
Leitfaden für Autonomes Fahren



Vehicle >

Segmented white >



Modul Technik und Gesellschaft

Katayeu, Dzmitry

Schollmeier, Jan-Niklas

Sünger, Kira

Wipfler, Laura

Juni 2022

BEANTWORTETE FRAGEN IN DIESEM LEITFADEN

1 – Was sind grundlegende Fragen zum autonomen Fahren?	2
Was ist das autonome Fahren?	2
Was ist automatisiertes Fahren?	2
Wie funktioniert autonomes Fahren?	2
2 – Was sind die fünf Stufen des autonomen Fahrens?	4
3- Wie ist der aktuelle Stand der Technik und die Wettbewerbssituation?	6
4 – Welche Chancen, Risiken und Herausforderungen gibt es?	9
4.1 – Inwiefern erhöhen autonome Fahrzeuge die Verkehrssicherheit?	9
4.2 – Inwieweit ist der Datenschutz gewährleistet?	13
4.3 – Welche rechtlichen Aspekte sind zu berücksichtigen?	15
4.4 – Wie nachhaltig ist autonomes Fahren?	17
5 – Inwiefern ist autonomes Fahren ethisch vertretbar?	19
5.1 Wie steht die Regierung zum autonomen Fahren?	19
5.2 Was ist die ethische Entscheidung für Dilemma-Situationen?	21
5.3 Ist die Technologie des autonomen Fahrens ethisch vertretbar?	24
6 - Zukunft des autonomen Fahrens: Ist Der ÖPNV eine Alternative zu autonomen PKWs? ..	25
7 – Welche Schlussfolgerungen lassen sich zum autonomen Fahren ziehen?	28

1 – WAS SIND GRUNDLEGENDE FRAGEN ZUM AUTONOMEN FAHREN?

WAS IST DAS AUTONOME FAHREN?

„Autonomes Fahren“ ist das vollständig automatisierte Fahren eines Fahrzeugs ohne Eingriff des menschlichen Fahrers.

WAS IST AUTOMATISIERTES FAHREN?

Die Vorstufen zum autonomen Fahren sind verschieden ausgeprägte Stufen des automatisierten Fahrens. Hierbei unterstützen verschiedene technische Assistenzsysteme den Fahrer bei der Steuerung des Fahrzeuges. Je höher die Automatisierung ist, desto mehr Aufgaben werden durch die Assistenzsysteme übernommen.

WIE FUNKTIONIERT AUTONOMES FAHREN?

Ein autonomes Fahrzeug verfügt über die folgenden vier verschiedene Sensorentypen, die die Umgebung des Fahrzeugs in 360 Grad erfassen: Kamera-, Radar-, Ultraschall- und LiDAR-Sensoren. Die aufgenommenen Daten werden in einer Recheneinheit erfasst und verarbeitet. Kameras nehmen Echtzeitbilder und -videos der Umgebung des Autos auf. Mithilfe einer Software werden diese Bilder ausgewertet um beispielsweise Fahrbahnmarkierungen, Straßenschilder oder auch andere Verkehrsteilnehmer zu erkennen. Die Ultraschallsensoren beurteilen die Laufzeit ausgesendeter Schallimpulse zum reflektierenden Objekt. Radar-Sensoren werten das Echo ausgesendeter Funkwellen aus und können somit den Abstand zu anderen Objekten berechnen, sodass diese Entfernungen genau bestimmt werden können. LiDAR-Sensoren (light detection and ranging) senden Laserpulse aus, die von einem Objekt reflektiert und von einem Photodetektor wieder aufgenommen werden. Es können bis zu einer Million Laserpulse pro Sekunde ausgesendet werden und diese werden in einer hochauflösenden 3D-Karte der Umwelt zusammengefasst. Lidar-Sensoren gelten als Schlüsseltechnologie um ein höheres Level des autonomen Fahrens zu erreichen. Die Software des Autos wertet alle Daten aus den vier Sensorsystemen aus und passt die Fahrweise des Autos an die jeweilige Situation an. Zusätzlich verfügt das autonome Fahrzeug noch über ein GPS-System, mit welchem das Auto geortet werden kann, und Mobilfunk oder W-Lan, um in Kontakt mit anderen Fahrzeugen treten zu können.



Abbildung 1: Sensorensysteme bei autonomen Autos

2 – WAS SIND DIE FÜNF STUFEN DES AUTONOMEN FAHRENS?



Abbildung 2: Die fünf Stufen des autonomen Fahrens

Bevor die fünf Stufen des autonomen Fahrens in den Einsatz kommen, ist der Fahrer für die komplette Steuerung und Kontrolle des Autos verantwortlich und wird hierbei nicht durch technische Hilfsmittel unterstützt.

In der ersten Stufe des autonomen Fahrens wird der Fahrer des Fahrzeuges durch einzelne Assistenzsysteme bei bestimmten Fahraufgaben unterstützt. Hierzu zähle unter Anderen der Tempomat, der automatische Abstandsregeltempomat und der automatische Spurhalteassistent. Das unterstützte Fahren ist schon heute in vielen Autos Realität. Der Fahrer des Autos muss jedoch zu jeder Zeit sein Fahrzeug beherrschen und den Verkehr immer im Blick haben.

Die zweite Stufe des autonomen Fahrens ist das teilautomatisierte Fahren. Hierbei kann das Auto manche Aufgaben des Fahrers in bestimmten Situationen komplett ohne Eingriff des Fahrers übernehmen. Zu den Funktionen des teilautomatisierten Fahrens gehören zum Beispiel der Überholassistent oder das automatische Einparken. Auch diese Stufe des autonomen Fahrens wird schon in vielen Fahrzeugen genutzt. Der Fahrer kann in der Zeit, in der das Auto im teilautomatisierten Zustand ist, die Hände vom Steuer nehmen, muss aber auch in dieser Zeit den Verkehr im Blick behalten und das Fahrzeug jederzeit beherrschen können.

Während der dritten Stufe des autonomen Fahrens, der hochautomatisierten Stufe kann sich der Fahrer in bestimmten Situationen von den Fahraufgabe und vom Verkehr abwenden. In diesen Situationen, unter bestimmten Voraussetzungen, kann das Auto bestimmte Fahraufgaben selbstständig und ohne Eingreifen des Fahrers übernehmen. Dies kann aber nur in einem begrenzten Zeitraum und unter geeigneten, vom Hersteller vorgegeben Bedingungen genutzt werden. Der Fahrer kann sich vom Verkehr abwenden, muss aber sobald das System ein Problem erkennt, das Fahrzeug wieder selbstständig steuern können.

In der vierten Stufe, der vollautomatisierten Stufe kann der Fahrer die Steuerung des Fahrzeuges vollständig abgeben und wird zum Passagier. Das Auto kann auf bestimmten Strecken

komplett selbstständig fahren und kann nach diesen Strecken immer einen sicheren Zustand erreichen, zum Beispiel einen Parkplatz ansteuern.

In der fünften und letzten Stufe, dem autonomen Fahren kann die Technik im Fahrzeug jederzeit alle Verkehrssituationen selbstständig übernehmen. Der Fahrer ist nur noch Passagier ohne Fahraufgabe und auch Fahrten ohne Insassen sind möglich. Damit ist das autonome Fahren vollendet.

3- WIE IST DER AKTUELLE STAND DER TECHNIK UND DIE WETTBEWERBSSITUATION?

Als Grundlage zur Bewertung des aktuellen Standes der Technik dient das weltweit anerkannte fünfstufige Modell des Verbands der Automobilindustrie (VDA). Diese technische Klassifizierung beschreibt, welche Aufgaben das Fahrzeug selbst wahrnehmen muss, sowie die Anforderungen, die an den Fahrer gestellt werden. Nach diesem Modell lässt sich der aktuelle, marktreife Stand der Technik von autonomen Fahrzeugen der zweiten Stufe zuordnen. Die Systeme sind zwar schon fortschrittlich genug, damit sie die Längs- und Querführung übernehmen können, dies jedoch nur in spezifischen Anwendungsfällen. Zudem sind Fahrzeugassistenzsysteme wie automatische Einparkhilfen, Spurhalteassistenten oder Abstandstempomat bereits gängige Praxis. Dabei ist nach wie vor das Vorhandensein eines Fahrers erforderlich, um die Systeme durchgängig zu überwachen und die Steuerung im Falle eines Ausfalls zu übernehmen. Somit obliegt die Verantwortung über jegliche Handlungen im Fahrzeug weiterhin dem Fahrer. Es existieren schon heute automatisierte Fahrzeuge, die sich einer höheren Stufe zuordnen lassen, welche aktuell auf privaten oder öffentlichen Straßen eingesetzt werden.

Neu ist der Umstand, dass diese Technik nun auch in Kundenhand kommt und der Gesetzgeber Level 3 seit Juni 2021 erlaubt. Die Betriebsgenehmigung erteilt das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA). Das KBA hat dafür die Systemgenehmigung auf Basis der technischen Zulassungsvorschriften erteilt und somit den Weg bereitet ein solches System anzubieten.

