise der Zugang zur Mobilität für alle, auch ohne Führerschein oder für Menschen mit Beeinträchtigungen, ein Verkehrssystem ohne Verkehrstote (Vision Zero) oder in ökologischen Themen wie der CO2-Reduktion.



Verantwortung & ethische Standards



Dieser Teil der Studie geht existierenden ethischen Richtlinien auf den Grund. Insgesamt besteht eine gesellschaftliche Tendenz, beim autonomen Fahren eine „Null- Fehler-Toleranz“ einzufordern. Es ist in diesem Kontext deshalb nach Ansicht der Expert_innen wichtig, sich vor Augen zu führen, dass Maschinen in den kommenden Jahren, außerhalb der sogenannten ODDs (siehe S. 15), nicht einsetzbar sein werden. Aktuell und auch in naher Zukunft ist das menschliche Verhalten der größte Unsicherheitsfaktor. Zudem hat die Erläuterung der rechtlichen Rahmenbedingungen gezeigt, dass eine Maschine oder der dahinterliegende Algorithmus heute und auch in naher Zukunft nicht haftbar gemacht und auch keine direkte Schuld in einer Unfallsituation tragen wird. Inwiefern eine KI in der Interaktion mit Menschen (besonders im Mischverkehr) überhaupt eine „richtige“ Entscheidung treffen kann, ist nach wie vor unklar. Ein zentraler Aspekt, um diese Frage aus ethischer Sicht beantworten zu können, ist die Auseinandersetzung mit dem sogenannten moralischen Dilemma im Kontext des autonomen Fahrens.

„Keine KI ohne Ethik.“

Christoph Lütge

„Ethik ist geprägt von menschlichen Grundwerten. Nicht die Ethik muss zum technischen Fortschritt passen, der technische Fortschritt muss sich an ethischen Werten orientieren, so dass der Mensch im Mittelpunkt bleibt.“

Hiltrud Werner



Das moralische Dilemma im Kontext des autonomen Fahrens

Wenn wir das Richtige tun, aber gleichzeitig gegen das Richtige verstoßen – dann spricht man von einem moralischen Dilemma. Übertragen auf den Kontext des autonomen Fahrens sprechen wir dabei von Entscheidungsszenarien, die zwar mehrere Möglichkeiten bieten, jedoch stets zu einem unerwünschten Ergebnis führen. Ein häufig angeführtes Beispiel ist die eines hypothetischen Ausweichmanövers bei dem, egal, wohin man ausweicht, Menschen verletzt oder gar getötet werden. Daraus resultierend stellen sich hypothetische Fragen, wie: Wer hat es mehr verdient, dass man ausweicht? Welches Leben ist mehr wert? Diese Fragen werden seit Jahrzehnten in der Ethik am Beispiel des sogenannten „Trolley-Problems“ diskutiert und erfahren nun in der Debatte um das autonome Fahren ein Comeback. Aus Sicht vieler Expert_innen ist das Trolley-Problem aufgelöst. In der öffentlichen Debatte um das autonome Fahren spielt es dennoch weiterhin eine große Rolle.

Im Kontext des autonomen Fahrens stellen sich nun die Fragen: Wie gehen wir mit dem moralischen Dilemma bei Unfallsituationen um? Wer trifft die ethischen Entscheidungen, ggf. sogar über Leben und Tod – Mensch oder Maschine? Die Antwort lautet: Der Mensch – noch! Denn bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass hinter jeder KI, jedem Algorithmus und jeder Entscheidung, die getroffen wird, die Eingabe bzw. Definition von Entscheidungsparametern durch Menschen steht. Ein autonomes Fahrzeug wird somit lediglich die ethischen Entscheidungen und Werte des Menschen übernehmen und konsequent anwenden – ohne eigene Interpretation der KI.

„Wir können diese Dilemmas nicht lösen, wir werden auch keinen perfekten Ansatz dafür haben.“

Christoph Lütge

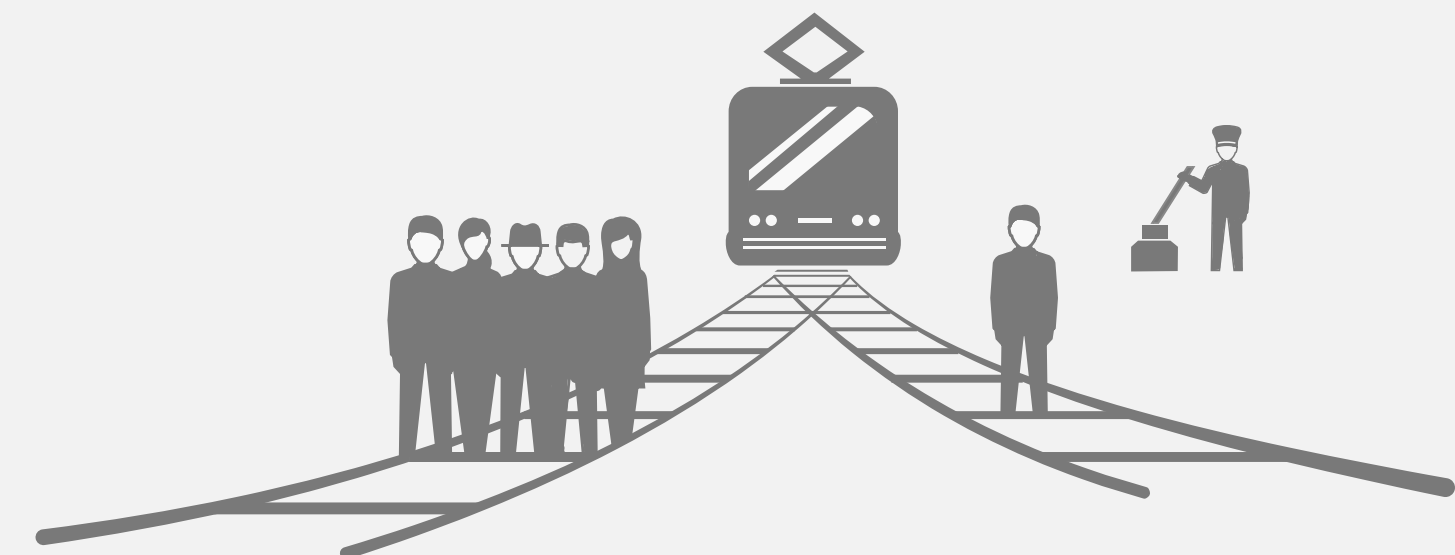
„Es gibt kulturelle Unterschiede. In manchen Kulturen geht es um die reine Anzahl der Todesopfer. In anderen eher um ihr Alter oder darum, ob sie sich vorschriftsmäßig verhalten haben.“

Iyad Rahwan

Das Trolley-Problem – Das Moralphilosophische Gedankenexperiment (1930)

Damals prägte statt dem Auto die Straßenbahn (Transportwagen, engl. Trolley) die Alltagsmobilität der Gesellschaft. Im Gedankenexperiment gerät diese außer Kontrolle und droht fünf Menschen zu überrollen. Auf einem auszuweichenden Gleis befindet sich unglücklicherweise eine weitere Person.

Der Weichensteller könnte nun die Straßenbahn auf das Nebengleis umleiten. Dabei stellt sich die Frage: Darf durch das Umlegen der Weiche, der Tod einer Person für das Leben von fünf Personen in Kauf genommen werden?



Die meisten Expert_innen sehen ethische Entscheidungen als etwas Urmenschliches an und plädieren dafür, dass sich der technische Fortschritt auch in Zukunft an ethischen (menschlichen) Werten orientiert. Interessanterweise lassen sich aber auch kulturelle Unterschiede bezüglich dieser ethischen Standpunkte erkennen. Iyad Rahwan fand 2017 mit seinem damaligen Team am Massachusetts Institute of Technology heraus, dass Menschen, je nach Kulturkreis, das autonome Fahrzeug unterschiedlich programmieren würden. In manchen Kulturen wird das Augenmerk auf die Anzahl der Todesfälle, in anderen Kulturen etwas mehr Gewicht auf das Alter des Opfers gelegt. In einigen Kulturen ist es von Interesse, ob jemand sich gesetzestreu oder gesetzeswidrig verhält, wie beispielsweise beim illegalen Überqueren einer Straße.

Die Auseinandersetzung mit den moralischen Dilemmas in Unfallsituationen ist für das Verständnis der Ethikaspekte des autonomen Fahrens unabdingbar. Allerdings wird die Diskussion oftmals sehr emotional in die Gesellschaft getragen und aus Sicht einiger Expert_innen auch künstlich aufgebauscht. Denn Dilemmasituationen sind per Definition nicht lösbar. Die Expert_innen sind sich deshalb einig, dass der nächste wichtige Schritt für das autonome Fahren darin besteht, die ethischen Grundsätze anhand praxisnaher Situationen zu konkretisieren. Es ist wichtig, von einer „Dilemmasituation“, die eine künstlich abstrakte Diskussion mit theoretischen Problemen ist, wegzukommen, hin zu tatsächlichen Herausforderungen und Fragestellungen, mit denen sich Unternehmen und die Gesetzgeber auseinandersetzen müssen.

Unfallvermeidung & Risikoabwägung statt künstlicher Gedankenexperimente

Einige Expert_innen sehen es deshalb als sinnvoll an, die Anstrengungen in erster Linie darauf zu konzentrieren, mögliche Dilemma-Situationen bestmöglich vor dem Entstehen zu verhindern. Genauer betrachtet erweisen sich die Dilemmas beim autonomen Fahren nämlich als statistische Risikoverteilung. Die Gestalter des autonomen Fahrens sind deshalb darauf angewiesen, Systeme und Anwendungen zu entwickeln, die Unfallvermeidung und Risikoabwägung integrieren und somit Sicherheit und Schutz aller Verkehrsteilnehmer sicherstellen. Einen ersten unterstützenden Ansatz dazu liefert das Forschungsprojekt ANDRE in Deutschland, das sich statt auf klassisch ethische Theorien auf die Risikoethik fokussiert. Um den Diskurs weiter zu formen und eine gesellschaftliche Akzeptanz für das autonome Fahren herbeizuführen, befürworten die meisten Expert_innen klare Richtlinien und Prinzipien, die von Gremien bzw. gesellschaftlichen Vertretern formuliert und allgemein akzeptiert sind. Diese sollten flexibel gestaltet und nachhaltig weiterentwickelt werden.

**„Wen sollen wir zuerst umfahren?
Wenn wir weiterhin so die
Agenda setzen, dann kommen
wir nicht voran.“**

Christoph Lütge

ANDRE Project – AutoNomous DRiving Ethics: from Trolley Problem to Ethics of Risk

Das ANDRE Forschungsprojekt unter der Verantwortung von Prof. Dr. Christoph Lütge am TUM Institut für Ethics und Artificial Intelligence zielt darauf ab, ethisches Verhalten in die Verhaltensplanung von automatisierten Fahrzeugen zu integrieren.

Dabei werden moderne Algorithmen mit ethischen Theorien angereichert und in bekannten sowie neu definierten Fahrscenarien auf einem Simulator analysiert. Insgesamt gilt es dabei das Gesamtrisiko zu minimieren und für ein mögliches Restrisiko eine faire Verteilung zu sorgen.
(vgl. Institute for Ethics in Artificial Intelligence, o. D.)



Bericht der Ethik-Kommission zum automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr

Die deutsche Ethik-Kommission hat bereits im Juni 2017 in ihrem Bericht 20 ethische Regeln zum autonomen und vernetzten Fahren definiert, die weltweit eine erste Leitlinie darstellen.

In den Leitsätzen werden unter anderem die Themen Sicherheit, Verantwortlichkeit, Zweck der Technologie sowie die Handhabung von rechtlichen Rahmenbedingungen behandelt. Der Schutz und die Sicherheit von Menschen im Straßenverkehr werden dabei klar priorisiert.

Zudem werden der Umgang mit Daten sowie der Zugang zur Technologie für alle Verkehrsteilnehmer_innen thematisiert. Aber auch Haftung, Eigenverantwortung, IT-Sicherheit oder das moralische Dilemma werden darin behandelt. Eric Hilgendorf, der auch im Rahmen dieser Studie interviewt wurde, leitete die Arbeitsgruppe 1 „Unvermeidbare Schadenssituationen“. (vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017)

Ethische Standards als Fundament für gesellschaftliche Akzeptanz & den Fortschritt der Technologie

Um autonomes Fahren gesellschaftsfähig zu machen, wünschen sich viele Expert_innen einen leicht verständlichen Verhaltenskodex für Hersteller, Halter_innen und Nutzer_innen. Diese könnte z. B. mithilfe von Szenarien eine bessere Orientierung in dieser Debatte geben. Auch hier ist Deutschland Vorreiter, was unter anderem stark dazu beigetragen hat, bereits früh rechtliche Rahmenbedingungen zu setzen. So hat die Ethik-Kommission 2017 eine solide Grundlage in Form eines Berichts zum autonomen Fahren geschaffen. Darin werden erste Leitlinien diskutiert und definiert, aber auch Handlungs- und Entwicklungsbedarf im Bereich Technologie und Gesellschaft identifiziert. Ergebnis sind 20 ethische Leitsätze für den automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr (siehe u.l.). Im Kern steht die Aussage, dass der technische Fortschritt den Menschen in den Mittelpunkt stellen und sich an ethischen Werten orientieren muss.

„Der Grundsatz muss Unfall- und Gefahrenvermeidung sein.“

Richard Goebelt

Die europäische Union versucht Transparenz zu schaffen

Das Europäische Parlament hat unter dem Namen „AI4People“ 2018 eine Initiative für ethische Standards im Bereich künstliche Intelligenz auf den Weg gebracht. Ziel ist es, grundlegende Prinzipien, Richtlinien und Praktiken für den Aufbau einer „guten KI-Gesellschaft“ zu entwickeln und konkrete Vorschläge für Unternehmen und Wirtschaft zu erarbeiten. Dies soll in einer öffentlichen und transparenten Form geschehen. Christoph Lütge, der im Rahmen dieser Studie interviewt wurde, ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats von „AI4People“.

