

Bachelorarbeit  
im Bachelorstudiengang  
**Information Management Automotive**  
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

**Untersuchung der Eignung des autonomen Fahrens zur Optimierung  
von bislang konventionellen Personentransportmittel**

Erstkorrektor: Herr Prof. Manfred Plechaty  
Zweitkorrektor: Herr Prof. Dr. Martin Stirzel

Verfasser: Pirabu Gnanasegaram (Matrikel-Nr.: 262155)

Thema erhalten: 08.06.2022  
Arbeit abgegeben: 15.09.2022

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe und die Überprüfung mittels Anti-Plagiatssoftware dulde.

Sindelfingen, 15.09.2022

Ort, Datum

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Glinabu', is written above a horizontal line.

Unterschrift

## Abstract

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Eignung des autonomen Fahrens zur Optimierung von bislang konventionellen Personentransportmittel zu untersuchen. Dabei definiert die Akzeptanz sowie Nutzbereitschaft der gesellschaftlichen Allgemeinheit, über die potenzielle Eignung. Dafür wurde aufbauend auf einer Literaturrecherche, eine quantitative Online Umfrage durchgeführt. Diese beinhaltet keine Art von Auswahlkriterien für Probanden, wodurch die Allgemeinheit ohne jegliche Aussortierungen aufgegriffen werden soll. Die Umfrage zeigt, dass die Mehrheit der Befragten bereit sind fahrerlose Transportmittel zu nutzen. Im Vordergrund steht den meisten die erhöhte Sicherheit im Verkehr. Der zusätzliche Komfort während der Fahrt wurde ebenfalls als positiv angemerkt. Die Voraussetzung ist ein vollständig sowie zuverlässig entwickeltes System. Des Weiteren konnten Empfehlungen hinsichtlich relevanter Bedingungen gegeben werden. Entsprechend der Ergebnisse ist es sinnvoll sowie profitabel, weiterhin in die Forschung und Entwicklung des autonomen Fahrens zu investieren. Dies kann aus den Ergebnissen, im Rahmen der Forschung dieser Arbeit, ausgesagt werden. Weiterführende, aufbauende Forschungen in diesem Bereich können mit gleicher Methodik und Vorgehensweise durchgeführt werden, jedoch idealerweise mit ähnlicher Teilnehmeranzahl für sämtliche Altersgruppen.

## Inhaltsverzeichnis

Abstract .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
1. Einleitung .....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung .....	2
1.2 Aufbau und Vorgehensweise .....	2
2. Autonomes Fahren .....	3
2.1 Historie des autonomen Fahrens .....	3
2.2 Grundlagen des autonomen Fahrens.....	3
2.3 Levels / Vorstufen des autonomen Fahrens.....	4
2.3.1 Grundlagen Level 0 .....	5
2.3.2 Grundlagen Level 1 .....	6
2.3.3 Grundlagen Level 2 .....	6
2.3.4 Grundlagen Level 3 .....	6
2.3.5 Grundlagen Level 4 .....	7
2.3.6 Grundlagen Level 5 .....	7
2.4 Erscheinung der Levels in der realen Welt.....	7
2.4.1 Keine Automatisierung.....	8
2.4.2 Assistiertes Fahren .....	10
2.4.3 Teilautomatisiertes Fahren .....	12
2.4.4 Hochautomatisiertes Fahren.....	12
2.4.5 Vollautomatisiertes Fahren .....	13
2.4.6 Autonomes Fahren .....	13
2.5 Technische Struktur .....	13
2.5.1 Technische Voraussetzungen.....	14
2.5.2 Struktur der Informationsverarbeitung.....	17
2.6 Motivation für autonome Fahrzeuge.....	17
2.6.1 Risiken.....	18
2.7 Rechtliche Aspekte .....	18
2.7.1 Gesetzgebung hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge .....	18
2.7.2 Gesetzgebung autonomer Fahrzeuge .....	19
2.8 Ethische Aspekte .....	20
3. Personenverkehr / Personentransport.....	23
3.1 Mobilität und Verkehr .....	23
3.2 Begriffserklärung – Mobilität.....	23

3.3 Begriffserklärung – Verkehr .....	24
3.3.1 Grundlagen Verkehrsmittelarten .....	24
3.4 Grundlagen relevanter Verkehrsmittel.....	25
3.4.1 Fahrräder.....	26
3.4.2 Kraftfahrzeuge .....	26
4. Stand der Technik – automatisiertes / autonomes Fahren .....	27
4.1 Aktueller Stand – Kraftfahrzeuge .....	27
4.1.1 Personenkraftwagen .....	27
4.1.2 Busse .....	29
4.1.3 Zweikrafträder.....	32
4.2 Aktueller Stand – Fahrräder .....	34
4.2.1 E-Bike.....	34
5. Empirische Forschung .....	36
5.1 Forschungsfrage und Ziel .....	36
5.2 Methodenwahl .....	36
5.2.1 Probandenauswahl.....	37
5.2.2 Fragebogenkonstruktion .....	37
5.3 Datenerhebung .....	38
5.3.1 Datenauswertung und -aufbereitung.....	38
6. Ergebnisse.....	39
6.1 Ergebnisse Umfrage .....	39
7. Diskussion .....	50
8. Fazit.....	53
Literaturverzeichnis.....	54
Anhang 1: Fragebogen .....	57
Anhang 2: Antworten von Frage 12.....	64