Als weltweit erstes Automobilunternehmen erfüllt das Mercedes-Benz die anspruchsvollen gesetzlichen Anforderungen für das Level 3 System. Das bedeutet die automatisierte Fahrfunktion darf bestimmte Aufgaben übernehmen. Dennoch ist weiterhin ein Fahrer notwendig und der Fahrer muss jederzeit bereit sein die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen, wenn er durch das Fahrzeug zum Eingriff aufgefordert wird. Das Level-3-System baut auf der Umfeld-Sensorik des Fahrassistenz-Pakets auf und umfasst zusätzliche Sensoren, die der Hersteller für einen sicheren Betrieb für unverzichtbar hält. Dazu gehören hauptsächlich Radar, Lidar und Kameras, aber auch Ultraschall- oder Nässesensoren.

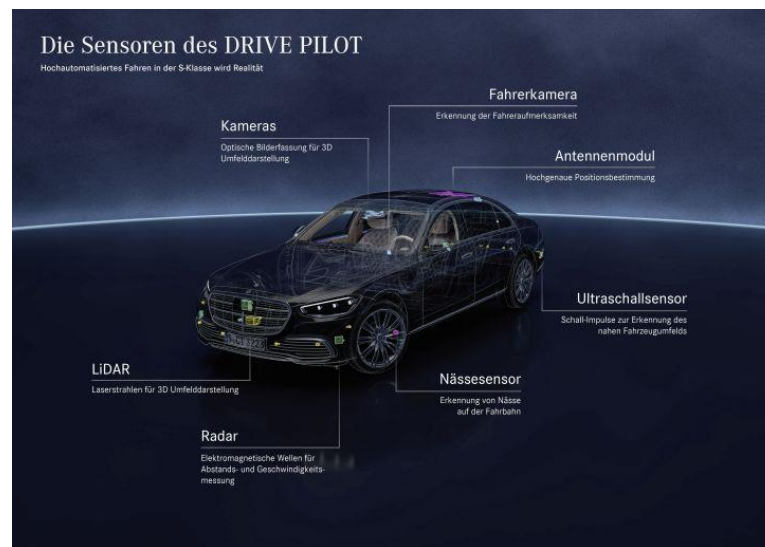


Abbildung 3: Die Fahrzeugsensoren des Drive Pilots

Die Sonderausstattung „Drive Pilot“ entlastet den Fahrer und ermöglicht die Nebentätigkeiten auf geeigneten Autobahnabschnitten, sofern diese im jeweiligen Land erlaubt, sind auf dem Zentraldisplay, wie beispielweise Online-Shopping, Email checken, TV-Sender anschauen und usw. Mercedes-Benz bietet den „Drive Pilot“ zunächst in Deutschland und bis zu der gesetzlich erlaubten Geschwindigkeit 60 km/h. Wenn der Fahrer die Funktion aktiviert, regelt das System den Abstand und die Geschwindigkeit und führt das Fahrzeug souverän innerhalb der Spur. Streckenverlauf, auftretende Streckenereignisse und Verkehrszeichen werden ausgewertet und berücksichtigt. Das System reagiert auf unerwartet auftretende Verkehrssituation und bewältigt diese eigenständig zum Beispiel durch Ausweichmanöver innerhalb der Spur oder durch Bremsmanöver.

Auch der bayerische Automobilhersteller BMW hat im Bereich des assistierten Fahrens einiges im Programm. Eine aktive Geschwindigkeitsregelung mit Stop&Go-Funktion soll Fahrer während Verkehrsstaus entlasten und ist schon länger verfügbar. Auch eine Auffahr- und Personenwarnung mit City-Bremsfunktion hilft, mögliche Unfälle ohne menschliches Zutun zu verhindern. In den aktuellen Modellen des Herstellers gibt es außerdem Lenk- und Spurführungsassistenten, die zumindest teilautomatisiertes Fahren der Stufen 1-2 ermöglichen. Ein Datum für erste Modelle mit Level-3-Funktionalität wird nicht genannt.

Neben den üblichen Assistenzsystemen, die schon heute in Fahrzeugen verschiedener Konzernmarken erhältlich sind, entwickelt Volkswagen derzeit autonom agierende Prototypen der Stufe 5 mit der Bezeichnung ID.Buzz AD. Diese elektrisch angetriebenen Minibusse, die optisch an den VW Transporter T1 erinnern, will Volkswagen ab 2025 beim konzerneigenen Hamburger Anbieter Moia einsetzen. Zudem denkt der Wolfsburger Konzern darüber nach, automatisiertes Fahren in neuen Modellen zukünftig stundenweise gegen freizuschalten.

Aktuelle Bordsysteme des US-Herstellers Tesla beherrschen je nach Ausstattung autonomes Fahren auf Level 2. Allerdings glaubt man in der Firmenzentrale in Palo Alto daran, dass die Fahrerin oder der Fahrer in naher Zukunft nur noch „aus rechtlichen Gründen“ am Steuer sitzen wird – das entspräche dann vollautomatisiertem Fahren der Stufe 4.

Auch der japanische Fahrzeughersteller Toyota beschäftigt sich mit dem autonomen Fahren. Toyota hat hierfür eigens die Entwicklungsabteilung „Level 5“ des US-Fahrdienstleisters Lyft aufgekauft. Aktuelle Modelle unterstützen allerdings nur Assistenzfunktionen der Stufe 2. Weitere Automatisierungen befinden sich in der Entwicklung.

Deutschland hat den rechtlichen Rahmen für das automatisierte Fahren auf öffentlichen Straßen bis einschließlich Level 4 in zwei Gesetzen von 2017 und 2021 geschaffen. Hersteller, Kommunen und Städte testen aktuell in mehreren Pilotprojekten autonomes Fahren beispielsweise in Form von autonom agierenden Minibussen und anderen Fahrzeugen.

4 – WELCHE CHANCEN, RISIKEN UND HERAUSFORDERUNGEN GIBT ES?

4.1 – KÖNNEN AUTONOME FAHRZEUGE DIE VERKEHRSSICHERHEIT ERHÖHEN?

Für viele Menschen ist es eine große Vertrauensfrage, sich in ein fremdgesteuertes Fahrzeug zu setzen. Außerdem sind die Algorithmen und KI-Prozesse, welche für eine reibungslose und sichere Fahrt sorgen sollen, für die meisten Menschen zu komplex, um eine Vertrauensbasis durch Transparenz zu schaffen. Der Gedanke, nicht selbst bei einer Gefahrensituation rechtzeitig eingreifen zu können, sorgt daher für viel Skepsis in Bezug auf die Autonome Mobilität. Um die Option des menschlichen Eingriffs in eine Verkehrssituation trotzdem zu gewährleisten, werden Technologien entwickelt, wodurch bei Gefahrensituationen die Kontrolle von der Autonomen KI zum menschlichen Fahrer übergeben wird. Dabei spielen die Mensch-Maschine-Schnittstellen (MMS) eine wichtige Rolle. Die MMS bezeichnen die Kontaktpunkte, in denen durch aktive Eingriffe des Menschen Signale an das Fahrzeug gerichtet werden. Wichtige MMS des Fahrzeuges sind also Bremssysteme, Lichtsignale und auch die Lenkung, welche in einem vollautomatisierten Fahrzeug bekanntlich von der KI kontrolliert werden. Kommt es zu einer Entscheidungssituation, in der die Fahrzeugkonfiguration und die Umstände einen menschlichen Eingriff zulassen, soll dem Fahrer eine Übergabezeit eingeräumt werden, in welcher der Fahrer die bestehenden KI-Befehle überschreiben kann, um dann selbst die Kontrolle zu übernehmen. Diese Übergabezeit muss jedoch ausführlich rechtlich definiert und verhandelt werden und wird voraussichtlich mehrere Sekunden andauern. Kann das System nachweislich genug Zeit zur Übergabe der Kontrolle einräumen, so würde der Fahrer für verursachte Schäden zumindest teilweise haftbar gemacht werden können, unabhängig davon, ob er die Kontrolle übernommen hat oder nicht. Mit diesen Maßnahmen kann das Vertrauen in die Sicherheit gesteigert werden, da die bisher bekannte menschliche Entscheidungsfindung beim autonomen Fahren nicht ausgesetzt ist.

Um die Übergabezeit zwischen KI und Mensch zu verringern und die Übergabe an sich zu erleichtern, werden aktuell verschiedene Ansätze erprobt. Die Ansätze mit den höchsten Erfolgsaussichten werden nachfolgend vorgestellt:

- Sitze mit Vibrationsmotoren: Es wurde beobachtet, dass sowohl visuelle als auch auditive Signale einfacher ignoriert werden können, als es bei Vibrationssignalen der Fall ist (**Petermeijer**). Um auf Gefahren und Handlungsbedarf aufmerksam zu machen, sollen also auch Vibrationsmotoren in den Sitzen und anderen Einrichtungen des Fahrzeugs angebracht werden.
- Displays mit Berührungssensoren: Die Kontrollübernahme des Menschen von Brems- und Gaspedal kostet bei einem autonom fahrenden Fahrzeug viel Zeit, da diese mit

den Füßen ertastet und bedient werden müssen. Daher soll es ein Display in der Fahrzeugarmatur geben, wodurch sich auf Knopfdruck abbremsten und beschleunigen lässt. Außerdem soll es Schnellasten geben, welche automatisch auf voreingestellte Geschwindigkeiten wie 50,30 oder 10 km/h springen.

- Haptischer Joystick: Zum einen soll ein Joystick anstelle eines Lenkrads Platz sparen, da in einem autonomen Fahrzeug menschliche Steuerung nur sekundär stattfinden soll. Zum anderen soll ein Joystick in Notsituationen aber auch eine theoretisch schnellere Lenkung in eine Richtung ermöglichen.