**„Wir müssen einen
Standard für Ma-
schinen setzen.“**

Pete Bigelow

Ethische Grundlagen für KIs (vgl. AI4People, o.D.)



Genauigkeit & Robustheit
bei der Behandlung unschlüssiger Beweise

Die Schlussfolgerungen von Algorithmen stellen Wahrscheinlichkeiten dar und sind deshalb nicht unfehlbar. Sie können Fehler bei der Ausführung verursachen. Das kann zu ungerechtfertigten Handlungen führen.



Fairness
zur Vermeidung unfairer Ergebnisse

Handlungen können diskriminierend sein, wenn sie eine bestimmte Personengruppe überproportional betreffen.



Erklärbarkeit & Transparenz
um undurchschaubare Beweise zu verhindern

Mangelnde Interpretierbarkeit und Transparenz kann zu algorithmischen Systemen führen, die schwer zu kontrollieren, überwachen und korrigieren sind. Hier geht es um die sogenannte „Blackbox“.



Datenschutz
zur Aufdeckung transformativer Effekte

Algorithmische Vorgänge wie etwa Profiling können die Autonomie und die informationelle Selbstbestimmung gefährden.



Neigung
fehlgeleitete Belege hervorzuheben

Schlussfolgerungen sind nur so zuverlässig (aber auch nur so neutral) wie die Daten, auf denen sie basieren. Dies kann zu Voreingenommenheit führen.



Rechenschaftspflicht
zur Verbesserung der Nachverfolgbarkeit

Es ist schwierig, die Verantwortung für durch Algorithmen entstandene Schäden zuzuweisen. Hier können Probleme mit moralischer Verantwortung entstehen.

Sicherheit im Straßenverkehr



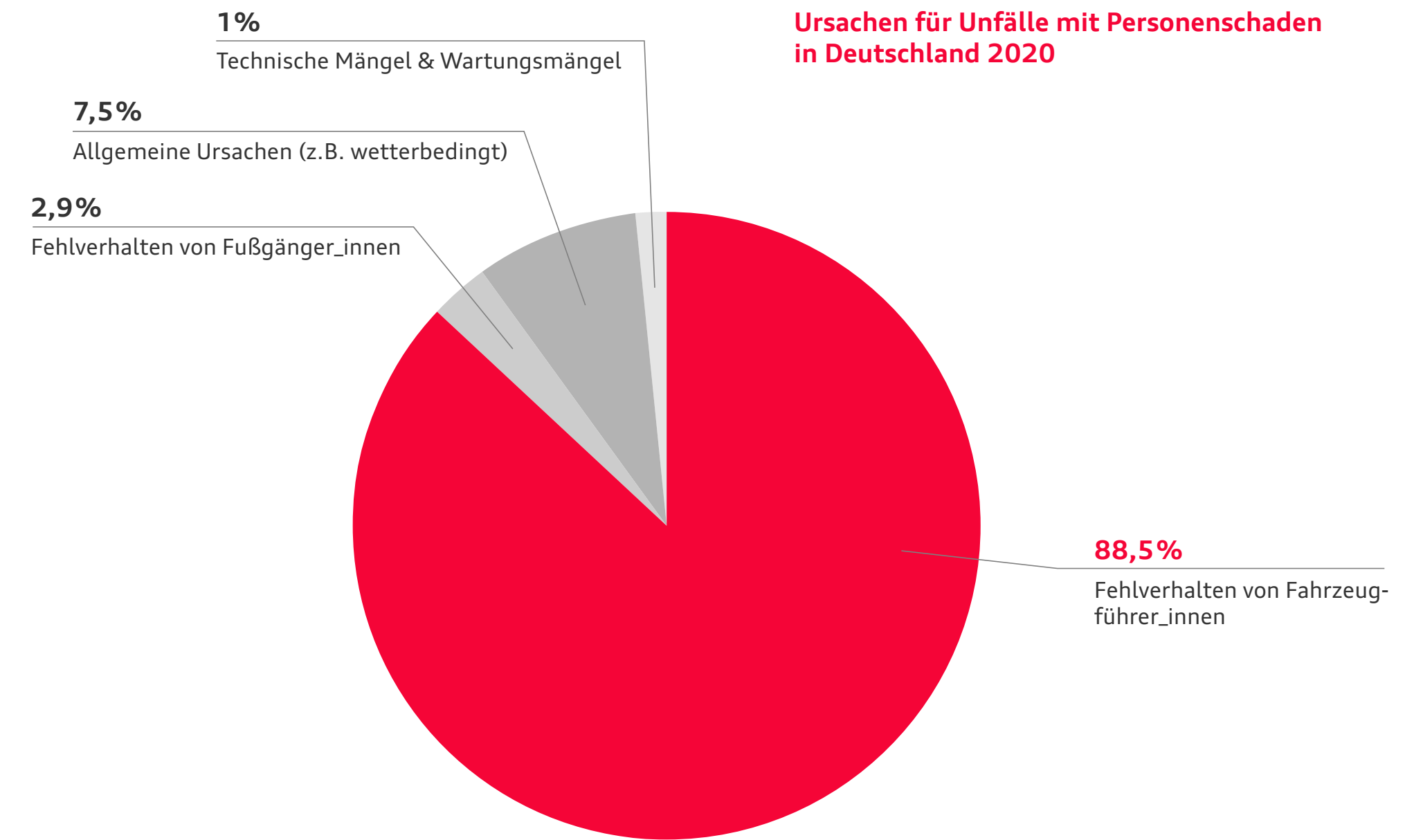
Das höchste Gut in der heutigen Ethik stellt der Schutz des menschlichen Lebens dar und hat somit auch oberste Priorität. Mit Blick auf das autonome Fahren zeigte sich die deutsche Ethik-Kommission bereits 2017 einig, dass automatisierte Systeme hauptsächlich zur Verbesserung der Sicherheit aller Beteiligten im Straßenverkehr dienen sollen und der Schutz von Menschen Vorrang vor allen anderen Nützlichkeitsabwägungen hat. Autonome Fahrzeuge sind demnach nur dann ethisch vertretbar, wenn sie eine positive Risikobilanz, also weniger Verletzte und Tote im Vergleich zu vom Menschen gesteuerten Fahrzeugen, aufweisen können.

„Weltweit sterben bei Autounfällen jedes Jahr 1,2 Mio. Menschen. Viele weitere werden verletzt. Man könnte etliche dieser Unfälle entschärfen oder sogar verhindern, indem man einfach nur sicherstellt, dass jedes Auto mit einer automatischen Notbremsung ausgestattet ist.“

Huei Peng

Faktencheck: menschliche Fehlerbilanz am Beispiel Deutschland im Jahr 2020

Laut Statistischem Bundesamt wurden im Jahr 2020 in Deutschland über 85,5 Prozent aller Unfälle mit Personenschaden durch das Fehlverhalten von Menschen, die ein Fahrzeug führten, verursacht. Fahrer_innen von PKW waren dabei mit über 62 Prozent die größte Gruppe der Unfallverursacher_innen.



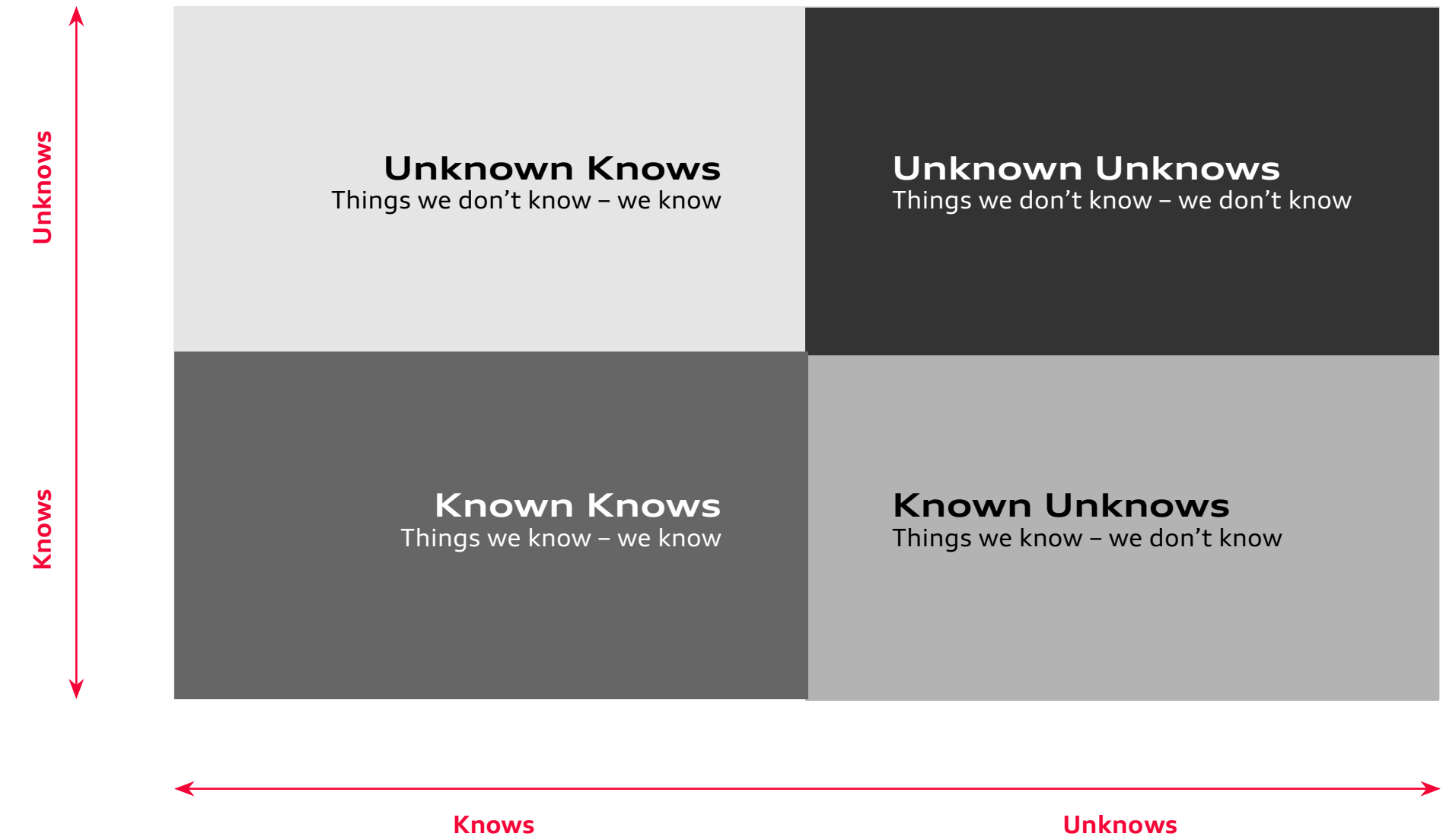
Risikobilanz des Menschen im Straßenverkehr

International weist die Weltgesundheitsorganisation (WHO) in ihrem „Global status report on road safety 2018“ * eine steigende Anzahl an Verkehrstoten von 1,35 Millionen Menschen aus. Das bedeutet: Alle 24 Sekunden stirbt ein Mensch auf der Straße. Laut vielen Expert_innen sind die meisten dieser Todesfälle vermeidbar. Die derzeitige Situation im Straßenverkehr sei für alle Verkehrsteilnehmer_innen – und vor allem für Fußgänger_innen und Fahrradfahrer_innen – mit einem hohen Risiko behaftet. Die Expert_innen sehen deshalb großes Potenzial in einer autonomen Zukunft, die durch eine neue Art von Verlässlichkeit, Vorhersehbarkeit und Sicherheit im Straßenverkehr geprägt sein kann.

*(vgl. Deutsche Welle, 2018; World Health Organization, 2018)

Sicherheit bei autonomen Fahrzeugen

Die Frage, die sich anhand dieser Situation stellt: Können Maschinen bzw. Algorithmen ein Fahrzeug sicherer steuern als der Mensch? Die Antwort lautet: Ja, unter bestimmten Voraussetzungen. Schließlich wird ein Computer nicht müde, vergisst nicht zu blinken oder in den Rückspiegel zu schauen und fährt auch nicht mit überhöhter Geschwindigkeit in eine Kurve. In einer bekannten Umgebung mit klar festgelegten Parametern reagiert Technik zuverlässig. Autonome Fahrzeuge werden dazu mit Regeln und Verhaltensmustern ausgestattet, die auf Basis von Sicherheitsstandards und -szenarien aufgebaut sind und immer die Zielsetzung haben, den Verkehr sicherer zu gestalten. Grundvoraussetzung dafür ist jedoch, dass das autonome Fahrsystem für alle potenziell auftretenden Ereignisse eine Regel oder ein Verhaltensmuster anwenden kann. Denn aus technologischer Sicht müssen neben vorhersehbaren Szenarien auch die „Unknown Unknowns“ aufgedeckt werden und Lösungen für sie entwickelt werden. Dabei handelt es sich um bisher unbekannte Szenarien, die im Verkehr auftreten könnten und durch bisher konzipierte Funktionen noch nicht sicher handhabbar sind. Dazu muss das autonome System im Vorfeld eine entsprechende Menge an Daten erhalten und die entsprechenden Szenarien „gelernt“ haben. Zudem muss sichergestellt sein, dass die notwendige Infrastruktur, wie z. B. eine entsprechend schnelle mobile Datenübertragung, jederzeit verfügbar ist.



„Beim autonomen Fahren geht es darum, etwas besser zu machen als der Mensch es selbst kann.“

Sandy Munro

„Der Computer bei automatisierten Fahrzeugen ist immer wach, das System arbeitet immer.“

Ilja Radusch

Vision Zero ist ein gutes Ziel, aber bleibt eine Utopie

Aber wie sicher ist das autonome Fahren der Gegenwart und der Zukunft? Und wie unsicher darf es sein? Das sind die entscheidenden Fragen, um gesellschaftliche Akzeptanz zu erlangen. In vielen Köpfen herrscht aktuell noch der Anspruch einer „Null-Fehler-Toleranz“ für die Technologie – auch „Vision Zero“ genannt. Diese beschreibt den Anspruch, den Verkehr von morgen maximal sicher zu gestalten und die Anzahl der Verkehrstoten und der im Verkehr Verletzten auf null zu reduzieren. Dieser Anspruch stellt jedoch in der Praxis oft eine Blockade für die Umsetzung dar. Oft werden laut den Expert_innen dieser Studie theoretische Modelle und Vorstellungen, wie Vision Zero, herangezogen und verzerren die Realität hinsichtlich der derzeitigen Fähigkeiten dieser Technologie. Denn wie beschrieben funktionieren aktuelle Systeme nur unter bestimmten Rahmenbedingungen. In der Praxis würde das bedeuten, es dürften keine vollständig unvorhersehbaren Situationen entstehen, denn auf diese können aktuelle Systeme nicht adäquat reagieren.