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Überblick Automatisierungsstufen 0-5 .....	5
Abbildung 2 Darstellung Spurwechsel-Assistent .....	8
Abbildung 3 Visuelle Darstellung Einparkhilfe .....	9
Abbildung 4 Visuelle Darstellung Spurhalteassistent.....	9
Abbildung 5 Visuelle Darstellung Frontkollisionswarner .....	10
Abbildung 6 Darstellung Adaptive Geschwindigkeitsregelung .....	11
Abbildung 7 Darstellung Parkassistent.....	12
Abbildung 8 HD-Map.....	15
Abbildung 9 Fahrzeugausrüstung (Sensoren).....	16
Abbildung 10 Aufbau Informationsfluss .....	17
Abbildung 11 Dilemma-Verkehrssituation .....	21
Abbildung 12 Parkhausinfrastruktur AVP .....	28
Abbildung 13 Positionierflächen AVP .....	28
Abbildung 14 Autonome Busse HEAL.....	31
Abbildung 15 Selbstfahrendes BMW Motorrad.....	32
Abbildung 16 E-Bike Aptiv.....	35
Abbildung 17 E-Bike Aptiv Smartphoneanzeige / Warnung.....	35
Abbildung 18 Verkehrsmittelnutzung.....	39
Abbildung 19 Nutzung Verkehrsarten.....	40
Abbildung 20 Art Fahrgesellschaft .....	40
Abbildung 21 Bekanntheit autonomes Fahren.....	41
Abbildung 22 Meinung fahrerlose Verkehrsmittel .....	41
Abbildung 23 Potenzielle Bedingungen für fahrerlose Verkehrsmittel.....	42
Abbildung 24 Bekanntheit assistiertes Fahren .....	43
Abbildung 25 Beeinflussung von Assistenzsystemen.....	44
Abbildung 26 Bevorzugung zwischen assistiertem oder autonomen Fahren .....	44
Abbildung 27 Mögliche Fahreroptimierung .....	45
Abbildung 28 Meinung fahrerlose Verkehrswelt .....	46
Abbildung 29 Altersabfrage.....	48
Abbildung 30 Geschlechtsabfrage .....	49

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht Ergebnisse Frage 12 .....	47
---	----

## Abkürzungsverzeichnis

bspw.	=	beispielsweise
z.B.	=	zum Beispiel
bzw.	=	beziehungsweise
HD-Maps	=	high-definition map
GNSS data	=	Global Navigation Satellite System
LiDAR	=	Light Detection and Ranging
Radar	=	Radio Detection and Ranging
USS	=	ultrasonic sensor
ABS	=	Antiblockiersystem
ESC	=	Elektronische Stabilitätskontrolle
ACC	=	Adaptive Cruise Control
vs.	=	Versus
(D)GPS	=	Differentielles Globales Positionierungssystem
StVO	=	Straßenverkehrsordnung
lat.	=	lateinisch
km/h	=	Kilometer pro Stunde
W	=	Watt
AVP	=	Automated Valet Parking
o.ä.	=	oder ähnlich



## 1. Einleitung

Die Automobilindustrie befindet sich bereits mitten im Geschehnis einer mobilen Revolution. Diese bringt vor allem die aktive Teilnahme autonomer Fahrzeuge am Straßenverkehr mit sich. Zukunftsorientiert werden ebenfalls weitere Mobilitätsmittel, zur Personenbeförderung, versucht „autonom“ realisiert zu werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies im generellen, Fahrzeuge oder Personenbeförderungsmittel vollautomatisiert ohne zusätzlichen Fahrer bewegen zu lassen. Eindeutig zu erahnen wird die Notwendigkeit verschiedener Daten, welche zum Ausführen solcher Systeme/Funktionen notwendig sind. Zur Erfassung der Daten werden Kameras und diverse Sensoren eingesetzt. Den meisten Menschen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit Begrifflichkeiten wie bspw. „autonomes Fahren“ oder „autonomous driving“ nichts unbekanntes mehr sein. Ein Grund dafür ist der steigende Bekanntheitsgrad des Vorhabens, da so eine Art von Konzeption eine starke Neugier sowie anhaltendes Interesse der Menschen weckt.

Die Nachfrage sowie vor allem der Bedarf von Nutzern für konventionelle Personentransportmittel nimmt zu, welches automatisch einen steigenden Konkurrenzdruck bezüglich der Realisierung des revolutionären Vorhabens zur Folge hat. Die Intension der Entwickler ist es, im besten Fall, komplett ausgereifte sowie zuverlässige vollautonome Mobilitätskonzepte in jeglichen Verkehrswelten implementieren zu können. In Anbetracht dessen, werden bereits Vorstufen bzw. unterschiedliche Reifegrade des autonomen Fahrens als verschiedene „Level“ von dessen, für z.B. Fahrzeuge etc. eingesetzt. Durch das einpflegen von bestehenden Level erweist sich der Vorteil, dass für die letzte Stufe (autonomes Fahren) mögliche Fehler stetig verbessert werden können, da die Systeme aufeinander aufbauen.