Mit diesen Maßnahmen soll das Wiedererlangen der manuellen und kognitiven Kontrolle und des Situationsbewusstseins beschleunigt werden. Es wird hier davon ausgegangen, dass der Nutzer unabhängig vom Automatisierungsgrad immer eine Teilverantwortung für das System und sein Handeln trägt.

Wenn der Mensch jedoch in kritischen Situationen bei einem vollautonomen Fahrzeug wieder das Ruder in die Hand nimmt, kann es zu menschlichen Fehleinschätzungen und Unfällen kommen. Dies kommt der Utopie der „Vision Zero“ noch nicht allzu nahe. Die „Vision Zero“ bezeichnet den Zustand, in dem Verkehrsmittel so kontrollierbar sind, dass es keine vom Menschen verursachten Unfälle mehr gibt. Heutige Unfälle im Straßenverkehr werden zu 93,5 Prozent aufgrund menschlicher Fehler verursacht. Kann der Mensch aufgrund von Vollautomatisierung keine Fehler mehr begehen, werden Unfälle hauptsächlich durch technische Fehler verursacht, welche aufgrund von gesammelten Daten deutlich besser vorab identifiziert werden können.

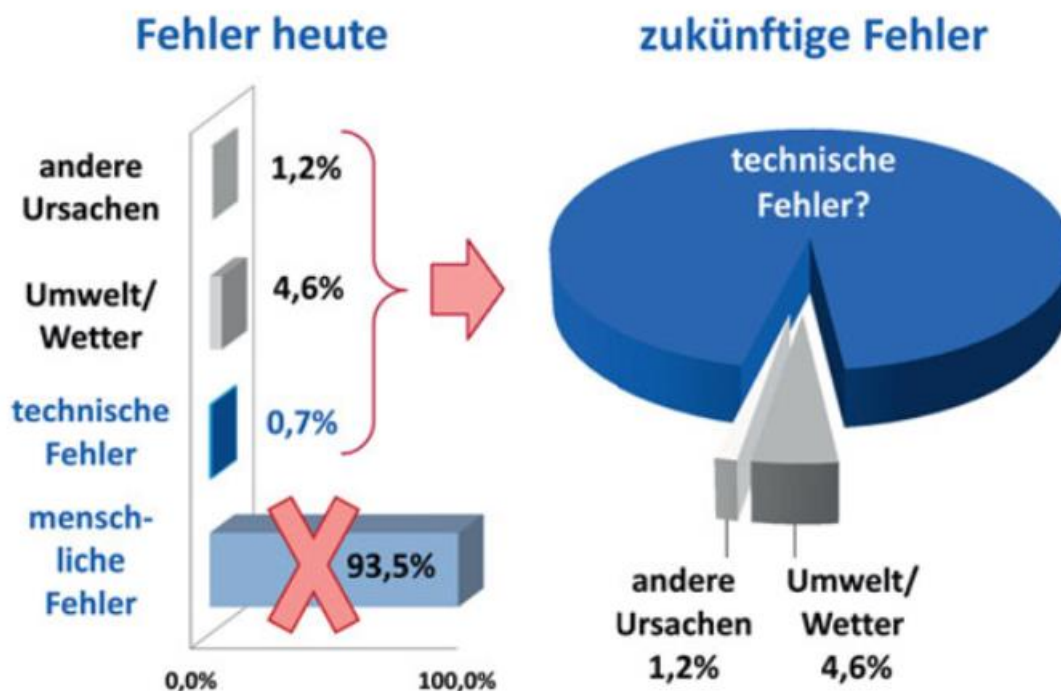


Abbildung 4: Unfallursachen heute und Unfallursachen in der Zukunft

Die Gesamtheit der Ursachen für menschliche Fehler lassen sich allgemein in 5 Parameter unterteilen:

- Informationszugang: Sind relevante Informationen aktuell zugänglich?
- Informationsaufnahme: Wurden diese Informationen erkannt?
- Informationsverarbeitung: Wurden die Informationen korrekt interpretiert?
- Zielsetzung: Wurden eine angemessene Handlung gewählt?
- Handlung: Wurde die gewählte Handlung erfolgreich umgesetzt?

Die Ergebnisse einer Unfallanalyse sind nachfolgend in Abbildung 5 dargestellt. Dabei kann der Parameter „Informationsaufnahme“ als kritischster Faktor ermittelt werden. Die Informationsaufnahme ist auch beim autonomen Fahrzeug eine Schlüsselkompetenz, für die noch optimale Lösungen gesucht werden müssen. Jedoch haben autonome Fahrzeuge durch ihr Sensor-Arsenal ein breites Spektrum an Möglichkeiten, um Informationen zugänglich zu machen. Durch den Abgleich von Daten aus verschiedenen Informations-Kanälen besitzt Künstliche Intelligenz außerdem großes Potential, um den Menschen bei der Unfallfrüherkennung einen Schritt voraus zu sein.

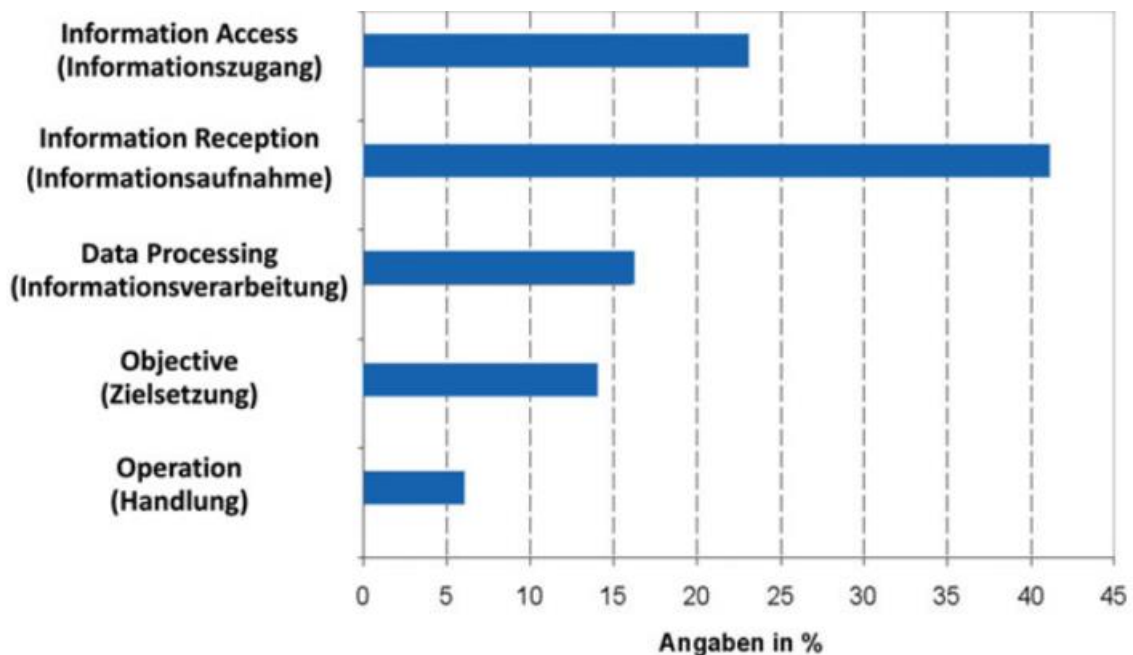


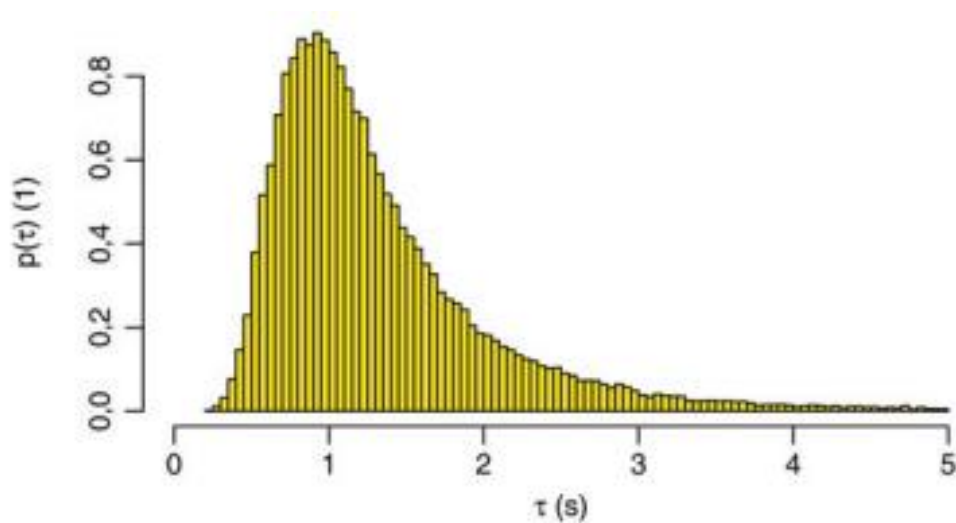
Abbildung 5: Ermittelte Fehlerquellen der Unfallanalyse

Nach jetzigem Stand sind die Hauptverursacher von Verkehrsunfällen mit 68,7 Prozent PKWs. Die größten Ursachen sind: Einbiegen/Kreuzen, Abbiegen, Längsverkehr und Fahrurfälle. Eine durch Daimler veröffentlichte Prognose zur Unfallforschung hat ergeben, dass bis 2060 die Unfälle durch Fahrurfälle und Unfälle im Längsverkehr um 15% abnehmen allein aufgrund von Automatisierungsmaßnahmen.