Dazu gehören nicht nur spontan eintretende äußere Faktoren wie Blitzeis oder Nebel. Der größte Unsicherheitsfaktor ist auch bei einem vollautonomen Fahrzeug nach wie vor der Mensch. Denn solange keine vollständige Durchdringung des Verkehrs mit autonomen Fahrzeugen und smarterer Infrastruktur stattgefunden hat, werden autonome Systeme mit irrationalen und unvorhersehbaren Handlungen anderer (menschlicher) Verkehrsteilnehmer konfrontiert sein. Zudem bleibt selbst bei großer Sorgfalt und vielen Kontrollmechanismen immer ein Restrisiko für einen technischen Defekt. Deshalb halten die meisten Expert_innen Vision Zero zwar für ein gutes und wichtiges Ziel, auf das es hinarbeiten gilt. Letzten Endes müssen man sich aber bewusst machen, dass es keine hundertprozentige Sicherheit geben kann, auch nicht beim autonomen Fahren.

„Setzen Sie deshalb Level 4-Systeme niemals außerhalb ihrer ODD ein, denn dann sind sie nicht mehr sicher, haben weniger Fähigkeiten, sind einfach nicht perfekt. Hier liegt ein Schlüsselproblem. Viele meinen: <Ich habe Level 4 und kann überall und so schnell fahren, wie ich will.> Aber das ist absolut falsch.“

Huei Peng

„Aktuelle Herstellerdaten zeigen, dass beim automatisierten Fahren alle 4 Mio. Meilen ein Unfall passiert – achtmal seltener, als wenn ein Mensch am Steuer sitzt.“

Sandy Munro

Autonomer Mischverkehr als grosse Herausforderung der nahen Zukunft

Mit Blick auf die nahe Zukunft sehen die Expert_innen deshalb den Mischverkehr als eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen. Denn obwohl die Sicherheit der Fahrzeuge insgesamt weiter zunehmen wird, werden durch diese Art von Verkehr auch neue Arten von Unfällen entstehen. Im Vergleich zu autonomen Fahrzeugen, die sich immer an die Regeln halten, ist das Verhalten des Menschen unberechenbar und somit für die Maschine schwer vorherzusagen. Ein Regelverstoß, wie beispielsweise das Überschreiten des Tempolimits, oder ein spontanes Fehlverhalten müssen als Parameter von der Maschine berücksichtigt werden und stellen somit eine große technische Herausforderung dar.

Die Verantwortung liegt nicht allein bei den Herstellern, wir brauchen einen Kulturwandel

Zuletzt ist die Sicherheitsfrage auf Fahrzeugseite aus Sicht vieler Expert_innen weniger eine ethische Fragestellung. Vielmehr handelt es sich um eine technische Herausforderung, die es zu lösen gilt. Die Anbieter und Hersteller von autonomen Fahrzeugen und Services nehmen dabei eine zentrale Rolle ein. Es gilt, geltende Sicherheitsstandards anzuwenden, zu verfeinern und weiter zu verbessern. Dabei kommt dem Thema Datentransparenz eine hohe Bedeutung zu. Deshalb plädieren Expert_innen für mehr Kooperation zwischen den einzelnen Herstellern. Initiativen zur Offenlegung von Sicherheitskonzepten, wie das sogenannte Voluntary Safety Self-Assessment (VSSA), dem bereits eine Vielzahl von Herstellern beigetreten sind, wird als ein erster guter Schritt betrachtet.

Betrachtet man das Thema Sicherheit jedoch im weiteren gesellschaftlichen Kontext, kommt hinsichtlich des Mischverkehrs ein weiterer Aspekt zum Tragen. Auch den einzelnen Verkehrsteilnehmer_innen kommt eine wichtige Rolle zu: Sie müssen sich dem Mischverkehr anpassen und mit neuen Verhaltensregeln umgehen.

So hat z. B. ein aggressiver Fahrstil im Verkehr von morgen keinen Platz mehr. Vielmehr geht es um ein partnerschaftliches Verhalten von Mensch und Maschine. Und dazu tragen auch Maschinen bei, da sie emotionslos und demzufolge aggressionsfrei arbeiten. Langfristig müssten die Menschen lernen zu akzeptieren, dass eine Maschine das Fahrzeug besser bewegt als jeder Mensch. Dies stellt nach Ansicht der Expert_innen letzten Endes einen nicht zu unterschätzenden Kulturwandel dar, der nicht von heute auf morgen stattfinden wird. Die Menschen werden Zeit brauchen, um ein gutes Vertrauensverhältnis zum autonomen Fahren aufzubauen. Daher empfehlen viele Expert_innen die Einführung von autonomen Fahrzeugen in geschützten und berechenbaren Testgebieten. Dies erlaubt den Herstellern, die Fahrzeuge zu optimieren und wichtige Daten zu sammeln, und ermöglicht gleichzeitig eine schrittweise Gewöhnung der Verkehrsteilnehmer_innen an die neuen Rahmenbedingungen.

„Die größte Hürde bei der Einführung neuer Technologien ist meist der Mensch. Um es auf den Punkt zu bringen: Autonome Fahrzeuge befolgen immer die Regeln, Menschen nicht.“

Genevieve Bell

„Ziel der Entwicklung unserer Fahrzeuge ist der bestmögliche Schutz aller Verkehrsteilnehmer_innen. Allerdings werden auch mit automatisierten, autonomen Fahrzeugen Unfälle passieren, wenngleich die Sicherheit insgesamt erheblich zunehmen wird.“

Hiltrud Werner



Vertrauen in die Maschine



Die Vorgängerstudie „the pulse of autonomous driving“ aus dem Jahr 2019, bei der 21.000 Menschen auf drei Kontinenten zu ihrer Einstellung zum autonomen Fahren befragt wurden, zeigt, dass 41 Prozent der potenziellen Nutzer_innen misstrauisch gegenüber der Technologie des autonomen Fahrens sind. Etwa ein Drittel ist sogar ängstlich. Auch die Expert_innen dieser Studie sehen die Skepsis gegenüber der Technologie und die Angst um den individuellen Kontrollverlust als zentrale Hürden, die es zu überwinden gilt, damit autonomes Fahren gesellschaftsfähig werden kann. Denn: Je weiter die technologische Entwicklung voranschreitet, desto mehr wird es zur Kontrollabgabe durch die Fahrer_innen kommen. Diese Erkenntnis passt auch zum Bild, das die Vorgängerstudie zeichnet. Hier wurde der Kontrollverlust von 70 Prozent der Studienteilnehmer_innen als größtes Bedenken geäußert.

Die Expert_innen in dieser Studie sind sich jedoch weitgehend einig, dass das Misstrauen gegenüber dem Unbekannten keine unüberwindbare Hürde darstellt. Historisch betrachtet war dieses Misstrauen immer vorhanden, wenn neue Technologien in den Alltag der Menschen Einzug gehalten haben. Aufzüge, Flugzeuge oder Züge haben trotzdem einen Platz in unserem Alltag gefunden. Menschen sind durchaus bereit, Kontrolle über Abläufe und Prozesse gegen andere Vorteile einzutauschen. Grundvoraussetzung dafür sind zum einen ein gewisses grundlegendes Verständnis, was die Technologie und ihre Zuverlässigkeit bzw. Sicherheit betrifft. Zum anderen das persönliche Erleben dieser Vorteile für den eigenen Alltag wie Zeitersparnis und Komfort.



“Für mich war es nie problematisch Vertrauen in einen Algorithmus zu haben. Die Frage ist: Wem vertrauen wir und weshalb?”

Genevieve Bell

„Ich denke, die größte Herausforderung bei der Umstellung liegt darin, die Öffentlichkeit in den nächsten Jahren davon zu überzeugen, dass die Technologie sicher und zuverlässig ist.“

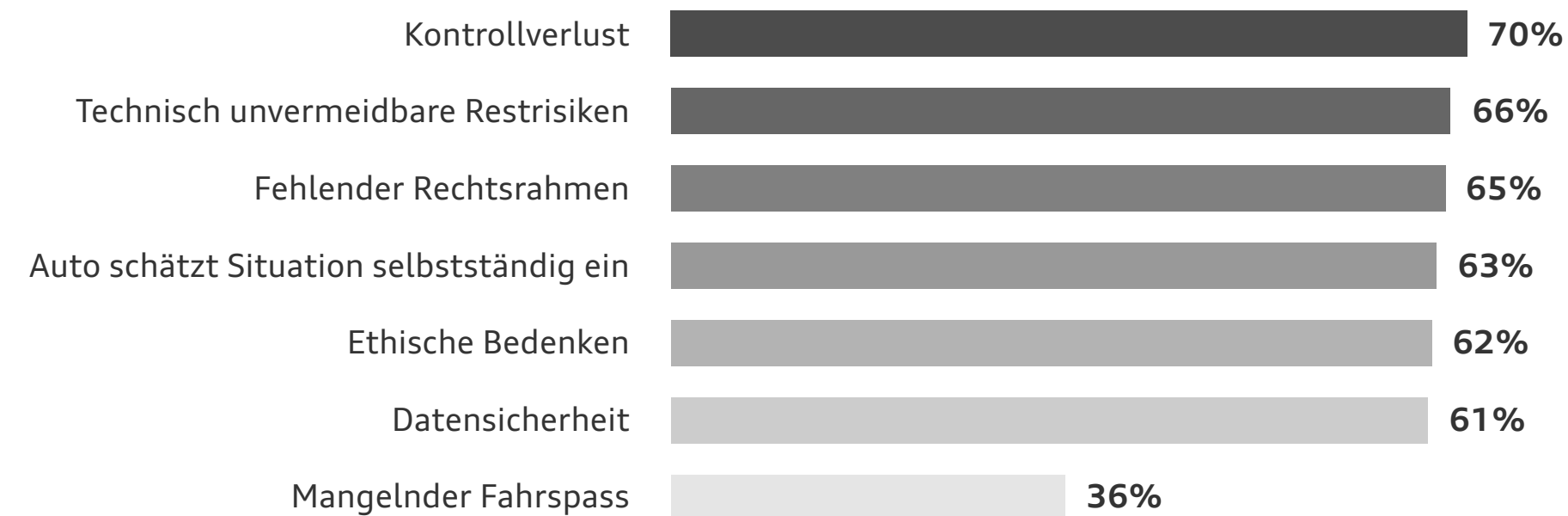
Sam Abuelsamid

Die Technologie muss den Menschen erklärt werden

Damit Menschen Vertrauen in die Fähigkeiten der Technologie aufbauen können, ist es zunächst wichtig, ein grundlegendes Verständnis und Wissen zu etablieren. Daher braucht es laut den Expert_innen jetzt, aber auch in Zukunft, Aufklärungs- und Bildungsarbeit hinsichtlich neuer Technologien. Insbesondere eine klare und verständliche Kommunikation zu den Möglichkeiten und Limitationen des autonomen Fahrens ist hier essenziell. Helfen könnte beispielsweise, eine klare Definition und Unterscheidbarkeit zwischen den Levels des autonomen Fahrens zu vermitteln. Darauf aufbauend kann erklärt werden, welche Rollen und Verantwortlichkeiten der Mensch in der jeweiligen Situation einnimmt.

Luftschlösser und Science-Fiction-Szenarien sind laut den meisten Expert_innen eher kontraproduktiv. Forschung sowie Wirtschaft sollten deshalb maximal transparent agieren. Denn die Vision eines flächendeckenden autonomen Verkehrs wird kurz- bis mittelfristig nicht Realität werden. Stattdessen wird es in nächster Zeit eher entscheidend sein, Nutzer_innen für konkrete Anwendungsfälle autonomer Systeme zu sensibilisieren.

Kritische Aspekte beim autonomen Fahren, länderübergreifend (vgl. „The pulse of autonomous driving“ & Audi, 2019)



„Angst besteht in der Regel nur vor dem Unbekannten – wir verlassen uns täglich auf verschiedenste Technologien, ohne es zu realisieren. Das muss und wird sich auch beim automatisierten Fahren einstellen.“

Hiltrud Werner



„Die meisten Leute stellen sich autonome Fahrzeuge so vor, wie man sie aus Kinofilmen kennt. So werden sie aber nicht sein. Die Menschen müssen abgeholt werden zwischen einer gewissen Skepsis gegenüber potenziell gefährlichen technischen Systemen und der beinahe naiven Vorstellung von magischen, fehlerfreien Fahrzeugen.“

Genevieve Bell

Sicherheit ist bei der Vertrauensbildung ein Faktor, der weder unter-, noch überschätzt werden darf

Transparenz und Aufklärung sind entscheidende Impulse, um Vertrauen in die Technologie zu schaffen. Eine weitere Grundvoraussetzung für das bereits erwähnte Thema: Sicherheit. Hier müssen die Unternehmen es schaffen, die Sicherheit und den Schutz der Menschen mit maximaler Verlässlichkeit und Robustheit auf die Straße zu bringen, ansonsten kann das Vertrauen bereits früh tiefgreifend erschüttert werden. Es ist aber genauso wichtig den Menschen deutlich zu machen, dass es nie eine hundertprozentige Sicherheit geben wird. Die gibt es bereits heute nicht in anderen Bereichen unseres Lebens. Hier könnte es helfen, statistisch belegte Vorteile zum Thema Sicherheit über Informationskampagnen aufzuzeigen.