Während der Entwicklung müssen ständig, relevante Aspekte berücksichtigt werden. In Betracht zu ziehen sind rechtliche Aspekte, sicherheitsrelevante Berücksichtigungen, Änderungsmaßnahmen der Fahrzeugkonzepte, Untersuchung vorhandener Infrastrukturen sowie nötige Anpassungen und letztlich die Berücksichtigung der Annahme des Vorhabens von der Gesellschaft, zumindest der betroffenen Nutzergruppe.

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Bereits etabliert hat sich die stetige Forschung sowie Entwicklung des autonomen Fahrens für diverse Transportmittel. Bislang bekannte Personentransportmittel gehören ebenfalls dazu. Unter der Voraussetzung, dass dieses Konzept von der entsprechenden Nutzergruppe angenommen wird, kann ein tatsächlicher Mehrwert bezüglich der Effizienz im gesamten erzielt werden. Demnach resultiert sich die bedeutsame Thematik, ob und inwiefern die Nutzergruppe bereit ist, das Konzept anzunehmen. Im Fall, dass das autonome Fahren nicht auf die Akzeptanz der Gesellschaft trifft, so muss demnach dessen gesamte Existenz hinsichtlich der Nutzerbringung und Rentabilität, auf künftiger Sicht, hinterfragt werden. Um frühestmöglich Gewissheit zu erlangen und somit das bestehende potenzielle Problem rechtzeitig behandeln zu können, wird das Thema priorisiert.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es in Erfahrung zu bringen, inwiefern sich autonomes Fahren eignet, um bislang konventionelle Personentransportmittel zu optimieren – *Eignet sich das autonome Fahren um Personen zu befördern?* – Dafür werden grundlegend Informationen benötigt. Diese Informationen sollen mithilfe einer Online Umfrage und einem entsprechend entworfenem Fragebogen erlangt werden. Es steht im Fokus anhand quantitativer Forschungsmethodik, ein möglichst breites Spektrum der potenziellen Nutzer abzugreifen um letztlich objektiv die Mehrheit entscheiden zu lassen, ob das Konzept ihnen von Nutzen wäre oder nicht. Die Ergebnisse können gegebenenfalls zur Anregungen neuer Konzepte dienen.

## 1.2 Aufbau und Vorgehensweise

Dieses Kapitel zeigt den strukturellen Aufbau sowie die angewandte Vorgehensweise dieser Arbeit auf. Beginnend wird im zweiten Kapitel auf die Grundlagen des autonomen Fahrens sowie dessen Entwicklung bzw. Stand der Technik eingegangen. Dies dient dazu, um ein Basiswissen aufzubauen sowie bereits mögliche oder potenzielle Anwendungsbereiche kennen zu lernen. Im dritten Kapitel werden jegliche Arten des Personenverkehrs bzw. der dazu nutzbaren Verkehrsmittel aufgezeigt. Dadurch soll ein genereller Überblick von möglichen Transportarten, der Personenbeförderung, verdeutlicht werden. Im vierten Kapitel werden aktuelle Use-Cases in Betracht gezogen. Dieses beinhaltet verschiedene Transportmittel in unterschiedlichen Entwicklungsphasen, hinsichtlich des assistierten / autonomen Fahrens. Demnach kann verdeutlicht werden, wie weit der Fortschritt in der realen Welt ist. Im fünften Kapitel wird die empirische Forschung erläutert. Es wird ebenfalls auf die Methodenwahl eingegangen, sowie dessen Realisierung. Folglich werden in Kapitel sechs die Auswertungen bzw. Ergebnisse aufgezeigt. Im siebten Kapitel werden die Ergebnisse kritisch diskutiert und es wird auf die Forschungsfrage eingegangen bzw. diese behandelt. Abschließend wird im achten Kapitel ein Fazit verfasst.

## 2. Autonomes Fahren

Dieses Kapitel befasst sich mit den Grundlagen des autonomen Fahrens. Zu Beginn wird das Konzept verdeutlicht sowie die in der Abfolge entstandenen / entstehenden Vorstufen. Anschließend werden die technischen Strukturen, Motivationen sowie Risiken erläutert. Abschließend wird Bezug auf die rechtliche und ethische Ebene genommen.