Auf dieser Grundlage lässt sich weiterhin abschätzen, dass bis 2050 eine gesamte Unfallreduktion um 50 Prozent möglich ist und weiterhin eine nahezu gänzliche Vermeidung von Unfällen im Jahre 2070 erreichbar sein könnte.

Da Tests in realistischen Testszenarien sehr schwer umzusetzen sind, sind aktuell nur wenige Fakten vorhanden, inwiefern der aktuelle Stand der autonomen Technik bereits gegenüber dem menschlichen Fahrer die Nase vorn hat. Bisherige Tests haben gezeigt, dass autonome Fahrzeuge sich in Irrationalen Situationen schwertun, die Irrationalität gemäß der Informationsaufnahme zu erkennen und zu interpretieren. In berechenbaren Situationen, in denen keine Irrationalität zu erwarten ist, weisen autonome Fahrzeuge aber bereits jetzt ein deutlich sichereres und effizienteres Fahrverhalten auf.

So haben zum Beispiel Analysen ergeben, dass der Sicherheitsabstand auf Autobahnen von autonomen Fahrzeugen problemlos eingehalten wird und der nötige Mindestabstand zueinander verringert, werden kann. Ein Mensch begibt sich bei einem Abstand mit einer Zeitlücke von unter 0,9 Sekunden in eine gefährliche Situation, bei der eine Reaktion auf ein unvorhergesehenes Ereignis kaum rechtzeitig geschehen kann. Die allgemeine zeitliche Abstandsempfehlung bei menschlichen Fahrern beträgt sogar 2 Sekunden. Gemessene Abstände von menschlichen Fahrern sind dabei deutlich näher an den 0,9 Sekunden Abstand und unterschreiten diese Zeit sogar häufiger, als dass sich die Fahrer an die optimalen 2 Sekunden Zeitlücke halten. Die gesamten Ergebnisse der Analyse werden in Abbildung 6 präsentiert. Im Vergleich dazu hält sich die KI im autonomen Fahrzeug stets an die Abstandsvorgaben und kann theoretisch sogar bei einem Zeitabstand von 0,5 Sekunden noch rechtzeitig reagieren. Derzeit werden weitere Aspekte untersucht, die erkennen lassen, dass Künstliche Intelligenz für eine effektivere Fahrzeugsteuerung sorgt. Zum Beispiel werden die zeitlichen Abstände der Aktionspunkte gemessen, also die Zeitpunkte, zwischen einer Aktion des Fahrers zur nächsten Aktion. Auch dort wird erwartet, dass die KI dem menschlichen Fahrer bereits jetzt die kürzere Zeit



Abbil-

dung 6: Ergebnisse aus einer Analyse des Sicherheitsabstandes bei Autofahrern

4.2 – INWIEWEIT IST DER DATENSCHUTZ GEWÄHRLEISTET?

Neben den allgemeinen Sicherheitsbedenken im Straßenverkehr gibt es noch die Frage, was mit den Daten passiert die, während den automatisieren Fahrten generiert werden. Da schon der Mensch auf viele Dinge gleichzeitig achten muss, während er einen PKW bedient, ist es klar, dass auch die KI-Prozesse eine Vielzahl an Daten benötigen, um eine sichere und komfortable Fahrt zu ermöglichen. Bereits heute werden verschiedenste Fahrzeug-Daten gesammelt und nahezu in Echtzeit an Hersteller und Werkstatt übermittelt, um Wartungen und Inspektionen zu verbessern. Autonome Autos der Zukunft erkunden ihre Umgebung mit Sensoren wie Ultraschall, GPS oder auch mit Kameras. Sogar durch den automatisch übermittelten Kilometerstand oder anhand des Füllstands des Tanks oder der Batterie eines Autos lassen sich Informationen über die gefahrenen Strecken ableiten. Ein gutes Beispiel ist auch der Reifendruck, welcher bei fast jedem modernen Auto bereits automatisch gemessen und übermittelt wird. In Abbildung X ist der Verlauf des Reifendrucks bei einer Autofahrt zu sehen. Die Druckspitzen zeigen den Zustieg einer Person, wodurch die Nutzlänge des Fahrers und auch die Anzahl der Mitfahrer abgeleitet werden kann.

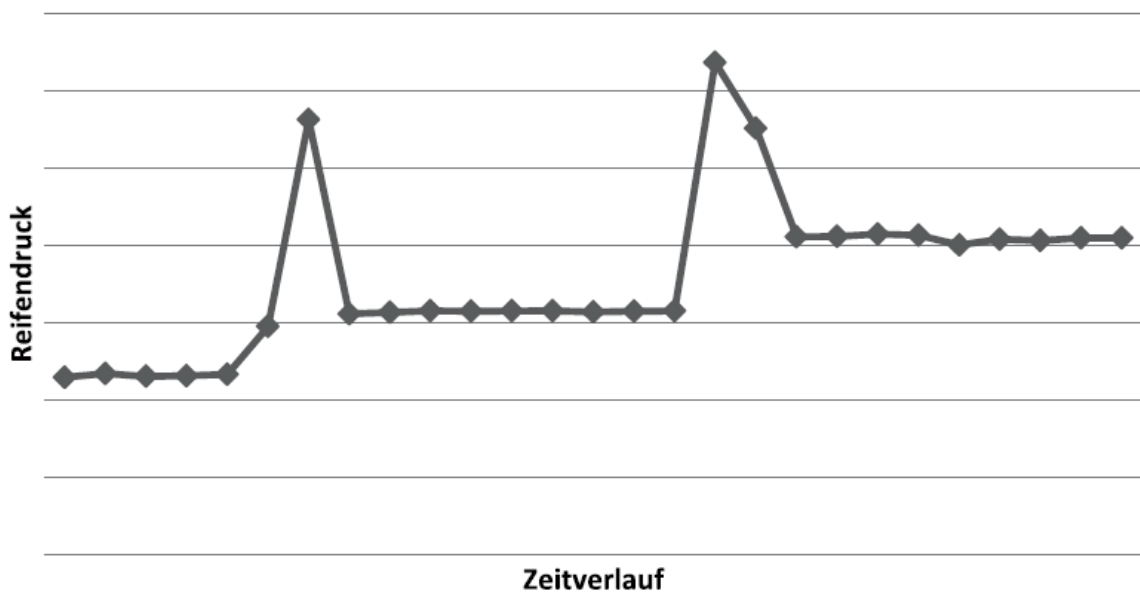


Abbildung 7: Änderung des Reifendrucks über den Zeitraum einer Autofahrt.

Es können außerdem Informationen gesammelt werden, wie der aktuelle Aufenthaltsort, das allgemeine Reiseverhalten also zum Beispiel wann und mit wie vielen Personen jemand grade unterwegs ist oder aber die Personen und die Umgebung außerhalb des Autos anhand der Sensoren und Kameras. Diese Daten sollen mit Autos, Zentralen und anderen Stellen geteilt und zusammengefügt werden, um eine möglichst genaue Abbildung der Umgebung zu

erhalten. Die Generierung dieser Daten erzeugt datenschutzrechtlich hohe Bedenken. Es sollen daher nur absolut notwendige Informationen unter strengen Datenschutzauflagen geteilt werden.

Dabei gibt es drei Grundsätze nach denen mit den Daten geschützt und verarbeitet werden sollen:

1. Zugriffskontrolle: Über die Zugriffskontrolle wird überprüft, inwiefern die Person oder das Medium, welches auf die vorhandenen Dateien zugreifen möchte, für den entsprechenden Zugriff berechtigt ist. Die Zugriffsberechtigung wird anhand von Richtlinien erteilt, welche konform mit dem Gesetz und den Kundenbedürfnissen sind. Dadurch wird zum einen ein verantwortungsvoller Umgang mit den Daten ermöglicht und zum anderen die Sicherheit gegen unautorisierten Zugriff erhöht.
2. Datensparsamkeit: Grundsätzlich sollen so wenig Daten wie möglich und so viele wie nötig gesammelt werden. Dabei ist auch zu entscheiden, welche Daten überhaupt nicht erhoben werden und welche Daten sofort nach der Erhebung und direkten Verarbeitung gelöscht werden sollen, aber zu einer momentanen Erhöhung der Sicherheit beitragen können.
3. Anonymisierung: Die erhobenen Daten müssen so bearbeitet und verändert werden, dass Privatpersonen unkenntlich sind. Auch die Aufnahme oder Fotografie von Grundstücken und anderen Autos können Informationen enthalten, die unter das Bundesdatenschutzgesetz fallen. Genauere Informationen wie Hausnummer oder Art des Autos sind für die Verkehrssteuerung nicht im vollen Maß notwendig, weshalb solche Daten, auch im Sinne der Datensparsamkeit, nicht aufgenommen beziehungsweise anonymisiert werden sollten.