Wie bereits beschrieben wird es in Zukunft auch wichtig sein, Verkehrsteilnehmer_innen hinsichtlich des eigenen Verhaltens im autonomen Mischverkehr zu sensibilisieren. Hier können sich einige Expert_innen eine öffentliche Bildungskampagne à la „Don't drink and drive“ vorstellen. Gleichzeitig weisen einige Expert_innen darauf hin, dass das Thema Sicherheit in der Praxis eine deutlich geringere Rolle spielen wird, als dies in Fachkreisen häufig der Fall ist. Die Erfahrung zeige: Haben sich Menschen erstmal an die Technologie gewöhnt und deren Vorteile genossen, werden theoretische Sicherheitsbedenken oft erstaunlich schnell beiseite geräumt.

Das Erleben des persönlichen Nutzens ist ein entscheidender Faktor

Stand heute lässt sich das Verständnis für die Technologie und deren theoretischen Nutzen eher als abstrakt bezeichnen. Dies führt dazu, dass die Mehrheit der Gesellschaft, insbesondere in Europa, eher konservativ argumentiert. Hier gilt das Motto: „Kein Vertrauen, weil keine eigene Erfahrung.“ Die meisten Expert_innen sind sich jedoch einig, dass sich das in dem Moment ändert, in dem die Menschen autonomes Fahren selbst erlebt und den Nutzen für sich erkannt haben. Wenn es also gelingen soll, möglichst viele Menschen von der Technologie zu überzeugen, muss auch für entsprechend viele Menschen ein Zugang zur Technologie geschaffen werden. Dazu braucht es niedrigschwellige Angebote im Markt, um die erste Hürde des „Einstiegs in das Auto“ zu überwinden.

Eine erste Möglichkeit, Nutzer_innen auch jetzt schon an die Technologie heranzuführen, sind sogenannte „Self-Driving Experiences“ und das „Proof of Concept Testings“ (siehe u.r.). Zudem wünschen sich einige Expert_innen auch, dass die Forschung und Entwicklung Nutzer_innen in Form von Bürgerbeteiligung einbindet, um deren Bedürfnisse besser bedienen und Hürden besser verstehen und überwinden zu können.

„Die Menschen in die autonomen Fahrzeuge zu bekommen, ist der schwierigste Teil. Sobald sie im Fahrzeug sitzen, sind sie nach zwei Minuten überzeugt.“

Pete Bigelow



Self-Driving Experiences & Proof of Concept / Testing

Dies sind Initiativen, die es die Nutzer_innen ermöglichen, erste persönliche Erfahrungen mit dem autonomen Fahren zu sammeln. Hersteller_innen und Anbieter_innen haben dabei die Chance, den technischen Reifegrad und die Marktreife neuer Technologien und Services zu erproben. Aktuell findet dies häufig im Rahmen von zeitlich limitierten Forschungsprojekten, in abgesicherten Umgebungen und mit beschränktem Zugang statt.

Beispiele dafür sind die Erprobung von People-Mover-Konzepten in deutschen Städten wie Berlin, Hamburg oder Karlsruhe oder die Erprobung von Autonomous Valet Parking durch den Volkswagen Konzern (siehe S. 34, u.r.). Außerdem gibt es vor allem in den USA bereits Pilotprojekte mit der Intention zur Kommerzialisierung. So will z.B. die Google-Schwester Waymo bald einen öffentlich zugänglichen Robotaxi-Dienst in San Francisco starten. Im diesem neuen Pilotprojekt kann sich jeder über die "Waymo One"-Smartphone-App bewerben und am "Trusted Tester"-Programm teilnehmen. (vgl. Bellan, 2021)



Zeitgewinn allein wird als persönlicher Vorteil nicht ausreichen

Oftmals wird die Möglichkeit, Zeit während der Fahrt anders zu nutzen, als entscheidender Mehrwert und Argument für das autonome Fahren herangezogen. Hier betonen die Expert_innen jedoch, dass es nicht ausreichen wird, dass Nutzer_innen während des Fahrens mehr Zeit haben. Vielmehr könnte ein spürbarer Geschwindigkeitsvorteil auf dem Weg von A nach B ein echter „Game Changer“ sein. Besonders im (Misch-)Verkehr von morgen, in dem sich vermutlich deutlich mehr Fahrzeuge auf den Straßen befinden werden als heute, könnten autonome Fahrzeuge durch intelligente Routenwahl und einem flüssigeren Verkehrsgeschehen einen echten Effizienzvorteil haben.

Wird diese neue Effizienz mit Entscheidungsfreiheit auf Seiten der Nutzer_innen kombiniert, sehen viele Expert_innen eine gute Chance für eine breite Akzeptanz der Technologie. Denn dann bedeutet autonomes Fahren auch zusätzliche Freiheit. Wenn es gelingt, dass bei Müdigkeit oder bei langen Strecken mit der Familie der „Zwang zu fahren“ entfällt, ohne die Möglichkeit bei Bedarf auch selbst zu fahren, zu limitieren, könnte sich die Technologie schneller flächendeckend durchsetzen. Prinzipiell gilt: Je schneller, komfortabler und verlässlicher ein Fahrzeug seine Passagiere ans Ziel bringt, desto eher tendieren die Fahrer_innen dazu, Kontrolle abzugeben. Letztendlich muss sich die Technologie in diesem Sinne im Alltag in verschiedensten Situationen als robust und verlässlich erweisen.

„Es geht auch um einen besseren Zugang zu Mobilität. Sie ist der Schlüssel zu Jobs, medizinischer Versorgung, Clean Food und vielem mehr.“

Huei Peng

„Nur durch den zu erwartenden Zuwachs an Komfort, Sicherheit und Verfügbarkeit wird hinreichend Akzeptanz und das Vertrauen in die neue Technik begründet werden können.“

Hiltrud Werner

Vertrauensbildung ist ein multi-dimensionaler, non-linearer Prozess

Vertrauen aufzubauen ist kein linearer Prozess, der sich nach einem Standardschema durchlaufen lässt. Es handelt sich im Fall des autonomen Fahrens vielmehr um einen multidimensionalen gesellschaftlichen Diskurs, der parallel auf mehreren Ebenen abläuft. Dabei gilt es auch zu berücksichtigen, dass Vertrauen in neue Technologien kulturell gesehen unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Der Blick auf asiatische Staaten wie Japan, China oder Korea zeigt beispielsweise eine schnelle Anpassungsfähigkeit der Gesellschaft aufgrund des starken Vertrauens in den Fortschritt. Trotzdem lassen sich weltweit gewisse Grundprinzipien für einen Aufbau einer Vertrauensbeziehung zwischen Mensch und Maschine ableiten. Diese Studie konnte acht Dimensionen für eine erfolgreiche Vertrauensbildung identifizieren.

Blindes Vertrauen ist nicht das, was angestrebt werden sollte

Mit Blick auf die Zukunft sollte auch die Kehrseite einer umfassenden Vertrauensbeziehung zwischen Mensch und Maschine diskutiert werden. Denn es kann durchaus zu einem „übermäßigen“ Vertrauen in die Technologie kommen, und dies sollte im gesellschaftlichen Kontext betrachtet und diskutiert werden. Menschen legen beim autonomen Fahren bereits nach kurzer Zeit bestimmte Verhaltensweisen ab und sind somit in bestimmten Gefahrensituationen nicht mehr bereit, reagieren zu können. Daher müssen zukünftige Richtlinien auch diese menschlichen Faktoren mit einbeziehen.

„Je höher der Automatisierungsgrad, desto geringer die Aufmerksamkeit der Menschen, denn sie beginnen, sich zu langweilen. Und ganz schnell holt man das Smartphone heraus und klinkt sich aus.“

Deborah Hersman

Acht Dimensionen für eine erfolgreiche Vertrauensbildung



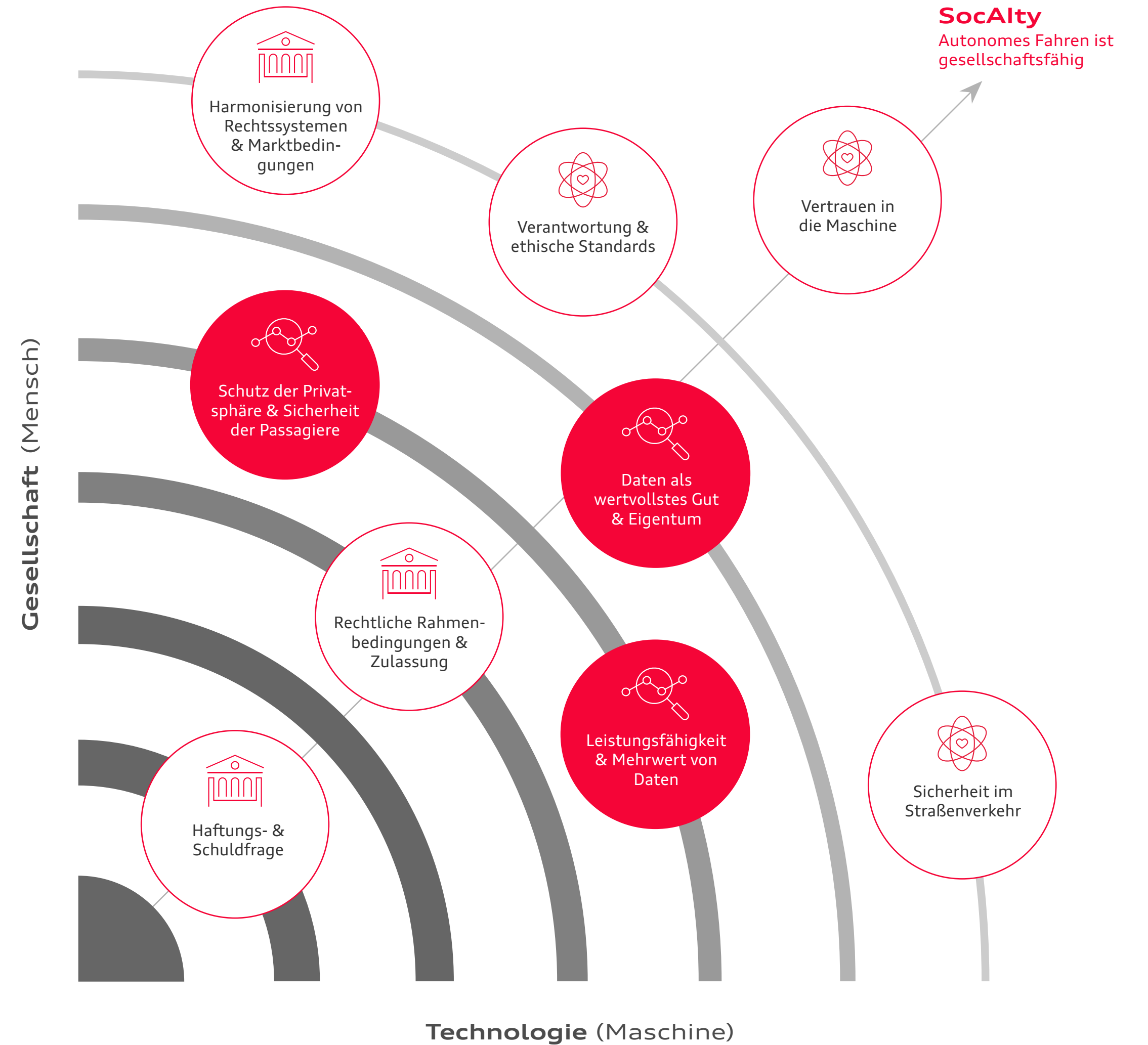


6

Daten – Im Spannungsfeld zwischen
Leistungsfähigkeit & Schutz von Daten
beim autonomen Fahren

Kaum irgendwo in unserem Alltag werden so viele verschiedene und eine insgesamt so große Menge Daten gesammelt und verarbeitet wie künftig beim autonomen Fahren. Dazu gehören neben den Daten, die ein modernes Fahrzeug ohnehin generiert, vor allem Bilddaten. Diese werden durch die zahlreichen Kameras innerhalb und außerhalb der Fahrzeuge erfasst. Dazu kommen Daten der Sensoren, die es den Fahrzeugen überhaupt erst ermöglichen, ein Fahrzeug in Echtzeit zu steuern. Es werden also neben den Bilddaten der Umgebung sowohl Bewegungsdaten des eigenen Fahrzeugs als auch die von anderen Verkehrsteilnehmer_innen gesammelt und verarbeitet. Zusätzlich gibt es noch die persönlichen Daten und Bewegungsdaten der Nutzer_innen, sobald diese Mobilitätsservices über ihr Smartphone nutzen.

Der Umgang mit diesen vielfältigen Daten ist ein zentrales Thema, mit dem sich viele Expert_innen dieser Studie beschäftigen. Dabei bilden in der gesellschaftlichen Diskussion die beinahe unendlichen Möglichkeiten, die Daten heute und in Zukunft bieten, und der Schutz sensibler Daten zwei gegenüberliegende Pole. Innerhalb dieses Spannungsfeldes behandelt diese Studie Gedanken und Lösungsansätze der Expert_innen zu den Themen Data Ownership, Datenschutz und Datensicherheit. Dabei wird der Mehrwert, den Daten im Rahmen des autonomen Fahrens jetzt und in Zukunft liefern können, erörtert und Herausforderungen aus Perspektive der Expert_innen beleuchtet.



Daten als wertvollstes Gut & Eigentum



Pilotprojekte mit autonomen Fahrzeugen liefern heute schon eine wichtige Datengrundlage für die (Weiter-)Entwicklung der Technologie. Bei jeder Fahrt werden unzählige Informationen via Sensorik und Kameras erfasst und via Datenanalyse für die Verbesserung von Algorithmen genutzt. Neben vielen Vorteilen wirft das Sammeln der Daten auch Fragen und Unsicherheiten auf: Werden diese teils personenbezogenen Daten nur für die Weiterentwicklung der Fahrzeuge und der Technologie genutzt? Oder werden sie auch für das eigene Geschäftsmodell verwertet oder unter Umständen an Dritte weitergegeben? Fest steht: Daten haben heute, und vor allem in der Zukunft eine enorm hohe Bedeutung und Werthaftigkeit. Deshalb ist in Bezug auf das autonome Fahren und die dafür notwendigen Daten die Auseinandersetzung mit zentralen Fragestellungen notwendig: Wem gehören die beim autonomen Fahren erzeugten Daten? Wie und durch wen werden die Daten ausgewertet und verarbeitet? Wer profitiert am Ende davon? Und vor allem: Wie verhält sich das Ganze aus Sicht der Nutzer_innen? Zugespitzt gefragt: Sind Fahrer_innen von morgen „gläserne Beifahrer_innen“ oder können sie über die Nutzung ihrer Daten entscheiden?