### 2.1 Historie des autonomen Fahrens

Seit mehreren Jahrzehnten existiert ein bekanntes Wortspiel für das autonome Fahren mit dem Wort Automobil. Der Begriff „Automobil“, welcher mit der Erfindung des Autos entstand, betont aus dem griechischen sowie lateinischen das „selbstbewegliche“. Dies deutet seit Jahrzehnten auf eine Autonomie hin, welche nun, mittels Fahrzeuge, erwiesen werden soll.<sup>1</sup>

### 2.2 Grundlagen des autonomen Fahrens

Die Grundgedanken bzw. Prioritäten der automatisierten und / oder autonomen Fahrzeuge ist eine Vereinfachung sowie Absicherung im Bereich der Fahrzeugführung zu erreichen. Infolgedessen wird der Fahrzeugführer durch diverse Fahrsysteme im bestimmten Maß soweit unterstützt, dass teilweise oder tatsächlich die gesamten Fahraufgaben, welche zum Führen eines Fahrzeugs notwendig sind, von diesen Fahrsystemen übernommen werden können. Die unterstützenden Systeme zur Fahrzeugführung sind aus technischer Sicht in der Lage, die Längsbeschleunigung und / oder Querlenkung des zu führenden Fahrzeugs soweit zu regeln, dass dieses dementsprechend manövriert werden kann. Dazu zählen stetig relevante Aspekte zu betrachten, wie z.B. die Beachtung der Verkehrsregeln gepaart mit der zu gewährleistenden Sicherheit. Die Berücksichtigung dieser Aspekte erstreckt sich über den gesamten Prozess, beginnend vom Ausgangspunkt bis abschließend zum Zielort.<sup>2</sup> Dabei ist es zu verdeutlichen, dass das Verhalten des Fahrzeugs vom Menschen vorgegeben wird. Sämtliche Entscheidungen, welche vom Fahrzeug während der Nutzung von solchen Funktionen anfallen, werden vom Menschen vorprogrammiert. Demzufolge ist die Berücksichtigung aller erdenklichen Szenarien, wodurch eine Entscheidung verschiedener Möglichkeiten entstehen könnte, unvermeidlich. Durch die bewusste Vorprogrammierung der Fahrsysteme bezüglich der Verhaltensvorschriften für Fahrzeuge in bestimmten oder unerwarteten Lebenslagen, stehen Ethische sowie Sicherheitsrelevante Aspekte des Öfteren im Konflikt.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Einleitung, 2015, S. 2-3.

<sup>2</sup> vgl. Hauer, F., On Scenario-Based Testing of Automated and Autonomous Driving Systems, 2021, S. 13.

<sup>3</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Einleitung, 2015, S. 3.

## 2.3 Levels / Vorstufen des autonomen Fahrens

Stufenweise in verschiedenen Levels werden die Automatisierungsgrade der Fahrzeuge, bis hin zum finalen autonomen Fahrzeug, aufgestellt. Dabei werden diese entsprechend anhand ihrer jeweiligen Fahraufgaben, welche übernommen werden können, benannt.<sup>4</sup> In Summe gibt es sechs Level / Stufen. Die Levels sind in klassischer Hochzählung angeordnet, somit deutet die Stufe 0 (= null) auf keine Automatisierung des Fahrzeugs hin. Im Umkehrschluss bedeutet die Stufe 0, dass ausschließlich nur der menschliche Fahrer für die Führung des Fahrzeugs sowie für daraus entstehenden Folgen verantwortlich ist. Das höchste Level ist die Stufe 5 (= fünf), welche die höchste Automatisierungsstufe ist bzw. durch ihre Vollautomatisierung letztlich den Fahrzeugen zum autonomen Fahren verhilft. Auf der Stufe 5 werden alle erfordernden Aufgaben zur Führung eines Fahrzeugs, unter Berücksichtigung der Verkehrsregel sowie Gewährleistung der Sicherheitsaspekte, von Fahrsystemen übernommen. Es wird somit kein menschlicher Fahrer zum Führen des Fahrzeugs benötigt. Zwischen der Stufe 0 und Stufe 5 befinden sich funktionell aufeinander aufbauende Levels. Die Zwischenstufen setzen aufgrund ihrer aufeinander aufbauenden Technik, stetig eine Interaktion zwischen Mensch und Maschine voraus. Das Maß in welchem Verhältnis sich der Mensch sowie die Maschine für das erfolgreiche Führen eines Fahrzeugs beteiligen muss, kann aus der Stufenanordnung entnommen werden. Umso höher die Stufe ist, desto geringer wird der menschliche Aufgabenbereich und die Maschine übernimmt demzufolge zunehmend die Aufgaben.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> vgl. *Hauer, F.*, On Scenario-Based Testing of Automated and Autonomous Driving Systems, 2021, S. 13.

<sup>5</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 13.



