Die aktuelle rechtliche Lage sieht einen Gesetzentwurf, welcher die Technologie des Autonomes Fahrens als überwiegendes Gut gegenüber dem Datenschutz stellt, derzeit nicht vor. Auch eine Einwilligung durch die Personen, von denen die Daten generiert werden, erweist sich als schwierig. Während der Besitzer des Fahrzeugs einfach über ein Bedienelement oder während des Autokaufs zur Einwilligung der Sammlung von Daten gebracht werden kann, ist dies bei Beifahrern oder gar Passanten nicht so einfach möglich.

Wichtig ist zu beachten, dass vor allem Bewegungsprofile vom eigenen Fahrzeug als auch von allen anderen Verkehrsteilnehmern ein essenzieller Bestandteil ist, um eine automatische Hindernis- und Gefahrenerkennung zu gewährleisten. Objekte, welche aufgrund von Sichtverdeckung oder auch Schattenwürfen nicht richtig aufgefasst werden können, können möglicherweise von einem anderen Fahrzeug, welches dieses Objekt bereits passiert hat, richtig identifiziert werden. Dadurch lässt sich auch die Bewegung eines mobilen Objektes deutlich schneller erkennen und berechnen. Auch rechtliche und sicherheitstechnische Aspekte wie die Unfalldokumentation, Inspektionsbedarf und unpassende Fahrzeugeinstellungen sind leicht zu abzurufen und zu erkennen.

4.3 – WELCHE RECHTLICHEN ASPEKTE SIND ZU BERÜCKSICHTIGEN?

Neben allgemeinen Sicherheit- und Schutzmaßnahmen gilt es außerdem, zu klären, was passiert, wenn nun doch ein Unfall oder Schaden im Straßenverkehr mit autonomem Fahrzeug verursacht wird. Da rechtliche Vorschriften in der Regel auch das widerspiegeln, was in der Gesellschaft als Konsens angesehen werden kann, ist eine adäquate gesetzliche Regelung autonomer Fahrzeuge notwendig, um eine hinreichende Akzeptanz in der Gesellschaft zu erreichen. Durch die Integration von autonomen Fahrzeugen in den Straßenverkehr werden Annahmen, auf die die aktuellen Regelungen basieren teilweise ungültig. Da selbst das Verhindern von „möglichen Verhaltensweisen, die unbeabsichtigt den Tod herbeiführen“ könnten in den Bereich des Grundgesetzes und das Recht auf Leben fällt, ist klar, dass die Regulierung von automatisierten Fahrzeugen eine sehr hohe Priorisierung und ein sehr aufwendiger Prozess darstellt. Nachfolgend werden die drei relevantesten Haftungsproblematiken dargestellt und erläutert.

- Produkthaftung: die Produkthaftung wird im Wesentlichen durch den vom Hersteller definierten Gebrauch definiert. Passiert ein Unfall, muss also geklärt werden, ob dieser durch ein Produktfehler entstanden ist, sofern der Fahrer nicht die Kontrolle rückerlangt hat und einem anderen Beteiligten nicht die volle Schuld zuzuschreiben ist. Damit würden in Zukunft neben dem Halter des Fahrzeugs auch in den meisten Fällen die Hersteller das Haftungsrisiko mittragen. Da die bisherige Gesetzgebung auf der Erfahrung basiert, dass der Großteil der Unfälle auf menschliche Steuerungsfehler zurückzuführen ist, muss die Regelung für Produkthaftung in Bezug zu autonomen Fahrzeugen überarbeitet werden. Zudem muss noch genauer untersucht werden, inwiefern es Unfälle geben kann, die nicht vermeidbar sein werden, da sie aus der Natur des vorhandenen Verkehrssystems heraus entstehen. Für solche Fälle und diverse Dilemmasituationen, in denen ein Schaden unvermeidbar ist, ist die Haftungsverantwortung schwierig zu klären, da ein Produktfehler, im Gegensatz zu einem menschlichen Fehler, auch noch im Nachhinein leichter ausschließbar ist. Für solche Fälle wird eine Beschränkung der Herstellerhaftung in der Gesetzgebung als angemessen erachtet.
- Halterhaftung: Der Halter eines Fahrzeuges kann, unabhängig von der Schuld, für Schäden, die durch den Fahrzeugbetrieb entstanden sind, haftbar gemacht werden. Es gibt dabei keine Unterscheidung bei der Haftung, ob der Schaden eine menschliche oder technische Ursache hat. In diesem Fall besteht also kein Änderungsbedarf in der Gesetzgebung, da die Gegebenheiten bei zukünftigen Fahrzeugen in Bezug auf die aktuellen Gesetze für die Halterhaftung nicht für einen Widerspruch sorgen. Fahrerlosen Autos kann, nach geltendem Recht, problemlos ein Halter zugeschrieben werden.

Fahrzeughalter und damit haftbar ist, wer auf die Papiere eingetragen ist und die Kosten begleicht. Der Halter hat über die Nutzung des Fahrzeuges zu entscheiden, welche als Gefahrenquelle anzusehen ist.

- Fahrerhaftung: Zukünftige Problemstellung bei der Fahrerhaftung ist die Tatsache, dass die Beobachtung des Straßenverkehrs durch Personen bei autonom fahrenden Fahrzeugen potenziell wegfällt. Dadurch ist nicht davon auszugehen, dass die Fahrzeuginsassen in der Lage sind, einen Unfallhergang hinreichend zu beschreiben. Dadurch sollte eine Veränderung in der Gesetzgebung vorgenommen werden, welche eine technische Unfalldatenaufzeichnung vorsieht. Ein Spezialfall, der sich durch vollautomatisierte Fahrzeuge ergibt, entsteht durch das Potential, dass auch aufsichtsbedürftige Personen, wie Kinder, selbstständig mit einem autonomen PKW fahren können. Bisher galt der Fahrer, welcher zwangsläufig volljährig war, auch immer als Aufsichtsperson für gegebenenfalls minderjährige Mitinsassen. Auch der Umstand, dass Minderjährige und andere kognitiv und manuell beeinträchtigte Nutzer nicht die Rolle des Fahrers übernehmen können, wirft einige Problemstellungen auf. Auch hier sind einige Ergänzungen nötig, da es in Zukunft keinen Fahrer mehr geben muss, der für das Transportieren von Gut und minderjährigen Personen haftbar gemacht werden kann.

4.4 – WIE NACHHALTIG IST AUTONOMES FAHREN?

Im Jahr 2015 hat die Weltgemeinschaft die Agenda 2030 verabschiedet, mit dieser will die Weltgemeinschaft weltweit ein menschenwürdiges Leben ermöglichen und dabei gleichsam die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft bewahren. In der Agenda 2030 sind 17 globale Ziele für die nachhaltige Entwicklung erhalten. Da der Klimaschutz in der heutigen Zeit eine immer größere Rolle für die Gesellschaft spielt, wird auch im Bereich der Mobilität ein immer größeres Augenmerk auf nachhaltige Fortbewegungsmittel gelegt. Gemäß Ziel 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“ der 17 globalen Nachhaltigkeitsziele soll die Emission von Treibhausgasen stark gesenkt werden. Experten sind sich sicher, dass es durch autonome PKWs im Vergleich zu normalen PKWs zu deutlichen Kohlendioxid-Einsparungen kommen wird. Laut einer Studie des Southwest Research Institute können autonome Fahrzeuge allgemein zu einer 20-prozentigen Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs führen.

Durch die Vernetzung über die Datenverbindung der einzelnen PKWs untereinander entsteht ein vernetztes System, indem Verkehrsdaten ausgetauscht werden. Dadurch werden PKWs frühzeitig über Staus, Unfälle und Baustellen informiert. Das Auto kann deshalb vorausschauend reagieren, indem es die Geschwindigkeit frühzeitig anpasst und damit unnötige Bremsvorgänge vermeidet. Die Folge ist ein verbesserter Verkehrsfluss und damit eine gesunkene Emission.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit mit einer extra einprogrammierten, energieschonenden Fahrweise den Energieverbrauch des Fahrzeuges noch weiter zu senken.

Durch die Umstellung auf Strom als Hauptantriebsquelle für das autonome Fahrzeug können die Treibhausgas-Emissionen noch weiter reduziert werden.

Gleichzeitig wird durch die schonendere Fahrweise der autonomen Autos der Verschleiß des Fahrzeugs abnehmen. Das führt dazu, dass Teile des Autos eine längere Lebensdauer bekommen und seltener erneuert werden müssen.

Auf der anderen Seite muss auch das Risiko eines erhöhten Nutzungsverhalten der autonomen PKWs mit in die Betrachtung einbeziehen. Da die Fahrt in einem autonomen Fahrzeug sehr komfortabel ist und die Passagiere während der Fahrt keine Zeit „vergeuden“, könnte es zu einer gesteigerten Gesamtmobilität kommen.

Ein weiterer Punkt der Nachhaltigkeit, der im autonomen Fahren aufgegriffen wird, ist das Nachhaltigkeitsziel 10 „Weniger Ungleichheiten“. Da der „Fahrer“ im autonomen Fahrzeug zum „Passagier“ wird, können autonome Fahrzeuge auch Menschen nutzen, die derzeit nicht in der Lage sind, ein Fahrzeug zu führen. Dazu gehören neben Kindern auch körperlich und geistig eingeschränkte Menschen. Diese bekommen durch die autonomen Fahrzeuge die

Möglichkeit sich ohne Hilfe anderer Menschen fortzubewegen. Durch die Einführung des autonomen Fahrens kann die soziale Ungerechtigkeit in diesem Bereich geschmälert und die soziale Gerechtigkeit erhöht werden.