„Wenn Sie heute in den Bus einsteigen, dann gehören Ihnen auch nicht die Daten des Busses.“

Torsten Gollewski



Eigentum & Nutzung von Daten beim autonomen Fahren heute & morgen

Bei öffentlichen autonomen Services der nahen Zukunft wie Shuttle-Services und Flotten sehen Experten wie Torsten Gollewski das Eigentum oder zumindest das überwiegende Nutzungsrecht der Daten ganz klar bei den Service Providern. Auch hinsichtlich möglicher „Robotaxis“ werden Betreiber und Anbieter die Daten für die eigenen Zwecke nutzen. Schließlich müssen diese als Flottenbetreiber den Service leisten sowie im eigenen Interesse verbessern, und dazu brauchen sie Daten. Außerdem stellen sie auch die Infrastruktur für die Datenerfassung und Datenanalyse bereit. Manche Expert_innen halten jedoch auch ein Modell für denkbar, bei dem die Daten den Nutzer_innen gehören. Diese würden dann den Herstellern und Betreibern die Nutzung zu bestimmten Zwecken erlauben, ähnlich wie dies aktuell bei Smartphones geschieht.

Interessant und kontrovers wird die Diskussion beim eigenen, privat genutzten Auto. Hier können personenbezogene Daten und Informationen erfasst werden, die oftmals tief in die Privatsphäre der Menschen reichen. Dieses Szenario wird oft herangezogen, um die Gefahr von „gläsernen Beifahrer_innen“ aufzuzeigen. Denn derzeit geben Nutzer_innen die Rechte auf ihre Daten beim Kauf oder bei der Nutzung von Services an Mobilitätsanbieter oder Automobilhersteller ab. Dies wird von den Nutzer_innen in der Breite akzeptiert, solange sie im Gegenzug einen entsprechenden Mehrwert durch ein ansprechendes Produkt oder einen gut funktionierenden Service haben (z. B. Uber). Auch in zukünftigen Angeboten wie autonomen Shuttle-Services wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass die erfassten Daten, wie Bewegungs- und Nutzungsdaten, den Betreibern und Serviceanbietern gehören.

Hier besteht unter den Expert_innen ein Konsens, dass Nutzer_innen zukünftig in gewisser Hinsicht Schutz sowie ein gewisses Mitspracherecht bei der Nutzung und Weitergabe der Daten bekommen sollten. Die Voraussetzung sollte sein, dass bei personenbezogenen Daten die Nutzer_innen bei der Verwendung bzw. Auswertung bestimmter Daten immer in Kenntnis gesetzt werden und bestenfalls ihr Einverständnis eingeholt wird. Ein neues Verständnis vom Wert der eigenen Daten sowie vom richtigen Umgang mit sensiblen und persönlichen Daten sollte bei allen Nutzer_innen eine neue Relevanz im Alltag einnehmen.

„Jeder, der einen Mobilitätsservice betreibt, hat Kontrolle über oder zumindest Zugriff auf die Daten.“

Sam Abuelsamid

Personenbezogene vs. sensible Daten

Personenbezogene Daten sind einer Person zuordenbare Daten, die anhand derer identifizierbar wird. Dies beinhaltet unter anderem Name, Anschrift, Telefonnummer, Daten zum Standort oder zum Aussehen der Person. (vgl. Intersoft Consulting, o.D.)

Sensible Daten sind ein Teil personenbezogener Daten, die Auskunft über die ethnische Herkunft, die politische oder religiöse Weltanschauung, die Gewerkschaftszugehörigkeit, genetische und biometrische Informationen, Gesundheitsdaten oder zur sexuellen Orientierung einer Person geben. (vgl. European Commission, o.D.)



Hersteller & M\"obilit\"atshersteller sind auf Daten angewiesen

Das Erfassen und Verarbeiten von Daten sind f\"ur Hersteller und Serviceprovider eine Grundvoraussetzung f\"ur die Optimierung und Weiterentwicklung von Technologien und Services. F\"ur die Expert_innen der Studie steht es deshalb au\"ser Frage, dass Hersteller, Anbieter und Betreiber von Fahrzeugen und M\"obilit\"atsservices bis zu einem gewissen Grad und im Rahmen der jeweils geltenden Datenschutzverordnungen bzw. zus\"atzlich Zustimmung der Kund_innen Zugriff auf die Daten ben\"otigen und auch in Zukunft haben werden. Zudem sind Daten und deren Qualit\"at allgemein ein entscheidender Wettbewerbsvorteil f\"ur Unternehmen. Je besser man seine Kund_innen oder ein Gesch\"aftsfeld kennt, desto eher werden Unternehmen in Zukunft in der Lage sein, Produktverbesserungen vorzunehmen und Services und Gesch\"äftsmodelle mit Kundennutzen zu entwickeln und erfolgreich in den Markt zu bringen.

Die gro\"osen datengetriebenen Unternehmen wie Google, Apple und Co. haben dies in den letzten Jahren eindrucksvoll unter Beweis gestellt. Aus Sicht der Unternehmen ist es zudem auch ein einfaches Rechenbeispiel. Denn der Aufbau von Know-how, Infrastruktur und Personal, um Daten erfolgreich zu generieren, zu analysieren und auszuwerten, ist zeitaufw\"andig und kostenintensiv. Unternehmen werden also nur weiter in diesem Bereich investieren, wenn sie M\"oglichkeiten sehen, aus dieser Investition einen Mehrwert zu ziehen und letzten Endes auch Geld damit zu verdienen.

„Daten kosten viel Geld - sowohl bei der Generierung als auch bei der Haltung. Es muss sich f\"ur die Unternehmen lohnen, in die Datenauswertung zu investieren.“

Alexander Pesch

Aus Anspruch resultiert auch Verantwortung

Die Expert_innen sind sich auch weitestgehend einig, dass aus dem Anspruch der Unternehmen im Umkehrschluss eine Verantwortung gegenüber den Nutzer_innen und der Gesellschaft besteht. Es gibt vor allem im deutschen und europäischen Raum relativ klare Richtlinien zum Schutz der Privatsphäre. So ist zum Beispiel die kommerzielle Nutzung und Weitergabe von personenbezogenen und sensiblen Daten an Dritte ohne Einwilligung gesetzlich untersagt. Doch es geht um mehr als nur darum, gesetzliche Anforderungen zu erfüllen. Entscheidend ist vor allem, wie die Nutzer_innen den Umgang mit „ihren“ Daten wahrnehmen. Geben sie wirklich bewusst ihre Zustimmung, oder passiert dies beiläufig und mit einem mulmigen Gefühl?

Neben der eigenen Selbst- bzw. Mitbestimmung spielt deshalb auch das Bedürfnis nach Transparenz eine entscheidende Rolle für die Akzeptanz. Immer mehr Menschen wollen wissen, warum Daten erhoben und wie diese genutzt werden. Sobald hier ein ungutes Gefühl entsteht, nimmt die Bereitschaft zur Zustimmung der Datennutzung in Umfragen und Experimenten rapide ab. Laut Expert_innen wird deshalb in Zukunft die Art und Weise, wie Unternehmen und Organisationen mit Daten umgehen, eine immer stärkere Rolle für die Reputation und die gesellschaftliche Akzeptanz spielen. Der Aufbau von Vertrauen im öffentlichen Diskurs und bei den Nutzer_innen wird somit zum wichtigen Treiber für nachhaltigen Unternehmenserfolg.

„Hersteller sollten personenbezogene Daten nur anonymisiert und mit der Zustimmung der Nutzer_innen kommerziell nutzen und weitergeben.“

Uta Klawitter



„Transparenz ist entscheidend. Es muss Offenheit darüber herrschen, welche Daten gesammelt und warum und wofür sie genutzt werden. Wer profitiert von ihnen? Nur der Dienstleister oder auch der Hersteller? Oder der Endverbraucher?“

Sam Abuelsamid

Neue Modelle & ein geschärftes Bewusstsein im Umgang mit Daten

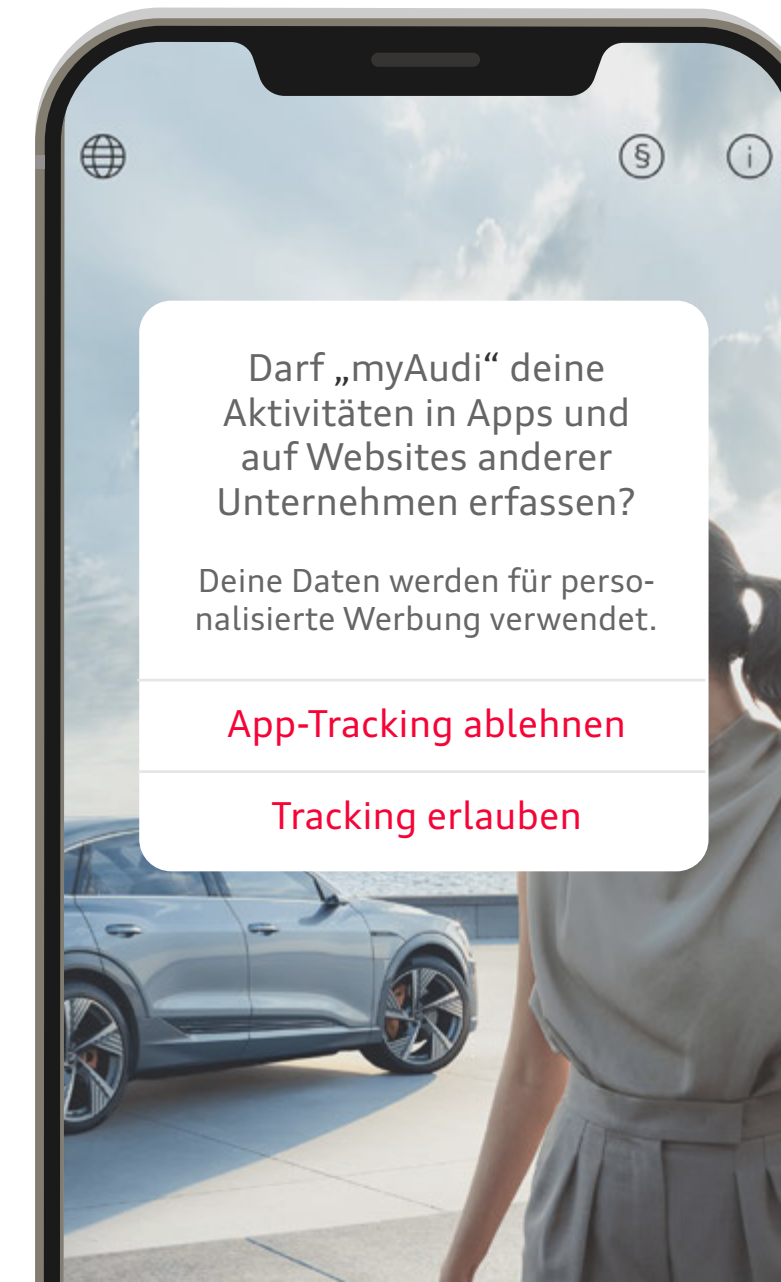
Eine Möglichkeit für den zukünftigen Umgang mit persönlichen Daten ist die sogenannte "Data Stewardship". Diese beschreibt eine Vertrauensbeziehung zwischen Individuen und Organisationen, innerhalb derer die Verwendung der persönlichen Daten in einem transparenten Prozess regelmäßig neu „verhandelt“ wird. Dabei wird zunächst davon ausgegangen, dass sämtliche personenbezogenen Daten Eigentum der Nutzer_innen sind und diese dann der Nutzung ihrer Daten durch die verwertenden Unternehmen individuell zustimmen. Ziel ist es, die Menschen zu befähigen, selbstbestimmt über die Datennutzung mitzuentcheiden. Dies könnte sogar so weit gehen, dass der Zugang zu bestimmten personenbezogenen Daten (besonders durch Dritte) nur gegen Entgelt an die Nutzer_innen erfolgen kann.

„Wem vertraue ich, dass er respektvoll mit diesen Daten umgeht? Da hängt sehr viel an dem Thema Reputation.“

Torsten Gollewski

„Der Nutzer erlaubt dem Dienstleister oder Hersteller, bestimmte Daten zu verwerten. Und wenn sie mit Dritten geteilt werden, muss der Endverbraucher eine Opt-Out-Möglichkeit haben. Ich denke, so sollte es sein.“

Sam Abuelsamid



Data Stewardship am Beispiel Apple

Apple hat im April 2021 eine neue Datenschutzfunktion auf allen Endgeräten eingeführt. Diese „app tracking transparency“-Funktion sorgt dafür, dass, bevor eine App Nutzerdaten sammeln oder mit Dritten teilen kann, ein Pop-up-Fenster auf dem Bildschirm erscheint, das die Zustimmung oder Ablehnung ermöglicht. Somit haben Nutzer_innen volle Kontrolle über die Verwendung ihrer Daten. (Apple, o. D.)

„Seit Apple die App-Tracking-Transparency Funktion eingerichtet hat, sagen etwa 96 % der Nutzer: «Nein, teilen Sie meine Daten keinesfalls mit anderen». Gemeint ist damit die Weitergabe von Daten an Dritte.“

Sam Abuelsamid

Es gibt bereits gute Ansätze, aber Vieles steht noch am Anfang

Ein Beispiel für einen Vorstoß in Richtung “Data Stewardship” ist Apple. Der US-Konzern hat einen eigenen Lösungsansatz zur Selbst- und Mitbestimmung von Nutzer_innen entwickelt. Ziel ist laut Apple, ein Bewusstsein für den Umgang mit den eigenen Daten bei den Nutzer_innen zu schaffen sowie die eigene Reputation als vertrauenswürdige Unternehmen zu stärken. Schaut man sich die Ergebnisse dieses Vorstoßes an, so wird schnell klar, dass Nutzer_innen sehr skeptisch gegenüber der Weitergabe der eigenen Daten sind. Daher sprechen sich einige Expert_innen dafür aus, dass Unternehmen und Organisationen noch stärker sowohl den Mehrwert für die Nutzer_innen als auch den sozialen Nutzen für die Gesellschaft (z. B. „im Interesse der Verkehrssicherheit“) von Verwendung und Weitergabe von Daten kommunizieren.