	SAE Level	Name	Steering, acceleration, deceleration	Monitoring driving environment	Fallback performance of dynamic driving task	System capability (driving modes)
Human monitors environment	0	<b>No automation</b> the full-time performance by the human driver of all aspects of the dynamic driving task, even when enhanced by warning or intervention systems				
	1	<b>Driver assistance</b> the driving mode-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task.				Some driving modes
	2	<b>Partial automation</b> the driving mode-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the human driver perform all remaining aspects of the dynamic driving task				Some driving modes
Car monitors environment	3	<b>Conditional automation</b> the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the human driver will respond appropriately to a request to intervene				Some driving modes
	4	<b>High automation</b> the driving mode-specific performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task, even if a human driver does not respond appropriately to a request to intervene				Some driving modes
	5	<b>Full automation</b> the full-time performance by an automated driving system of all aspects of the dynamic driving task under all roadway and environmental conditions that can be managed by a human driver				All driving modes

Abbildung 1 Überblick Automatisierungsstufen 0-5<sup>6</sup>

### 2.3.1 Grundlagen Level 0

Level 0 des Automatisierungsgrades setzt die volle Anwesenheit sowie Handlung eines menschlichen Fahrers voraus. Dieser hat alle anfallenden Aufgaben zum Führen eines Fahrzeugs zu erledigen. Der Mensch ist trotz vorhandener Warn- oder Eingriffssysteme, weiterhin für die Beschleunigung und Abbremsung sowie Lenkmanöver zuständig. Hierbei wird die Fahrumgebung vom menschlichen Fahrer beobachtet und überwacht. Dies hat ebenfalls zur Folge, dass die Leistungsfähigkeit des Fahrzeugführers, für Ausweichmanöver bei dynamischen Fahraufgaben entscheidend ist.<sup>7,8</sup>

<sup>7</sup> vgl. *Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain*, 2021, S. 127.

<sup>8</sup> vgl. *International Transport Forum, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty*, 2015, S. 14.

### 2.3.2 Grundlagen Level 1

Level 1 des Automatisierungsgrades baut auf Level 0 auf, jedoch mit dem Zusatz das der menschliche Fahrer hinsichtlich der Lenkung oder dem Beschleunigen und Abbremsen des Fahrzeugs, durch Fahrerassistenzsysteme unterstützt wird. Anhand notwendiger Informationen, welche der Fahrumgebung entnommen werden, können solche Unterstützungen realisiert werden. Der Hauptakteur und somit verantwortlicher für unerwartete oder sonstig dynamische Fahraufgaben bleibt weiterhin der Mensch. Die Fahrumgebung muss noch immer vom Fahrer selbst beobachtet und überwacht werden.<sup>9,10</sup>

### 2.3.3 Grundlagen Level 2

Level 2 des Automatisierungsgrades baut auf Level 1 auf. Hierbei werden weiterhin Informationen aus der Fahrumgebung für ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme genutzt, um letztlich die Fahraufgaben wie das Lenken sowohl auch das Beschleunigen und Abbremsen des zu führenden Fahrzeugs zu übernehmen. Trotz den Informationen, welche vom Fahrzeug erfasst werden, wird vom Fahrer stets eine angemessene Handlungsfähigkeit, in unerwarteten oder sonstigen dynamischen Fahrsituationen erwartet. Demzufolge hat dieser die Fahrumgebung weiterhin zu überwachen.<sup>11, 12</sup>

### 2.3.4 Grundlagen Level 3

Level 3 des Automatisierungsgrades baut auf Level 2 auf. Verschiedene Fahrsysteme entnehmen der Fahrumgebung weiterhin notwendige Informationen. Anhand der entnommenen Informationen, sind die Fahrsysteme in der Position, die Fahrzeuge zu steuern. Dies bedeutet, dass in dieser Stufe sämtliche anfallenden Fahraufgaben sowie zusätzlich anfallende dynamische Fahraufgaben, von den Fahrsystemen ausgeführt werden können. Die Systeme beobachten und überwachen hierbei eigenständig die Fahrumgebung. Die Stufe verlangt jedoch, auf Aufforderung des Systems, ein Eingreifen des menschlichen Fahrers. Somit ist der Fahrer folglich verpflichtet, weiterhin die volle Aufmerksamkeit dem Fahrzeug zu widmen, um bei Notwendigkeit agieren zu können.<sup>13, 14</sup>

---

<sup>9</sup> vgl. *Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 127.*

<sup>10</sup> vgl. *International Transport Forum, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 14.*

<sup>11</sup> vgl. *Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 127.*

<sup>12</sup> vgl. *International Transport Forum, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 14.*

<sup>13</sup> vgl. *Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 127.*

<sup>14</sup> vgl. *International Transport Forum, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 14.*

### 2.3.5 Grundlagen Level 4

Level 4 des Automatisierungsgrades baut auf Level 3 auf. Sämtliche Fahraufgaben sowie die Längs- / Querbeschleunigung und auch dynamischen Fahraufgaben werden vollkommen von Fahrsystemen übernommen. Der Unterschied zur Vorstufe 3 ist es, dass hierzu nun dem Fahrer keine Aufforderungen zur Erfüllung notwendiger Aufgaben / Teilaufgaben gestellt werden bzw. selbst wenn diese gestellt und der Fahrer diese nicht Ordnungsgemäß erfüllen kann, würde dies das System zum Führen des Fahrzeugs nicht negativ beeinflussen. Das Fahrzeug ist somit in der Lage völlig autonom zu fahren selbst wenn der menschliche Fahrer schlafen würde. Das System wurde so ausgerichtet, dass dies nicht unter allen Fahrbedingungen funktionieren muss. Es handelt sich dabei ausschließlich für bestimmte Gebiete, welche begrenzt worden sind oder ebenfalls für bestimmte Szenarien. In jedem Fall muss das System jedoch bei Störungen oder sonstigen unerwarteten Szenarien und / oder Gebieten, in der Lage sein, das Fahrzeug möglichst sicher abstellen zu können bzw. das System sicher auszuklinken. <sup>15, 16</sup>