5 – INWIEFERN IST AUTONOMES FAHREN ETHISCH VERTRETBAR?

5.1 WIE STEHT DIE REGIERUNG ZUM AUTONOMEN FAHREN?

Die Idee von selbstfahrenden Fahrzeugen beschäftigt die Gesellschaft und somit die Politik immer häufiger seit den letzten Jahren. Mit der neuen Technologie kommen neue ethische Fragestellungen. Um diese zu beantworten hat die Regierung eine Ethik-Kommission 2017 ins Leben gerufen.

Die Kommission veröffentlichte 2017 einen Bericht mit 20 ethische Regeln, welche sich 5 übergeordneten Kategorien zuordnen lassen.

Zunächst wurde sich mit der Fragestellung beschäftigt welche gesetzlichen Regelungen in Kraft treten müssen, um autonome Fahrzeuge sicher zuzulassen. Zum einen wird eine öffentliche Einrichtung benötigt, um eine Kontrolleinrichtung zu schaffen. Die Einführung autonomer Fahrzeuge kann nur in einem kontrollierten Rahmen erfolgen. Zu diesem kontrollierten Rahmen gehört auch die Verteilung der Verantwortung. Es muss eine klare Definition geben auf welcher Seite die Zuständigkeiten liegen: auf Fahrerseite oder Herstellerseite. Es erfolgt eine Verschiebung der Verantwortung vom Fahrer auf den Hersteller. Außerdem gehört zu dieser verschobenen Verantwortung die Verpflichtung die Systeme fortlaufend zu entwickeln, beobachten und optimieren.

Zur Optimierung der Systeme gehört die Erhöhung der IT-Sicherheit, welche keine Chance zur Manipulation bieten dürfen. Das Vertrauen in den Straßenverkehr darf nicht gemindert werden. Aus diesem Grund ist das vollständige Vernetzen von Fahrzeugen ethisch bedenklich, wenn hierdurch eine Möglichkeit zur Manipulation der Fahrzeuge besteht. Neben der Manipulation erhöht sich das Risiko der totalen Überwachung.

Um die IT-Sicherheit weiter zu erhöhen, dürfen lernende Systeme nur eine Verbindung zur zentralen Datenbank herstellen, sollte hierdurch ein Sicherheitsgewinn entstehen. So kommt man zur nächsten Überkategorie der Regelungen: die Sicherheit. Die Technologie muss dem zu Folge die Sicherheit verbessern und zu einer Steigerung der Mobilitätschancen im internationalen Wettbewerb führen. Die Sicherheit wird erhöht, indem Unfälle mit Hilfe des gesamten technologischen Spektrums so gut es geht vermieden werden. Dieses muss kontinuierlich weiterentwickelt werden, um die Verkehrssicherheit stetig zu steigern.

Damit der Sicherheitsaspekt nicht überhand über die persönliche Entscheidungsfreiheit des Individuums muss ein Ausgleich der beiden Regeln entstehen. Die Entscheidungsfreiheit bezieht sich nicht nur auf die Sicherheit, sondern auch auf die Weitergabe und Verwendung der anfallenden Fahrzeugdaten. Um eine fundierte Entscheidung treffen zu können hat die Öffentlichkeit einen Anspruch auf die Aufklärung über die Technologie und die Datennutzung. Diese Aufklärung kann in Zukunft beispielsweise über die Fahrausbildung vermittelt werden.

Durch die Bildung lässt sich außerdem die sachgerechte Nutzung der Fahrzeuge vermitteln und überprüfen.

Der herausstechendste Aspekt für die Öffentlichkeit ist die Frage über Unfallschäden. Die ethischen Regeln sehen eine vorgegebene Priorität vor. Menschen haben Vorrang vor Tieren, welche Vorrang vor Gegenständen haben. Es dürfen also Tier- und Sachschäden in Kauf genommen werden, um Personenschäden zu vermeiden. Hinzu kommt die Untersagung der Aufrechnung der Opfer, da Menschenleben nicht miteinander aufgewogen werden können.

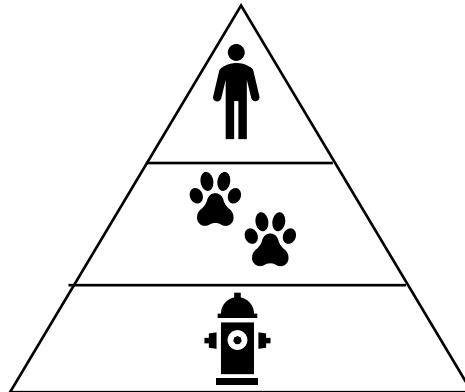


Abbildung 8: Das Trolley-Dilemma in Bezug auf autonomes Fahren

Um eine abrupte Übergabe an und somit die folgende Überforderung für den Fahrer zu vermeiden, muss das Fahrzeug in einer Notsituation autonom in einen sicheren Zustand zurückgebracht werden. Solche Notsituationen müssen mit allen Möglichkeiten der Technik vermieden werden.

5.2 WAS IST DIE ETHISCHE ENTSCHEIDUNG FÜR DILEMMA-SITUATIONEN?

In Bezug auf Unfallsituationen steht die Frage mit Dilemma-Situationen im Vordergrund. Eine solche Situation ist das allgemein bekannte Trolley-Dilemma. Beim klassischen Trolley-Dilemma fährt ein Zug auf einer Gleise mit fünf Personen auf den Gleisen. Auf einem parallelen Gleis ist eine Person auf dem Gleis. Nun gibt es für Person an der Weiche zwei Möglichkeiten: 1. Die Weiche umstellen, was dazu führt, dass eine Person geopfert wird um fünf zu retten oder 2. Die Weiche nicht umstellen und die fünf Personen sterben lassen.

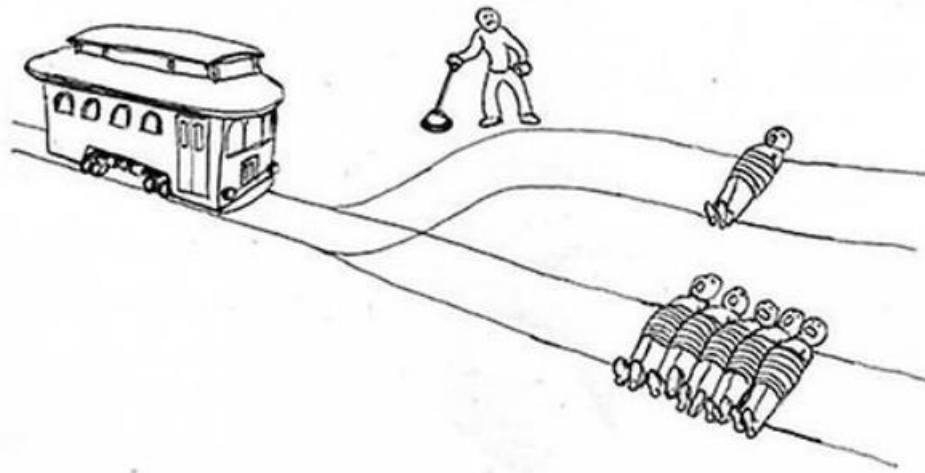


Abbildung 9: Das Trolley-Dilemma

Für das autonome Fahren ist das Beispiel zu abstrakt und kann sich umschreiben lassen. Ein Auto mit drei Passagieren fährt auf eine Fußgängergruppe mit fünf Personen zu. Es besteht die Möglichkeit die Fußgänger umzufahren, um die Fahrzeuginsassen zu retten oder den Wagen gegen eine Wand fahren zu lassen, um die Fußgänger zu retten.

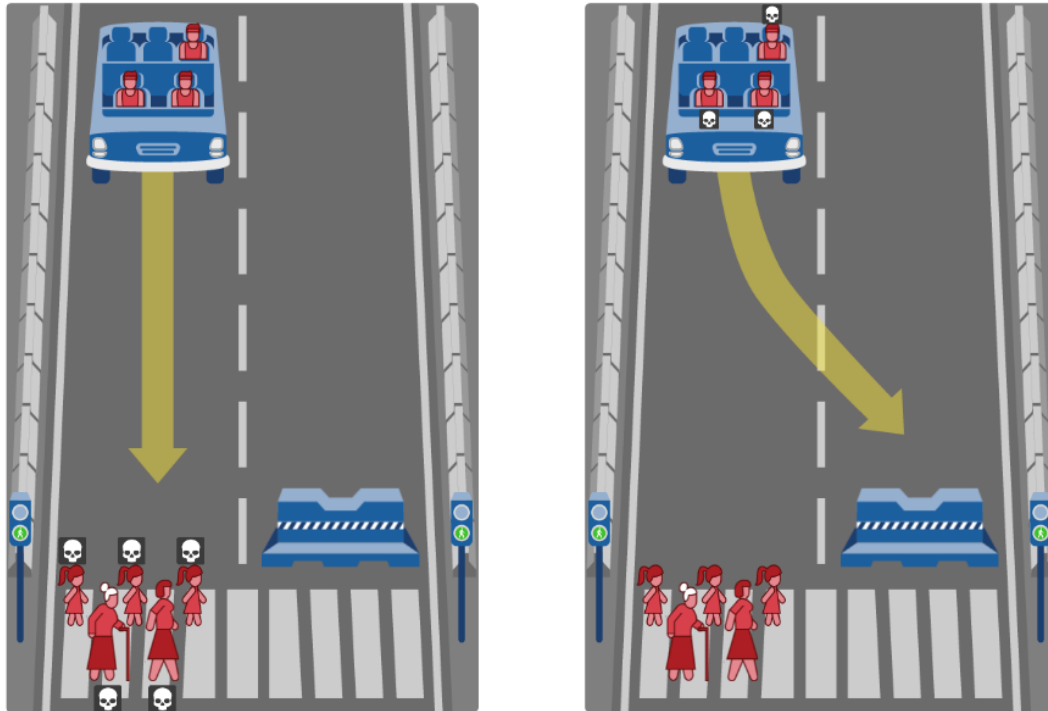


Abbildung 10: Das Trolley-Dilemma in Bezug auf autonomes Fahren

Wie lässt sich die Situation lösen? Es gibt verschiedene Betrachtungsansätze, um die richtige Antwort zu finden. Der utilitaristische Ansatz besagt, dass das größte Glück der größten Zahl erreicht werden muss.