Ziel sollte es sein, Nutzer_innen eine gewisse Mündigkeit in Bezug auf die eigenen Daten zuzusprechen, anstatt pauschal die Weitergabe und Auswertung zu blockieren. So könnten Unternehmen weiterhin neue Geschäftsmodelle auf qualifizierten Daten aufbauen und das enorme Potenzial für technischen Fortschritt und wirtschaftlichen Erfolg nutzen. In Deutschland liefert der „Datenraum Mobilität“ (siehe u.l.) des BMVI einen interessanten Ansatz, wie dies in einem industrieweiten Austausch gelingen könnte.

Pilotprojekt „Datenraum Mobilität“

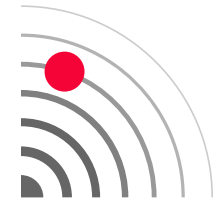
Der „Datenraum Mobilität“ bzw. der „Mobility Data Space“, wie dieser in Zukunft aufgrund seiner europäischen Ausrichtung heißen wird, ist ein offener Datenraum. Er ermöglicht neben dem sicheren Austausch von Daten die Erschließung von Echtzeitdaten und vernetzt existierende Datenplattformen miteinander. So können in Zukunft flächendeckende Mobilitätsdaten auf nationaler und bald auch europäischer Ebene bereitgestellt werden. Basierend auf der dezentralen Systemarchitektur schafft der „Datenraum Mobilität“ Datensouveränität und Vertrauen und gibt Nutzer_innen Sicherheit hinsichtlich der Herkunft und Qualität der Daten.

Mit der Verknüpfung von öffentlichen und privatwirtschaftlichen Daten über regionale und nationale Datenplattformen wird der „Mobility Data Space“ zum digitalen Vertriebskanal für datengetriebene Geschäftsmodelle und entfaltet neue Möglichkeiten der Datenerschließung, -verknüpfung und -verwertung. Außerdem bietet der „Mobility Data Space“ den Nutzer_innen die Möglichkeit, an den Wertschöpfungspotenzialen ihrer eigenen Daten teilzuhaben bzw. ein Mitbestimmungsrecht bei der Weitergabe und Nutzung zu erhalten. (acatech, o. D.)

„Dass die Technik hinreichend ausgereift ist, ist das eine. Wenn man von der Technik kommend weiterdenkt, ist die Interaktion zwischen Mensch und Maschine ein großes Thema.“

Tobias Miethaner

Schutz der Privatsphäre & Sicherheit für die Passagiere



Technologien wie Spracherkennung, Sensoren und Kameras erfassen beim autonomen Fahren eine Vielzahl von Daten, aus denen sich Rückschlüsse auf das Verhalten der Nutzer_innen ableiten und interpretieren lassen. Kritiker sehen hier das Recht auf Privatsphäre durch die umfassende Datenerfassung und -analyse teilweise gefährdet. Der effektive Schutz von personenbezogenen Daten und der Privatsphäre von Nutzer_innen ist deshalb eines der zentralen Themen bezüglich der Gesellschaftsfähigkeit des autonomen Fahrens. Zudem bietet die umfassende digitale und vernetzte Infrastruktur, die für das autonome Fahren benötigt wird, neue Möglichkeiten zur Manipulation von Fahrzeugen und Infrastruktur, z. B. durch Hackerangriffe. Hier ist es wichtig, frühzeitig entsprechende Sicherheitsstandards zu entwickeln, um das Vertrauen der Nutzer_innen nicht zu gefährden.

Datenschutz

Beim Datenschutz geht es um den Schutz von personenbezogenen Daten (siehe S. 57, u.r.). Dabei liegt der Schwerpunkt nicht auf dem Inhalt der Daten, sondern auf dem Recht der informationellen Selbstbestimmung.

Datensicherheit

Die Datensicherheit befasst sich mit dem generellen Schutz von Daten, unabhängig davon, ob ein Personenbezug besteht oder nicht. Somit fallen unter die Datensicherheit nicht nur personenbezogene Daten, sondern sämtliche Daten eines Unternehmens. Bei der Datensicherheit geht es also nicht um die Frage, ob Daten erhoben und verarbeitet werden dürfen, sondern welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, damit der Schutz dieser Daten gewährleistet ist. (Siriu, 2021) (wörtlich zitiert)



Beim Datenschutz sind Deutschland & Europa Vorreiter

Aus rechtlicher Perspektive wurde auf europäischer und deutscher Ebene durch die General Data Protection Regulation (GDPR) und die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) im Bereich Datenschutz bereits eine Grundlage geschaffen. Diese übergreifenden Rahmenbedingungen sollen maximalen Schutz für die Privatsphäre bieten und die Selbstbestimmung der Nutzer_innen fördern. Ziel ist es, dass diese jederzeit wissen, welche Daten ihr Fahrzeug sammelt und wie sie diese Daten so weit wie möglich selbst verwalten können. Dazu wurden Grundsätze hinsichtlich Technikgestaltung und datenschutzfreundlicher Einstellungen definiert. Wichtig sind laut den Expert_innen jedoch auch Organe oder Institutionen, die die Umsetzung dieser Grundsätze leiten und überwachen (z. B. Digital Services Act und Data Governance Act – europäische Gesetzgebung). Außerdem betonen die Expert_innen, dass vermeintlich klar geltende rechtliche Rahmenbedingungen und Gesetze oftmals durch einen einfachen „Klick“ zur Annahme von AGB ausgehebelt werden. Dies widerspricht wiederum der Forderung nach mehr Transparenz und dem Ansatz von Data Stewardship (siehe vorheriges Kapitel).

„Im Fall von Tesla stellen wir fest, dass die Menschen die AGB mit einer erheblichen Datennutzung durch Tesla akzeptieren, weil sie einen persönlichen Vorteil sehen.“

Torsten Gollewski



Digital Services Act

Der Digital Services Act ist ein Verordnungsentwurf der EU-Kommission, der einen harmonisierten Wettbewerbsrahmen und eine strengere Regulierung digitaler Dienste innerhalb der Europäischen Union schaffen soll. Beim Digital Services Act handelt es sich um einen Verordnungsentwurf der Europäischen Kommission. Ziel der Verordnung ist es, unter anderem einen harmonisierten Wettbewerbsrahmen und eine klare Regulierung digitaler Dienste und Märkte in der Europäischen Union zu schaffen. (vgl. Hammel & Rieke, 2021)

Data Governance Act

Der Data Governance Act ist der erste Teil der Digitalstrategie der EU-Kommission. Das Ziel des Data Governance Act ist es, unter anderem die Hürden und rechtlichen Bedenken für das Teilen von sensiblen Daten zu beseitigen. Damit sensible Daten verarbeitet werden können, sollen diese durch eine staatliche Behörde in einer angemessenen Weise (z. B. pseudonymisiert, anonymisiert, generalisiert, unterdrückt oder randomisiert) und vor allem interoperabel aufgearbeitet werden. (vgl. Rieke, 2020)

Anonymisierung als Schlüsseltechnologie für Datenschutz beim autonomen Fahren

Trotz der geschaffenen rechtlichen Rahmenbedingungen und einer bestenfalls umfangreichen Implementierung von Schutzmechanismen bleibt ein Restrisiko – hinsichtlich krimineller Zugriffe und Manipulation. Insbesondere in der maximalen vernetzten Welt geht von Cyberattacken eine große Gefahr aus. Eine wichtige Voraussetzung für den Schutz von (personenbezogenen) Daten ist deshalb die Anonymisierung und Verschlüsselung. Nur so kann gewährleistet werden, dass, selbst wenn Nutzerdaten in falsche Hände gelangen, keine Rückschlüsse auf die Nutzer_innen gezogen werden können. Ein Lösungsansatz zur Anonymisierung, der bereits gängige Praxis darstellt, sind sogenannte Datenpools. Darin werden bestimmte Datensätzen mit Daten von Nutzer_innen gesammelt, anonymisiert und in Mustern interpretiert.

Aus diesen Mustern können neue Erkenntnisse gewonnen und qualifizierte Ableitungen für verbesserte Algorithmen und Services getroffen werden. Für die Betreiber, Anbieter und Versicherer von autonomen Fahrzeugen lassen sich aus dieser Form von Datenpools bereits viele Ableitungen treffen, ohne die Nutzer_innen einem unverhältnismäßigen Risiko auszusetzen. Für die Erstellung von Risikoprofilen oder Aussagen zu Maintenance und Produktqualität muss somit die Privatsphäre der Nutzer_innen nicht gefährdet werden.

„In einem Pool anonymisierter Daten lassen sich durch Analysen Muster erkennen und dadurch Rückschlüsse auf die Verhaltensweisen der Fahrzeuge ziehen. Mit diesen Informationen können die Funktionen stetig verbessert werden.“

Uta Klawitter

Anonymisierung

Anonymisieren ist das Verändern personenbezogener Daten, sodass die Einzelangaben über persönliche oder sachliche Verhältnisse nicht mehr oder nur mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit, Kosten und Arbeitskraft einer bestimmten oder bestimmbar natürlichen Person zugeordnet werden können. (vgl. Universität zu Lübeck, o. D.)

Verschlüsselung

Verschlüsselung bezeichnet die Umwandlung von Daten in eine Form, die man als Chiffretext bezeichnet und die von nicht autorisierten Personen kaum zu verstehen ist. Bei der Entschlüsselung wiederum werden verschlüsselte Daten wieder in ihre ursprüngliche Form konvertiert, um sie lesbar zu machen (z. B. Teil einer Kryptisierung kann eine „Pseudonymisierung“ sein, die personenbezogene Daten in einer Weise verarbeitet, dass die personenbezogenen Daten ohne Hinzuziehung zusätzlicher Informationen nicht mehr einer spezifischen betroffenen Person zugeordnet werden können). (vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, o. D.)

„In China gibt es ähnlich umfassende Regularien hinsichtlich der Datenaufzeichnung und Prozessierung wie in der EU. Beispielsweise müssen dort Daten im Fahrzeug zertifiziert verschlüsselt werden, bevor sie über das Internet in die Cloud hochgeladen werden.“

Alexander Pesch

Manipulation von Daten & Fahrzeugen stellt ein grundlegendes Sicherheitsrisiko dar

Bereits heute besteht Automobilsoftware aus mehreren Millionen Zeilen Code. Bis 2030 wird sich dies vervielfacht haben. Diese enorme Menge an Daten sowie die große Anzahl an Datenschnittstellen bieten Angriffsfläche für Cyberattacken. In einem Fahrzeug, das durchgehend mit dem Internet verbunden ist, kann dies fatale Folgen haben. Man stelle sich nur vor, jemand hackt sich in die Fahrzeugsteuerung oder manipuliert das Bremssystem eines Fahrzeugs und es kommen Menschen zu Schaden. Dies würde das Vertrauen in autonome Fahrzeuge vermutlich erschüttern. Zudem ist ein Datensicherheitsrisiko nicht nur ein ethisches bzw. gesellschaftliches Problem, sondern ein wirtschaftliches Risiko für die Anbieter. Wenn die Technologie von den Nutzer_innen als unsicher empfunden wird, fehlt es an Kund_innen. Die Autohersteller und Mobilitätsanbieter müssen deshalb früh hocheffiziente Cybersecurity-Konzepte entwickeln und umsetzen.

„Jede Datenschnittstelle kann potenziell ein Risiko für die Fahrzeugsicherheit darstellen. Aufgabe der Unternehmen ist es deshalb, sicherzustellen, dass Datenschnittstellen die technisch größtmögliche Robustheit und Sicherheit aufweisen, um Fahrzeuge vor Zugriffen von außen zu schützen.“

Uta Klawitter

„Die Menge der Daten an sich ist bereits ein Risiko. Wenn dort Missbrauch angestrebt wird, steht ein entsprechend hohes Datenvolumen als Missbrauchspool zur Verfügung.“

Torsten Gollewski





Regulatoren & Industrie haben die Dringlichkeit erkannt & reagieren

Auf internationaler Ebene hat die UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) 2020 ein Regelwerk* verabschiedet, das ein umfassendes Cybersecurity-Konzept für die Zulassung neuer Fahrzeuge (insbesondere automatisierter und autonomer Systeme) verpflichtend macht. Dies gilt gleichermaßen für PKW, Busse, Vans und LKW und umfasst das Management von Cyberrisiken und Risikomanagement entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dazu gehört auch die Identifikation von Fehlerquellen oder Sicherheitsvorfällen und Softwareupdates. Dieses Regelwerk ist laut einigen Expert_innen eine gute Orientierung für Unternehmen und Nutzer_innen und ein wichtiger Schritt, um Vertrauen und Akzeptanz zu schaffen. Laut Expert_innen sind die Hersteller nun gefragt, Lösungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit bei der Gestaltung und Entwicklung von autonomen Fahrzeugen von Beginn an zu berücksichtigen und zu integrieren. Dieser Prozess wird „Privacy by Design“ genannt und bedeutet so viel wie Datenschutz und Sicherheit durch Technikgestaltung.