### 2.3.6 Grundlagen Level 5

Level 5 des Automatisierungsgrades baut sich auf Level 4 auf. Diese Stufe ist aktuell die höchste Automatisierungsstufe. Auf diesem Level sind Fahrzeuge anhand unterschiedlich vorhandenen Fahrsystemen etc. in der Lage, ein Fahrzeug völlig autonom zu führen. Der bedeutende Unterschied gegenüber Level 4 ist es, dass das führende Fahrzeug in allen Lebenslagen und unerwarteten Umständen weiterhin angemessen gesteuert werden kann. Jegliche Arten von dynamischen Fahraufgaben sowie Umgebungsbedingungen kann das System erkennen und die Führung entsprechend anpassen. Sämtliche Aufgaben, welche ein menschlicher Fahrer während dem Führen eines Fahrzeugs erledigt, kann ein Level 5 Fahrzeug ebenfalls erledigen. Diese Stufe ermöglicht fahrerlose Fahrzeuge. <sup>17, 18</sup>

## 2.4 Erscheinung der Levels in der realen Welt

Grundsätzlich baut sich jedes Level zwar auf dem vorherigen auf, jedoch kann dieselbe Funktion auf unterschiedlichen Levels ebenfalls eine abweichende Charakteristik entwickeln. Um das Vorkommen der Levels in der realen Welt möglichst deutlich darzustellen, werden reale umsetzbare Eigenschaften offengelegt.

---

<sup>15</sup> vgl. *Jaspers, H.*, Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 127.

<sup>16</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 14.

<sup>17</sup> vgl. *Jaspers, H.*, Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 127.

<sup>18</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 14.



### 2.4.1 Keine Automatisierung

Level 0 Fahrzeuge sind nicht automatisiert. Der Fahrer bewältigt alle Fahraufgaben eigenständig. Die einzigen potenziellen Unterstützungen erfolgen durch Warn- oder Eingriffssystemen. Eingriffssysteme der Stufe 0 sind grundlegende Fahrzeugsysteme, welche die Fähigkeit besitzen im jenseits der möglichen Handlungsfähigkeit des Menschen zu agieren.

Zu diesen gehören:

- *ABS Systeme*
- *ESC Systeme*
- *Notbremssysteme*

Vorhandene Warnsysteme unterstützen den menschlichen Fahrer bei dessen Entscheidungen bezüglich der Fahrzeugführung.

Zu diesen gehören:

- *Spurwechsel-Assistent*
- Der Spurwechsel-Assistent unterstützt und verhilft den Fahrer zum sicheren Spurwechsel. Das Fahrsystem überwacht die äußeren bzw. die rechte sowie linke Seite des Fahrzeugs sowie bis zu 50 Meter hinterm Fahrzeug, um mögliche Gefahren rechtzeitig zu erkennen und dem Fahrer zu signalisieren. Im Fall einer Gefahr wird der Fahrer, durch visuell blinkende Warnleuchten in den Außenspiegeln (siehe Abbildung 2), gewarnt.

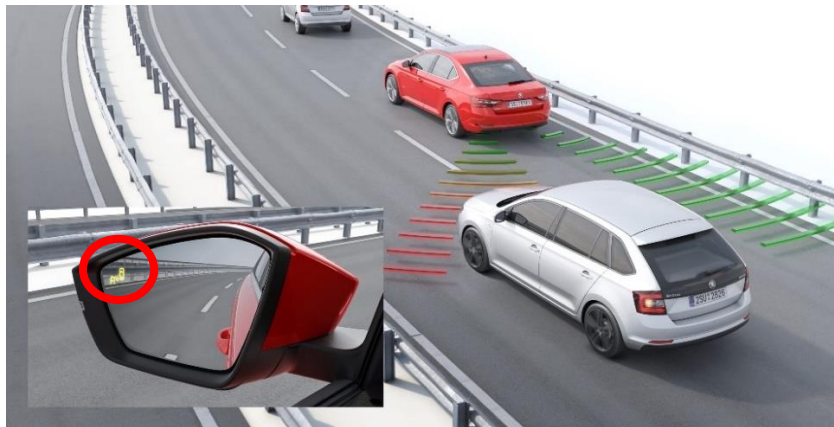


Abbildung 2 Darstellung Spurwechsel-Assistent<sup>19</sup>

<sup>19</sup> ZUKUNFT, A. d. D. M. D., Spurwechselassistent oder Side Assist, 2020.



- *Einparkhilfe*

→ Die Einparkhilfe wird anhand Ultraschallsensoren, welche sich meist in der Heck- sowohl Frontstoßstage befinden realisiert. Sie verhilft dem Fahrer indem sie die Entfernung, zwischen dem Fahrzeug und möglichen Hindernissen, feststellt. Die ermittelte Distanz wird entweder als akustisches oder visuelles Signal (siehe Abbildung 3) dargestellt.