Für jede Handlungsalternative wird der maximale Gesamtnutzen für alle Beteiligten ermittelt. In der ersten Alternative verlieren 5 Menschen ihr Leben, während in der zweiten 3 Menschen ihr Leben verlieren. Da das Glück der größtmöglichen Zahl erreicht werden muss, muss das Auto nach dem utilitaristischen Ansatz gegen die Wand fahren.

Als zweiter Ansatz wird der kategorische Imperativ verfolgt. Man verfolgt die Handlung, welche zum allgemeinen Gesetz werden soll. Laut dieser Maxime dürfen andere Personen nicht als bloßes Mittel zum Zweck eingesetzt werden. Dem zu Folge ist kein Eingreifen erlaubt, um die Fußgänger zu retten.

Zwei unterschiedliche ethische Ansätze kommen auf zwei unterschiedliche Antworten. Welche möglichen Lösungsansätze sind zu verfolgen?

Wenn ein Mensch in eine Notfall-Situation kommt, wird per Zufall eine der beiden Alternativen gewählt. Man kann ein System also so programmieren, dass es nach einem Zufallsprinzip entscheidet. Allerdings ist dies auch keine zufriedenstellende Möglichkeit. Es spielen weitere Faktoren eine große Rolle. Menschen können intuitiv entscheiden, ob der eigene Tod in Kauf genommen wird oder nicht. Wenn eine Maschine entscheidet, ist der Mensch in einer existenzieller Lebenssituation fremdbestimmt.

Eine weitere Möglichkeit ist das Berechnen des Überlebensrisikos. Ein Motorradfahrer mit einem Helm hat höhere Überlebenschancen als ein Fahrer ohne Helm. Ein Programm zur Berechnung kann unterstützend implementiert werden.

Die bekannteste Lösungsmöglichkeit ist nach Lernerfahrung zu entscheiden. Das MIT hat für diesen Zweck die Moral Machine eingeführt. Es stehen verschiedene Dilemma-Situationen zur Verfügung. Es wird sich für einen vertretbaren Unfallschaden entschieden. Ist der Schaden ethisch vertretbar, weil sich eine breit Masse hierfür entschieden hat oder gibt es weitere Faktoren, welche zu berücksichtigen sind?

Es besteht keine abschließende Lösung in diesen Dilemma-Situationen. Anstatt das Problem zu lösen, sollte die Ursache behoben werden. Es darf nicht zu diesen Situationen kommen. Autos müssen so sicher wie möglich gestaltet werden, um einen sicheren Straßenverkehr zu gewährleisten. Hinzu kommt die hinreichende Aufklärung der Menschen.

5.3 IST DIE TECHNOLOGIE DES AUTONOMEN FAHRENS ETHISCH VERTRETBAR?

Woher kann man wissen, ob eine Technologie ethisch vertretbar ist? Es gibt vier Faktoren, um dies zu testen: die Autonomie, das Wohltun, die Schadensvermeidung und die Gerechtigkeit.

Unter der Autonomie versteht man die Respektierung der Entscheidungsfreiheit anderer Individuen. Es kann eine faktenfundierte Entscheidung getroffen werden. Bei der autonomen Technologie ist die Autonomie in Dilemma-Situationen nicht gegeben. Die Frage ist inwieweit kann die Autonomie gemindert werden, um dennoch ethisch vertretbar zu sein.

Die Frage lässt sich mit einem Blick auf die anderen Prinzipien beantworten. Das Wohltun bedeutet aktiv die Bedürfnisse anderer Personen zu stillen. Dies ist zwar vorhanden, da Personen mit Behinderungen wieder ein Stück mehr am Alltag teilnehmen können, allerdings liegt der Hauptfokus nicht auf dem Prinzip des Wohltuns.

Einer der beiden Hauptfokuse ist die Schadensvermeidung. Das Schadensrisiko wird mit Hilfe eines programmierten Systems bestmöglich reduziert. Der Straßenverkehr wird sicherer und somit reduzieren sich die Personen-, Tier- und Sachschäden.

Der zweite Hauptfokus liegt auf der Gerechtigkeit. Zum einen in Bezug auf die Umwelt. Die autonome Technologie kann genutzt werden, um das umweltfreundlichste Fahren zu gewährleisten. Zum anderen auf die soziale Gerechtigkeit bezogen. Kinder, Rentner und Behinderte können uneingeschränkter am Alltag teilnehmen. Der Aspekt wurde schon beim Wohltun aufgegriffen.

Die Autonomie wird dementsprechend eingeschränkt, um Schadensvermeidung und Gerechtigkeit zu fördern.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Idee nicht vollends ausgereift ist. Es sind noch nicht alle Probleme der Technologie gelöst, allerdings gibt es Lösungsansätze, die weiterverfolgt werden und ausgereift sein müssen.

6 - ZUKUNFT DES AUTONOMEN FAHRENS: IST DER ÖPNV EINE ALTERNATIVE ZU AUTONOMEN PKWS?

Die Technik rund um das Thema autonomes Fahren entwickelt sich stetig weiter und unterliegt dabei natürlich großen Sicherheitsstandards und rechtlichen Begebenheiten. Die Erwartungen an der Technologie gehen weit auseinander: während die einen in der Verbreitung autonomer Fahrzeuge die Lösung aller Probleme sehen, prognostizieren die anderen eine Verschärfung der bereits angespannten Verkehrslage.

Derzeit werden der fachliche und auch der öffentliche Diskurs zum autonomen Fahren von der Vorstellung des „automatisierten Autofahrens“ beherrscht, wie sie die Automobilkonzerne verbreiten. Der Wunsch der Automobilhersteller ist es, dass bald alle Autos mit automatischen Funktionen ausgestattet und damit möglichst unfallfrei unterwegs sind. Die Car2Car-Kommunikation soll einen optimalen Verkehrsfluss garantieren. Dafür werden immense Investitionsbudgets mobilisiert, die noch vor kurzem undenkbar schienen. Die Zeit auf der Autobahn oder im Stau besser als zuvor für Telefonate, Unterhaltung oder Entspannung genutzt werden kann, wird es attraktiver, z.B. eine längere Pendelstrecke zur Arbeit in Kauf zu nehmen. Zu viele Staus, zu hohe Schadstoffemissionen und ein zu hoher Flächenbedarf lassen den Verkehr in den Städten zur Tortur werden. Der Pendlerverkehr nimmt aufgrund mangelhafter Raumordnungspolitik unvermindert zu und lässt die Zahl der Fahrzeuge weiter steigen. Auf dem Land sind die Abhängigkeiten vom motorisierten Individualverkehr groß, Busse und Bahnen sind mit ihren starren Linienführungen und der Fokussierung auf den Schülertransport mit entsprechenden Fahrtzeiten vor 8 Uhr und am frühen Nachmittag keine Alternativen. Private Pkw werden in den nächsten Jahren serienmäßig mit weitgehenden Assistenzfunktionen angeboten, damit können sie eine zusätzliche Attraktivität erhalten und der Autoverkehr kann sogar noch weiter zunehmen.

Eine Lösung für die Entspannung der Verkehrssituation ist die Optimierung des ÖPNVs und Integration der Technologie im ÖPNV. Während in der Stadt – zumindest gemessen an der Zahl der Wege – der Fuß- und Fahrradverkehr eine relevante Größe erreicht hat und der Nahverkehr mit Bussen und Bahnen in Metropolen eine Alternative darstellt, dominiert in Verflechtungsräumen sowie in ländlichen Gebieten hingegen das private Fahrzeug weiterhin unangefochten. Der derzeit bestehende Vorteil des öffentlichen Verkehrs verliert sich dadurch, Verkehr würde noch exklusiver. Die Gestaltungsaufgabe besteht darin, dass das automatisierte Fahren als Baustein einer multioptionalen und umweltschonenden Mobilität zu nutzen.