*(vgl. United Nations Economic & Social Council, 2020)

„Die Branche nimmt das Thema inzwischen wirklich ernst. Die Sicherheit der Daten muss aber von der Entwicklung über den gesamten Prozess und sämtliche anderen Aspekte des Geschäfts hinweg durchgängig berücksichtigt werden.“

Sam Abuelsamid

Leistungsfähigkeit & Mehrwert von Daten



Schutz der Privatsphäre und Datensicherheit sind wichtige Faktoren, ohne die es kaum zu einer gesellschaftlichen Akzeptanz des autonomen Fahrens kommen wird, darin sind sich die Expert_innen einig. Es zeige sich aber auch, dass Sicherheitsbedenken oft nur so lange vorherrschen, bis ein gewisser Mehrwert oder Nutzen die Begeisterung der Nutzer_innen geweckt hat. Dies kann zum einen durch eine persönliche Erfahrung ausgelöst werden (vgl. Ethik: persönlicher Nutzen), zum anderen steckt im autonomen Fahren bzw. in der datengetriebenen und vernetzten Mobilität ein enormes gesellschaftliches Potenzial. Die Mobilität der Zukunft kann dadurch maximal effizient gestaltet werden.

Viele Expert_innen sehen darin die Chance für eine Mobilität, die sicherer für alle Verkehrsteilnehmer_innen und ökologisch nachhaltiger ist. Zudem erhoffen sich einige auch einen gesellschaftlichen Mehrwert im Sinne einer sozialen Nachhaltigkeit, dass mehr Menschen umfänglichen Zugang zu attraktiven Mobilitätsangeboten, auch in infrastrukturell schwachen Gegenden, erhalten. Die Leistungsfähigkeit und Qualität von Daten spielen dabei eine entscheidende Rolle. Denn erstmals in der Menschheitsgeschichte können Fahrzeuge, Infrastruktur und Mobilitätsangebote anhand eines riesigen Pools echter Daten quasi in „Echtzeit“ entwickelt und optimiert werden.

„Die Revolution der Mobilität gelingt nur mit Daten und Vernetzung.“

Sam Abuelsamid



„Daten sind ein unausweichlicher Enabler. Ohne Daten wird man Systeme mit künstlicher Intelligenz nicht trainieren und optimieren können. Nur mit datengetriebener Optimierung gibt es menschenähnliches automatisiertes Fahren und maximale Sicherheit.“

Alexander Pesch

Schwarmintelligenz als Grundlage für die Möbilitätswende

Viele Expert_innen, die an eine autonome Zukunft glauben, sehen den größten Mehrwert in Komfort und Sicherheit. Denn theoretisch könnte eine Zukunft mit null Verkehrsunfällen und null Verkehrstoten möglich sein. Dazu müssten jedoch alle Fahrzeuge sowie Verkehrsteilnehmer_innen und Infrastruktur miteinander kommunizieren und durch eine umfassende KI kontrolliert werden. Diese „Vision Zero“ verlangt allerdings, wie bereits zuvor erläutert, eine hundertprozentige Durchdringung mit autonomen Fahrzeugen und ist laut Expert_innen eher ein Blick in Zukunft. Allerdings gehen dieselben Expert_innen auch davon aus, dass es durch die schrittweise Durchdringung mit autonomen Fahrzeugen in jedem Fall einen enormen positiven Effekt auf die Verkehrssicherheit und Auslastung der Infrastruktur geben wird, d. h. weniger kritische Situationen, effiziente Straßenauslastung und weniger Unfälle. Um dies zu ermöglichen, arbeitet z. B. Audi gemeinsam mit Partnern seit Jahren kontinuierlich an einer Vernetzungstechnologie mit der Bezeichnung Cellular Vehicle to Everything (C-V2X). Dabei kann die Technologie sowohl das heutige als auch künftige 5G-Mobilfunknetz nutzen. Die Übertragungszeiten bewegen sich im Bereich von Millisekunden.

Neben dem enormen Potenzial für eine effizientere und somit auch ökologisch nachhaltigere Zukunft können vernetzte und datengetriebene Mobilitätskonzepte auch einen enormen sozialen „Impact“ haben. Dazu gehört die Schaffung neuer Infrastrukturen und Services, die sich an menschlichen Bedürfnissen orientieren. Im Idealfall würde das zu einer neuen Form von inklusiver und sozialer Mobilität führen. Beispielsweise können im Fall einer umfassenden KI mit Zugang zu und Auswertung von qualifizierten Datentechnologien wie „crowdsourcing maps“ Einzug in unseren Alltag halten. So könnten zum Beispiel Menschen ohne Führerschein oder Personen, denen es nicht möglich ist, einen Führerschein zu erlangen, wieder mobil sein. Damit dies Realität werden kann, wünschen sich die Expert_innen visionäre Vordenker_innen in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sowie ein gesellschaftliches Vertrauen in die Wirkungskraft und Fähigkeit von Daten.

„Idealerweise gäbe es überhaupt keine Unfälle und somit auch keine Verkehrstoten mehr. Mit einer vollvernetzten, autonomen Flotte ist das theoretisch möglich.“

Jake Fisher

„Die Daten bieten ein großes Potenzial an gesellschaftlichen Vorteilen. Einer davon ist die Erstellung von Kartenmaterial aus Crowdsourcing.“

Sam Abuelsamid



Vorausschauende Technologie könnte den Durchbruch bringen

Eine der Voraussetzungen dafür, dass Daten und Vernetzung ihre volle Wirkung entfalten können, ist die (Weiter-)Entwicklung und Implementierung von sogenannten „Predictive Technologies“ mittels KI. Diese Technologie ist nach Aussagen von Expert_innen in der Lage, Verkehrssituationen dynamisch vorauszusagen. Dazu kombiniert die KI vorhandene Daten und Szenarien mit aktuellen Echtzeitdaten über Straßenzustand, Wettervorhersagen, Umweltfaktoren, Verkehrslage usw. Dies wird durch selbstlernende und sich selbst programmierende KI und die Erfassung und Analyse enormer Datenmengen möglich. Dazu gehören vor allem auch Daten zu menschlichen Verhaltensweisen im Verkehr. Einige Expert_innen gehen deshalb davon aus, dass zukünftige KI dadurch menschliches Verhalten im Straßenverkehr verstehen, darauf reagieren und es teilweise nachahmen kann. Diese neue Qualität des vorausschauenden Fahrens könnte entscheidend für die breite gesellschaftliche Akzeptanz und den Aufbau einer Vertrauensbeziehung zwischen Nutzer_innen und Maschine sein. Denn Menschen wollen nicht auf eine neue Fahrweise von autonomen Fahrzeugen im Straßenverkehr reagieren, vielmehr erwarten sie, dass autonome Fahrzeuge sich der eigenen anpassen.

„Wenn man zukünftig einen sehr hohen Prozentsatz von automatisierten Fahrzeugen hat, die dann auch noch untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur vernetzt sind, wird man natürlich auch den Verkehrsfluss optimieren und z. B. mehr Fahrzeuge pro Zeit durch eine Kreuzung bekommen.“

Alexander Pesch

Eine flächendeckende digitale Infrastruktur ist Grundvoraussetzung

Die Expert_innen sind sich einig, dass für eine schnelle und umfassende Implementierung von und Durchdringung mit autonomen Fahrzeugen eine entsprechende digitale Infrastruktur vorhanden sein muss. Konkret bedeutet das, es braucht eine weitestgehend lückenlose Breitbandinternetverbindung, auf die sämtliche Fahrzeuge zugreifen können. Denn die Fähigkeit zur Interaktion und Kommunikation zwischen allen Verkehrsträgern (d. h. Fahrzeugen, Straßeninfrastruktur etc.) ist eine der wichtigsten Grundlagen für autonomes Fahren. Die Expert_innen empfehlen deshalb eine schnellstmögliche Etablierung und Umsetzung eines 5G-Standards auf internationaler Ebene. Ein weiterer Grundstein für eine autonome Zukunft ist ein umfangreiches Cloud Edge Computing bzw. Onboard Edge Computing. Dadurch können immense Datenmengen sehr schnell erfasst, transportiert und verarbeitet werden. Erst dadurch wird das autonome Fahren im Alltag ausreichend reaktionsfähig. Die Cloud-Edge-Computing-Technologie ermöglicht zudem durch eine ständige Kommunikation zwischen Cloud, autonomen Fahrzeugen und smarter Verkehrsinfrastruktur eine kontinuierliche Weiterentwicklung diverser Funktionen.

„Sie brauchen natürlich ein umfangreiches Cloud Edge Computing, das in Millisekunden auf bestimmte Verkehrssituationen reagieren kann. Dazu benötigt man auch enorm viel Rechnerleistung im Fahrzeug.“

Torsten Gollewski

Cloud Edge Computing

(Cloud) Edge Computing ist Teil einer verteilten Computing-Topologie, bei der sich die Informationsverarbeitung in der Nähe des Edge befindet, wo Dinge und Menschen diese Informationen produzieren oder konsumieren. Das heißt, es handelt sich um eine dezentrale Verarbeitung von Daten: Statt dazu auf ein weit entferntes Rechenzentrum zurückzugreifen, werden die Daten in den Devices (bzw. der eigenen Cloud) verarbeitet, die die Daten aggregieren.

Das soll die Latenzzeiten reduzieren, was insbesondere bei Applikationen, die Daten in nahezu Echtzeit (wie autonome Fahrzeuge) benötigen, einen wesentlichen Geschwindigkeitsvorteil bringt. (vgl. Bigelow, 2020)

Conclusio

Die Expert_innen der Studie sind sich weitestgehend einig: Autonomes Fahren wird unsere Gesellschaft und insbesondere die Mobilitätslandschaft nachhaltig zum Besseren verändern. Mit vorausschauenden Technologien kann es mehr Sicherheit im Straßenverkehr geben. Die Menschen werden sich trotz höherem Verkehrsaufkommen komfortabler und zuverlässiger von A nach B bewegen. Bestimmte Personengruppen wie Senior_innen, Kinder oder Menschen mit besonderen Bedürfnissen, die vorher in ihrer Mobilität eingeschränkt waren, werden verbesserten Zugang zu individuellen Mobilitätsangeboten erhalten. Und all das wird durch die Elektrifizierung und eine smarte Verkehrsführung auch noch effizienter und klimafreundlicher sein als bisher.

Wie schnell und in welchem Ausmaß diese Vision jedoch tatsächlich Realität wird, hängt maßgeblich von technologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen ab. Diese bedingen sich stark gegenseitig. Technologischer Fortschritt ist von gesellschaftlicher Akzeptanz abhängig, ansonsten wird die Technologie, egal wie ausgereift sie ist, nicht genutzt. Im Gegenzug wird durch sichere und ausgereifte Technologie auch gesellschaftliche Akzeptanz gefördert. Wenn Fahrzeuge beispielsweise mehr Sicherheit und Komfort bieten, und dies für Nutzer_innen erlebbar ist, stellt sich früher oder später gesellschaftliche Akzeptanz ein.

Diese Studie und die zu Wort kommenden Expert_innen betonen deshalb, dass es für die Zukunft des autonomen Fahrens von zentraler Bedeutung ist, die Gesellschaft und die Nutzer_innen in ihrer aktuellen Lebensrealität abzuholen. Dazu gehört auch, die Gewohnheiten und die Selbstwahrnehmung der Menschen nicht zu unterschätzen. Ein eigenes Auto zu fahren, bedeutet für viele Menschen immer noch Freiheit, Flexibilität und Selbstbestimmung. Alternative Verkehrskonzepte können dies aktuell häufig nicht, oder noch nicht, bieten. Zudem hat die breite Öffentlichkeit, je nach Weltregion, bislang wenig Wissen, was genau autonomes Fahren bedeutet, wo die technologische Entwicklung derzeit steht und welche Chancen und Risiken tatsächlich damit verbunden sind. Daraus resultiert bei vielen eine gewisse Verunsicherung und auch Skepsis in Bezug auf Haftung und Datenschutz oder hinsichtlich Zuverlässigkeit und Sicherheit der Technologie.

In der Tat gibt es laut den Expert_innen dieser Studie, noch einige Herausforderungen bezüglich Technologie, Infrastruktur und Praxistauglichkeit, die es in den nächsten Jahren zu lösen gilt. So sind Schlüsseltechnologien wie Edge Computing derzeit noch nicht ausreichend weit entwickelt. Das führt dazu, dass Künstliche Intelligenz z. B. noch nicht in der Lage ist, die teils irrationale und aggressive Fahrweise von Menschen zu deuten und „richtig“ zu reagieren. Zudem fehlt es in den meisten Regionen der Welt aktuell noch an einer lückenlosen mobilen Netzinfrastruktur (5G), um flächendeckend autonomes Fahren auf die Straße zu bringen.

Bei allen Herausforderungen, welche auf dem Weg in eine autonome Zukunft noch zu meistern sind, ist das Potenzial für die Gesellschaft und auch die Wirtschaft enorm. Die Expert_innen der Studie sind sich einig, dass dieses Potenzial zum Durchbruch der Technologie führen wird. Um die Entwicklung voranzutreiben und das Vertrauen und die Akzeptanz in der Bevölkerung zu fördern, empfehlen sie deshalb, möglichst viele Menschen mit dem autonomen Fahren in Kontakt zu bringen, damit sie die Vorteile persönlich erleben können. Die Expert_innen betonen aber auch immer wieder, dass ein transparentes Erwartungsmanagement durch die Unternehmen entscheidend ist.

Conclusio

Dabei ist es wichtig die Mehrwerte des autonomen Fahrens klar zu kommunizieren, ohne die aktuellen Limitationen zu vernachlässigen. Oder einfach gesagt: Die Kommunikation muss sich weg von Science-Fiction hin zu einer zukunftsfähigen und realistischen Vision entwickeln. Ein weiterer wichtiger Baustein, um Vertrauen bei den Nutzer_innen aufzubauen, ist, auf mögliche Bedenken und Hürden bei Themen wie Sicherheit, Haftung und Datenschutz einzugehen. Dabei spielt auch die Kommunikation von Richtlinien und Gesetzen eine entscheidende Rolle für eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung.

Neben dem wichtigen Aspekt der aktiven Vertrauensbildung bei den aktuellen und zukünftigen Nutzer_innen, enthält die Studie weitere Handlungsempfehlungen an denen sich Akteure aus Wirtschaft und Politik orientieren können. Ein zentraler Punkt, ist, dass sich die Expert_innen der Studie für ein interdisziplinäres, pragmatischeres und lösungsorientiertes Vorgehen plädieren: sei es beim Schaffen und Umsetzen von internationalen rechtlichen Standards oder beim Umgang mit Daten oder ethischen bzw. sicherheitsrelevanten Fragestellungen. Die Thematik ist so komplex und multifaktoriell, dass sie durch einzelne Akteure nicht im Alleingang zu lösen ist.