Abbildung 3 Visuelle Darstellung Einparkhilfe<sup>20</sup>

- *Spurhaltewarnsystem*

→ Das Spurhaltewarnsystem trägt einen großen Beitrag zur Unfallreduzierung bei. Hierbei handelt es sich dabei, dass keine ungewollten Spurwechsel stattfinden. Sollte das Fahrsystem einen ungewollten Spurwechsel auf der Autobahn oder auch Hauptstraße erkennen, wird der Fahrer unverzüglich durch visuelle Signale (siehe Abbildung 4) oder auch durch haptische Signale am Lenkrad gewarnt.



Abbildung 4 Visuelle Darstellung Spurhalteassistent<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Automobile: Müller, AUTOWISSEN KOMPAKT: WAS IST PDC?, 2019.

<sup>21</sup> ZEITUNG, A., Spurhalteassistent im Auto, 2018.

- *Frontkollisionswarnung*

→ Der Frontkollisionswarner verwendet einen Radarsensor um den Abstand des vorausfahrenden Fahrzeugs zu ermitteln. Ist dieser Abstand bekannt und möglicherweise nicht ausreichend, warnt das System unverzüglich den Fahrer durch akustische oder visuelle Signale (siehe Abbildung 5). In überaus gefährlicheren Situationen, kann die Warnung durch einen Warruck der Bremsen geschehen. Das System arbeitet unabhängig von anderen Geschwindigkeits- oder Abstandsregelsystemen.<sup>22</sup>



Abbildung 5 Visuelle Darstellung Frontkollisionswarner<sup>23</sup>

## 2.4.2 Assistiertes Fahren

„Füße häufig nicht benötigt“<sup>24</sup>

Bei Level 1 Fahrzeugen ist ein assistiertes Fahren möglich. Die Ausführung der Längsbeschleunigung oder Querverführung in gewissen Grenzen geschieht mithilfe von assistierenden Systemen.<sup>25</sup>

Zu diesen gehören:

- *Adaptive Geschwindigkeitsregelung*

→ Die adaptive Geschwindigkeitsregelung, oftmals bekannt als „ACC“, erfüllt den Zweck der automatischen Abstandsregelung zum vorausfahrenden Fahrzeug. Dazu wird mit Beihilfe eines Abstandssensors der Abstand zum vorderen Fahrzeug ermittelt. Anschließend kann durch ein Multifunktionslenkrad oder den Lenkstockhebel, die bevorzugte Geschwindigkeit und der Zeitabstand vom Fahrer gesetzt werden. Das Fahrzeug hält bei Möglichkeit stets die gewünschte Geschwindigkeit oder passt diese nach automatischer Entschleunigung, bei Erfordernis zur Abstandseinhaltung zum vorausfahrenden Fahrzeug, wieder an (siehe Abbildung 6).

<sup>22</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 19.

<sup>23</sup> *t-online.*, Assistenzsysteme Opel Astra K, o.J.

<sup>24</sup> *Michael Botsch/Wolfgang Utschick*, Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020, S. 10.

<sup>25</sup> vgl. *Michael Botsch/Wolfgang Utschick*, Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020, S. 19.

- *Adaptive Geschwindigkeitsregelung mit Stop-and-Go Funktion*
- ➔ Die adaptive Geschwindigkeitsregelung mit der Stop-and-Go Funktion regelt, wie das herkömmliche ACC, die Geschwindigkeit im Zusammenspiel mit dem einzuhaltenden Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug. Der Unterschied liegt jedoch darin, dass der Geschwindigkeitsregelbereich bei diesem System zwischen 0-250 km/h liegt und somit ein automatisches Entschleunigen bis zum kompletten Stillstand sowie das automatische Anfahren und Beschleunigen möglich ist (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6 Darstellung Adaptive Geschwindigkeitsregelung<sup>26</sup>

- *Spurhalte-Assistent*
- ➔ Der Spurhalte-Assistent unterstützt den Fahrer bei der Einhaltung der Fahrbahn. Das System erkennt die Fahrbahnmarkierungen und berechnet anhand dessen die genaue Position des Fahrzeugs. Das System schaltet sich in der Regel ab einer Mindestgeschwindigkeit von 60 km/h automatisch ein. Sollte das Fahrzeug zum Fahrbahnrand neigen (siehe Abbildung 4), dann korrigiert das System im möglichen Maße den Lenkwinkel, um weiterhin möglichst mittig auf der Fahrbahn zu fahren. Fällt die Geschwindigkeit unter 60 km/h oder wenn das Eingreifen des System nicht ausreichen würde, wird der Fahrer durch ein vibrierendes Lenkrad aufmerksam gemacht, damit dieser selbst einen korrigierenden Eingriff durchführen kann.
- *Park-Assistent*
- ➔ Der Park-Assistent ermöglicht dem Fahrer das Ein- sowohl wieder Ausparken aus parallel oder auch Buchtparkplätzen. Der Fahrer muss lediglich das Gas- und Bremspedal betätigen. Das System errechnet automatisch die erforderlichen sowie auszuführenden Lenkwinkel, um möglichst Ideal einzuparken. Das System ermittelt selbstständig ob eine Parklücke