Die entscheidenden Weichenstellungen dafür, dass automatisiertes Fahren zur Erreichung dieser Ziele beiträgt, können und müssen schon heute beginnen. Die neuen on demand-Verkehrsangebote, die von verschiedenen Anbietern aktuell entwickelt werden, sind ein wichtiger Auslöser, der unsere Gesellschaft auf den Weg zu einem modernisierten öffentlichen Ver-

kehr bringt. Trotz vieler Unterschiede haben Uber, MOIA, CleverShuttle oder ViaVan eines gemeinsam: Sie nutzen die digitalen Möglichkeiten, um Fahrzeugflotten flexibel zu disponieren und Fahrtwünsche on demand in Echtzeit ohne Fahrplan zu erfüllen. Vor diesem Hintergrund können diese neuen Angebotsformen als Vorläufer von zukünftig möglichen vollflexiblen autonomen Flotten verstanden werden. Diese autonomen Flotten haben das Potenzial, durch hohe Flexibilität und hohen Bedienkomfort potenziell einen Großteil des privaten Autoverkehrs in den Städten zu ersetzen. Die neu entstehenden on demand-Verkehre erlauben es schon jetzt, die entscheidenden verkehrspolitischen Weichenstellungen zu diskutieren, die dazu führen können, dass autonome Fahrzeuge nicht eine noch weiter steigende Flut von ineffizienten privaten Pkw in die Städte bringen, sondern dass sie umgekehrt vor allem in Form von hocheffizienten öffentlichen Flotten den Pkw-Verkehr zu reduzieren helfen. Entscheidend ist dabei erstens das Zusammenspiel der on demand-Angebote mit dem klassischen Linienverkehr. Eine ermöglichende Regulierung hat hier die Aufgabe, dafür zu sorgen, dass die on demand-Angebote den öffentlichen Verkehr sinnvoll ergänzen statt diesen zu schwächen. Dies kann durch eine intelligente Weiterentwicklung des bestehenden Rechtsrahmens erreicht werden.

Ein weiterer entscheidender Schritt auf dem Weg zu der Erweiterung der Nutzung des ÖPNVs besteht darin, systematisch den Einsatz von automatisierten Shuttles als Teil des öffentlichen Verkehrs zu erproben. Im automatisierten Modus fährt der Shuttlebus eigenständig auf einer eingespeicherten Route („virtuellen Schiene“) und kann je nach eingesetzter Software vergleichbar einer Straßenbahn alle Stationen bedienen oder nur nach Bedarf an bestimmten Stationen halten. Dieser Entwicklungspfad wird auch dadurch möglich, dass automatisierte Fahrzeuge ohne Fahrer auskommen und dadurch kostengünstiger bereitgestellt werden können – auch in Gebieten oder zu Zeiten, in denen eine klassische Linienbedienung mit Fahrern bisher wirtschaftlich nicht dargestellt werden kann. Dadurch steigt die Wirtschaftlichkeit und flächendeckende Mobilitätsmöglichkeit in ländlichen Regionen mit wenigen Passagieren. In Ergebnis könnten die Betreiber einen deutlich verbesserten ÖPNV bieten. Von einem Regelbetrieb sind die bisher allerdings weit entfernt, viele technische und betriebliche Fragen sind noch zu klären. Zurzeit besteht eine erhebliche Lücke zwischen dem erreichten technischen Standard und einem robusten Serienbetrieb. Dahinter verbirgt sich ein grundlegendes Problem: Es ist nicht nur fehlendes Geld, es ist vor allem die fehlende Innovationskultur, die Betreiber öffentlicher Fern- und Nahverkehrssysteme daran hindern, hier aufzuschließen. Hier müssen neue experimentelle Wege eingegangen werden, die die Zahl der automatisierten Shuttles erhöht.

Neben den Maßnahmen durch die Optimierung des autonomen Fahrens im ÖPNV gelten auch die folgenden Schritte zur Reduzierung der PKWs und mehr Anerkennung des ÖPNVs:

Erschwernisse für den Autoverkehr:

- Parkplatzreduzierung
- Beschränkung der Zufahrt für Autos in Innenstädte
- Beschränkung der Geschwindigkeit des Verkehrs in Städten
- Gebühren für die Straßennutzung für Autos (Mautpflicht)

Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV:

- Verdichtung des Angebots öffentlicher Verkehrsmittel
- Verbesserung der Pünktlichkeit im ÖPNV
- günstigere ÖPNV-Fahrkarten
- Verbesserung des Komforts im ÖPNV
- „Park & Ride“ Angebote

Begünstigung des ÖPNV gegenüber dem Autoverkehr:

- Vorrang für Busse und Bahnen (Ampel-Vorrangschaltung)
- weniger Flächen für Autoverkehr
- mehr Radwege, bessere Gehwege
- Busspuren

Durch die Integration der Technologie und den oben genannten Maßnahmen kann der ÖPNV eine echte Alternative zu den selbstfahrenden Autos werden. Aus der Perspektive einer Verkehrswende bieten automatisierte Fahrzeuge entscheidende Vorteile: Selbstfahrende Fahrzeuge könnten dazu beitragen, das öffentliche Verkehrsangebot zukünftig zu einem hoch attraktiven und effizienten Gesamtsystem weiterzuentwickeln, in dem klassische Linienverkehre mit vielfältigen on demand-Angeboten ergänzt und verdichtet werden. Es sind die Rahmenbedingungen des Verkehrs so zu gestalten bzw. die bestehende Regulierung so zu verändern, dass automatisiert fahrende Fahrzeuge in einer multioptionalen Verkehrsstruktur eingebunden sind. Dann kann die Entwicklung von automatisierten Fahrzeugen perspektivisch eine Schlüsselrolle sowohl für einen ökologisch effizienten als auch stadtverträglichen Verkehr und für die Verbesserung der Verkehrsanbindung in ländlichen Räumen spielen.

7 – WELCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN LASSEN SICH ZUM AUTONOMEN FAHREN ZIEHEN?

Aktuell hat sich die autonome Mobilität in Deutschland so entwickelt, dass die ersten Fahrzeuge der Stufe 3 in den Straßenverkehr eingebracht werden dürfen. Die Automatisierung von Level 3 bedeutet, dass der Fahrer immer eingreifen kann, wenn es vom Fahrzeug verlangt wird. Es können also bereits kleinere Tätigkeiten während des Fahrens vorgenommen werden, allerdings liegt die Gewährleistung der Verkehrssicherheit beim Autofahrer.

Wenn vollautomatisierte Fahrzeuge eingeführt werden, kann diese Verkehrssicherheit deutlich erhöht werden. Experten zufolge lassen sich bis 2050 50% der Unfälle vermeiden und bis 2070 können Verkehrsunfälle beinahe vollständig vermieden werden.

Hinzu kommt der Aspekt der Nachhaltigkeit. Bei einem kompletten Netz von automatisierten Systemen kann es zu deutlichen Kohlendioxid-Einsparungen kommen. Hinzu kommt eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von 20%.

Anpassungen werden im Bereich des Datenschutzes und der rechtlichen Aspekte benötigt. Die Frage mit dem Datenschutz ist schwierig zu beantworten, da die Bewegungsprofile der autonomen Fahrzeuge benötigt sind, um die maximale Gefahrenerkennung und -vermeidung zu gewährleisten. Sollte es dennoch zu Unfällen kommen, so sind für den Spezialfall der vollautomatisierten Fahrzeuge im Bereich der Fahrerhaftung Ergänzungen nötig.

Eine vollständig zufriedenstellend Antwort für die ethische Vertretbarkeit der autonomen Mobilität gibt es nicht. Für die Technologie spricht die höhere Schadensvermeidung und Gerechtigkeit im sozialen Bereich. Allerdings gibt es für Dilemma-Situationen keine ideale Lösung. Ansätze sind zwar unausgereift vorhanden, allerdings ist die beste Problemlösung in der Behebung der Ursache.

Wie sieht also die Zukunft für autonome Fahrzeuge aus? Es müssen Rahmenbedingungen für diese PKWs gestaltet werden, um sie in die Verkehrsstrukturpolitik einzubinden. Daraus kann ein ökologisch effizienterer Straßenverkehr mit einer besseren Vernetzung für ländliche Umgebungen erfolgen, was für einen Ausgleich der sozialen Gerechtigkeit sorgt.

Weiterführende Information:

Wagner, P. (2015). Steuerung und Management in einem Verkehrssystem mit autonomen Fahrzeugen. In *Autonomes Fahren* (pp. 313-330). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Gasser, T. M. (2015). Grundlegende und spezielle Rechtsfragen für autonome Fahrzeuge. In *Autonomes Fahren* (pp. 543-574). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Wachsfeld, W., & Winner, H. (2015). Die Freigabe des autonomen Fahrens. In *Autonomes Fahren* (pp. 439-464). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Reschka, A. (2015). Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge. In *Autonomes Fahren* (pp. 489-513). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Winkle, T. (2015). Sicherheitspotenzial automatisierter Fahrzeuge: Erkenntnisse aus der Unfallforschung. In *Autonomes Fahren* (pp. 351-376). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.

Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B., & Winner, H. (2015). *Autonomes Fahren: technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Nature, Berlin, Heidelberg.

Bundesregierung für Verkehr und digitale Infrastruktur (Juni 2017). Ethik-Kommission: Automatisiertes und vernetztes Fahren. BMVI.

ADAC (24.02.2020). So funktioniert ein automatisiertes Auto. [online]. Zugriff am 25.06.2022 von: [https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug\(ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/auto-automatisiert-funktion/](https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug(ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/auto-automatisiert-funktion/)

Die Bundesregierung. Globale Nachhaltigkeitsstrategie – Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt. [online] Zugriff am 25.06.2022 von: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174>