Im Bereich Recht geht es dabei in erster Linie darum, dass die Entwickler_innen von Technologien ihre Expertise einbringen, um gemeinsam mit Regulatoren rechtliche Grundlagen weiter auszubauen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Gesetzgeber ein Verständnis des technologischen Know-how der Hersteller haben. Diese würden im Umkehrschluss davon profitieren, dass die Gesetzgebung nicht an Entwicklungen bei der Technologie und am Markt vorbei stattfindet. So kann sowohl Innovations- und Investitionsbereitschaft auf Unternehmensseite gefördert als auch Vertrauen bei den Nutzer_innen geschaffen werden. In Bezug auf die Regulierung und Rechtsprechung sei Deutschland ein positives Beispiel, da hier nach Meinung der Expert_innen ein Rechtsrahmen geschaffen wurde, der international als Vorbild gelten kann.

Für den Bereich Ethik empfiehlt die Mehrzahl der Expert_innen einen Wandel weg von theoretischen Diskussionen über unlösbare moralische Fragestellungen hin zu mehr Lösungsorientierung bei der Unfallvermeidung. Hier kommt den Herstellern und der Entwicklung von Sicherheitstechnologien eine entscheidende Rolle zu. Verstärkte Kooperationen und mehr Austausch zwischen einzelnen Herstellern werden von vielen Expert_innen als wichtige Entwicklung angesehen.

Auch im Datenteil der Studie setzt sich dieser Trend fort. Bereits heute schaffen internationale Gremien neue Rahmen für Zusammenarbeit in wichtigen Bereichen der Forschung und Implementierung von neuen Technologien. Internationale Datenpools mit anonymisierten Datensätzen bieten die Grundlage für Fortschritt und werden in Zukunft noch wichtiger werden. Laut der Expert_innen wird zudem die Art und Weise, wie Unternehmen und Organisationen mit Daten umgehen, in Zukunft eine immer stärkere Rolle für die Reputation spielen. Der Aufbau von Vertrauen im öffentlichen Diskurs und bei Nutzer_innen wird somit zum wichtigen Treiber für nachhaltigen Unternehmenserfolg.

Die Initiative &Audi versteht sich als Impulsgeber für eine Entwicklung hin zu mehr Transparenz, Austausch und Kooperation. Deshalb sind die Inhalte der Studie auch nicht als absolute Wahrheit mit Anspruch auf Vollständigkeit zu verstehen. Vielmehr sollen die Meinung und Expertise der interviewten Expert_innen dazu dienen, den Austausch und die Diskussion zum autonomen Fahren ganzheitlich voranzutreiben.

Quellenverzeichnis

acatech (o. D.): Datenraum Mobilität, Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, <https://www.acatech.de/projekt/datenraum-mobilitaet/> (abgerufen am 6. Oktober 2021).

AI4People (o. D.): Ethical AI, AI for People, <https://www.aifor-people.org/ethical-ai/> (abgerufen am 7. Oktober 2021).

Apple (o. D.): Asking Permission to Track, User Privacy and Data Use, <https://developer.apple.com/app-store/user-privacy-and-data-use/> (abgerufen am 7. Oktober 2021).

Audi (2021): Audi auf der IAA Mobility 2021 in München, Audi MediaCenter, <https://www.audi-mediacycenter.com/de/pressemitteilungen/audi-auf-der-iaa-mobility-2021-in-muenchen-14218> (abgerufen am 6. Oktober 2021).

Bellan, R. (2021): Cruise, Waymo get OK to launch robotaxi service in San Francisco, TechCrunch, Verizon Media, <https://techcrunch.com/2021/09/30/cruise-waymo-get-ok-to-launch-robotaxi-service-in-san-francisco/> (abgerufen am 8. Oktober 2021).

Berman, B. (2019): The key to autonomous vehicle safety is ODD, SAE International, <https://www.sae.org/news/2019/11/odds-for-av-testing> (abgerufen am 04. Oktober 2021).

BfGA (o. D.): Haftung, BfGA, <https://www.bfga.de/arbeitsschutz-lexikon-von-a-bis-z/fachbegriffe-c-i/haftung-fachbegriff/> (abgerufen am 15. Oktober 2021).

Bigelow, S. (2020): What is edge computing? Everything you need to know, TechTarget, <https://searchdatacenter.techtarget.com/definition/edge-computing> (abgerufen am 10. Oktober 2021).

Bradford, A. (2020): The Brussels Effect – How the European union rules the world, Anu Bradford, <https://www.brusselseffect.com/> (abgerufen am 5. Oktober 2021).

Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o. D.): Datenverschlüsselung, BSI, https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Informationen-und-Empfehlungen/Cyber-Sicherheitsempfehlungen/Daten-sichern-verschluesseln-und-loeschen/Datenverschlüsselung/datenverschlüsselung_node.html (abgerufen am 14. Oktober 2021).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2021): Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html> (abgerufen am 4. Oktober 2021).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): Ethik-Kommission – Automatisiertes und Vernetztes Fahren, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 10. Oktober 2021).

Deutsche Welle (2018): WHO: Weltweit immer mehr Verkehrstote, Verkehr, Deutsche Welle, <https://www.dw.com/de/who-weltweit-immer-mehr-verkehrstote/a-46624276> (abgerufen am 7. Oktober 2021).

Europäische Kommission (o. D.): Welche personenbezogenen Daten gelten als sensibel?, Website der Europäischen Kommission, https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/legal-grounds-processing-data/sensitive-data/what-personal-data-considered-sensitive_de (abgerufen am 8. Oktober 2021).

Feess, E. (o. D.): Gefährdungshaftung, Gabler Wirtschaftslexikon, Springer Fachmedien Wiesbaden, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/gefaehrungshaftung-31970> (abgerufen am 14. Oktober 2021).

Hammel, J. & Rieke, K. (2021): BVDW-Stellungnahme zum Digital Services Act (DSA) veröffentlicht, Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e. V., <https://www.bvdw.org/der-bvdw/news/detail/artikel/bvdw-stellungnahme-zum-digital-services-act-dsa-veroeffentlicht/> (abgerufen am 18. Oktober 2021).

Institute for Ethics in Artificial Intelligence (o. D.): ANDRE – AutoNomous DRiving Ethics, IEAI, <https://ieai.mcts.tum.de/research/andre-autonomous-driving-ethics/> (abgerufen am 10. Oktober 2021).

Intersoft Consulting (o. D.): DSGVO – Personenbezogene Daten, Intersoft Consulting, <https://dsgvo-gesetz.de/themen/personenbezogene-daten/> (abgerufen am 6. Oktober 2021).

NHTSA (2021): The Road to Full Automation, Society of Automotive Engineers (SAE), <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety/> (abgerufen am 6. Oktober 2021).

Quartix (o. D.): Geofencing, Quartix, <https://www.quartix.com/en-gb/vehicle-tracking/alerts/geofencing/> (abgerufen am 4. Oktober 2021).

Rieke, K. (2020): EU-Data Governance Act, Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e. V., <https://www.bvdw.org/der-bvdw/news/detail/artikel/eu-data-governance-act/> (abgerufen am 13. Oktober 2021).

Siriu, S. (2021): Unterschied zwischen Datenschutz und Datensicherheit, Haufe Group, https://www.haufe.de/compliance/management-praxis/datensicherheit/unterschied-zwischen-datenschutz-und-datensicherheit-230130_483954.html (abgerufen am 14. Oktober 2021).

Stöfen, M. (o. D.): Verschulden, Gabler Wirtschaftslexikon, Springer Fachmedien Wiesbaden, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/verschulden-51054> (abgerufen am 12. Oktober 2021).

United Nations Economic and Social Council (2020): Proposal for a new UN Regulation on uniform provisions concerning the approval of vehicles with regards to cyber security and cyber security management system, <https://unece.org/DAM/trans/doc/2020/wp29grva/ECE-TRANS-WP29-2020-079-Revised.pdf> (abgerufen am 12. Oktober 2021).

Universität zu Lübeck (o. D.): Worin liegt der Unterschied zwischen pseudonymisierten und anonymisierten Daten?, https://www.uni-luebeck.de/fileadmin/uzL_forschung/ethikkommision/Hilfreiches/Hilfe_UnterschiedPseudoAnonym.pdf (abgerufen am 19. Oktober 2021).

World Health Organization (2018): Global status report on road safety 2018, WHO, <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684> (abgerufen am 8. Oktober 2021).

Impressum

Bildnachweise

Alle Bilder © AUDI AG, ausser:

- S. 5 Nadine Shaabana / Unsplash
- S. 9 Christopher Burns / Unsplash
- S. 11 Montage: minimalbaroque, Footage: Audi AG;
Daren Sheen, Javygo, Charles Deluvio, , Liam Drinan,
Markus Spiske, Thibault Penin, Robert Tudor / Unsplash;
Mopic, Nikita Anokhin / Shutterstock
- S. 16 Additional Footage: Petovarga / Shutterstock
- S. 18 Oleksandr Molotkovych, Ollie / Shutterstock
- S. 19 Ryoji Iwata / Unsplash
- S. 20 Montage: minimalbaroque, Footage: AUDI AG;
Whereslugo, Robynne Hu, Sam Poullain/ Unsplash;
Firmanadhib, Den Rise, Art Tools Design / Shutterstock
- S. 23 Oleksandr Berezko / Shutterstock
- S. 26 Firdouss Ross / Unsplash
- S. 29 Bruno Van Der Kraan / Unsplash
- S. 31 Horacio Olavarria / Unsplash
- S. 32 David Werbrouck / Unsplash
- S. 33 Casey Horner / Unsplash
- S. 63 Christian Lue / Unsplash
- S. 71 Alessio Lin / Unsplash

Herausgeber

AUDI AG
Audi Kommunikation
85045 Ingolstadt

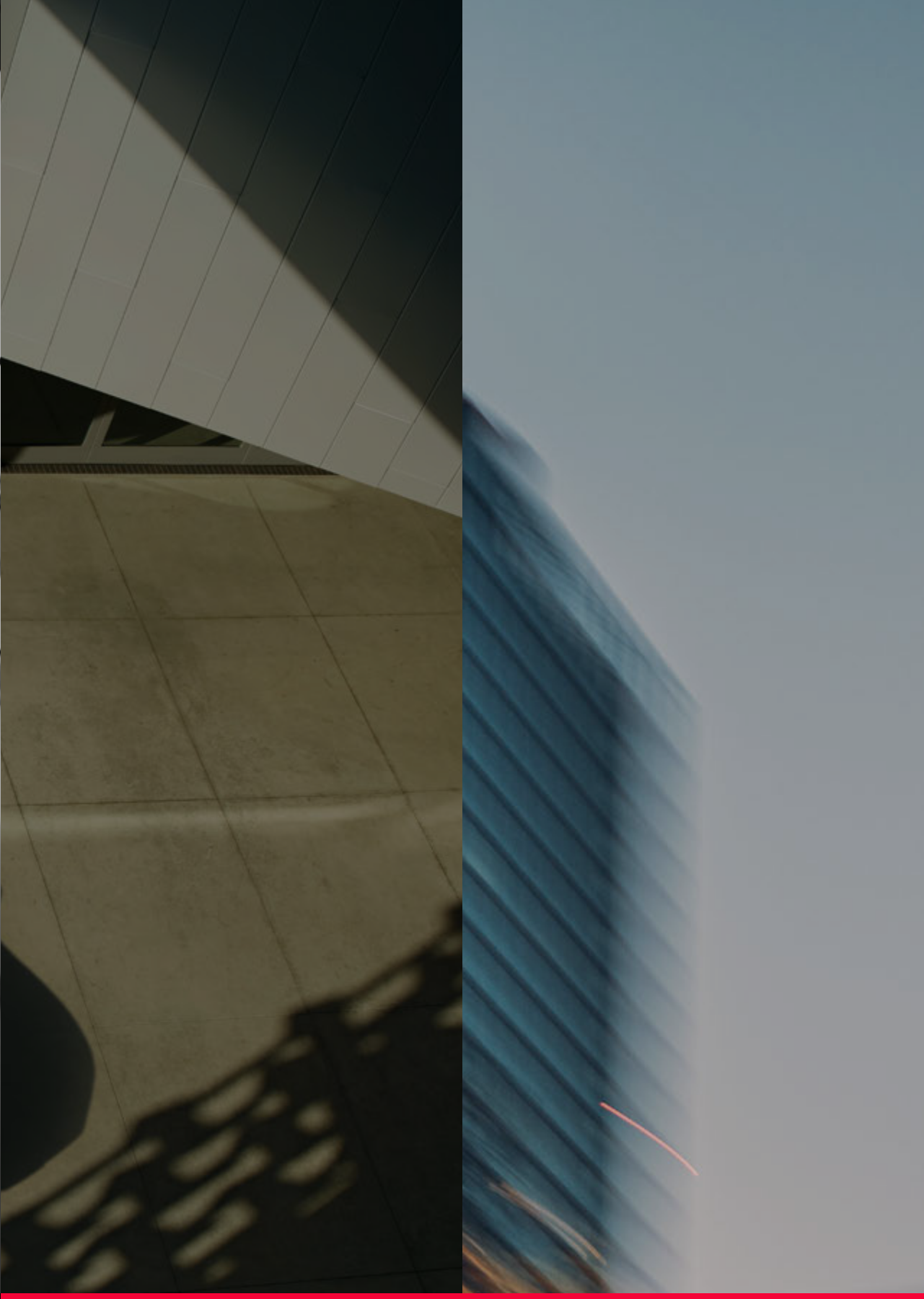
Pressekontakt

Saskia Lexen, Audi Kommunikation
saskia.lexen@audi.de, +49 841 89 32 689

Redaktion & Gestaltung

VORN Strategy Consulting, Berlin
minimalbaroque, Berlin





&Audi
An initiative thinking beyond

www.audi.com

Mehr Informationen zur Initiative &Audi unter
www.audi.com/de/company/research/and-audi-initiative.html