<sup>26</sup> KFZ.net, DISTRONIC Plus, o.J.

kompatibel ist und weist je nachdem die Startposition zu (siehe Abbildung 7). Der Fahrer besitzt durch die selbstauszuführende Be- und Entschleunigung weiterhin jegliche Kontrolle über das Fahrzeug.<sup>27</sup>



Abbildung 7 Darstellung Parkassistenten<sup>28</sup>

### 2.4.3 Teilautomatisiertes Fahren

*„Hände häufig nicht benötigt“*<sup>29</sup>

Level 2 Fahrzeuge führen, über eine bestimmte Dauer oder Situation, eigenständig die Längsbeschleunigung und die Querführung aus. Infolge der Funktionen bzw. Warn- und Assistenzsysteme aus vorherigen Levels zusammengeführt und weiterentwickelt wurden, ist auf dieser Stufe bereits teilweise in einigen Situationen beinahe ein autonomes Fahren möglich. Ein Beispiel wäre auf dieser Stufe eine autonome Fahrt auf der Autobahn, bei dieser die Spur sowie auch der Abstand und die Geschwindigkeit zum Vordermann gehalten werden, auch im Falle eines Staus. Außerplanmäßige Manöver sind jedoch nicht möglich wie bspw. das Überholen oder ähnliches.<sup>30</sup>

### 2.4.4 Hochautomatisiertes Fahren

*„Augen häufig nicht benötigt“*<sup>31</sup>

Level 3 Fahrzeuge können über eine bestimmte Dauer oder Situation, aufbauend aus Level 2, aktuell teilweise autonom auf den Autobahnen fahren. Hochautomatisierte Fahrzeuge sind jedoch in der Lage auch kritische Manöver wie Überholvorgänge auf der Autobahn zu bewältigen. Der Fahrer muss hierbei nicht mehr dauerhaft das Fahrzeug überwachen. Das Fahrzeug fordert jedoch in bestimmten Zeitintervallen den Fahrer zur Übermittlung seines vollen Daseins, anhand von kurzen

<sup>27</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 19.

<sup>28</sup> *wiesenthal*, PARKTRONIC & 360 Kamera, o.J.

<sup>29</sup> *Michael Botsch/Wolfgang Utschick*, Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020, S. 10.

<sup>30</sup> vgl. *Michael Botsch/Wolfgang Utschick*, Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020, S. 11.

<sup>31</sup> *Michael Botsch/Wolfgang Utschick*, Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020, S. 10.

Übernahmen kleiner Teilfahraufgaben. In bestimmten Situationen bzw. komplexen Fahraufgaben, wie das Führen durch Baustellen, wird der Fahrer zur Führung des Fahrzeugs aufgefordert.<sup>32</sup>

#### 2.4.5 Vollautomatisiertes Fahren

„Aufmerksamkeit häufig nicht benötigt“<sup>33</sup>

Level 4 Fahrzeuge können bei vordefinierten Anwendungsfällen, vollständig sämtliche anfallenden Fahraufgaben übernehmen. Somit können im Gegensatz zu den Vorstufen, zusätzlich zur Autobahn ebenfalls Landstraßen und ein Großteil der Stadtfahrten ausschließlich autonom befahren werden. Realisiert wurde auf Level 4 auch das „Automated Valet Parking“ (AVP), der autonome Parkservice indem der Fahrer sich nicht im Fahrzeug befinden muss.<sup>34</sup>

#### 2.4.6 Autonomes Fahren

„Fahrer nicht benötigt“<sup>35</sup>

Bei Level 5 Fahrzeugen ist der ehemals Fahrer nur noch ein Passagier und das Fahrzeug kann alle Arten von Fahraufgaben und somit jedes beliebige Ziel ohne Fahrer bzw. jegliche Insassen erreichen.<sup>36</sup>

### 2.5 Technische Struktur

Grundlegend funktionieren automatisierte Fahrsysteme verschiedener Levels nach demselben Grundprinzip, und zwar aus dem Zusammenspiel vorprogrammierter Verhalten und ermittelter Umgebungsinformationen. Letzteres ist von höherer Bedeutung, da dies die Voraussetzung zur potenziellen Ausführen festsetzt. Das automatisierte Fahrzeug muss dazu weitestgehend alle Informationen, welche die Fahrumgebung bietet, aufnehmen. Das System des Fahrzeugs muss letztlich seine Umgebung mindestens so präzise wie ein Mensch wahrnehmen. Um ein klares Bild über die Umgebung des zu führenden Fahrzeugs zu bekommen, werden verschiedene Methoden angewendet. Es werden einerseits Informationen durch die Fahrzeugausrüstung ermöglicht. Zur Fahrzeugausrüstung gehören eine Vielzahl diverser Sensoren. Im Zuge dessen werden klassisch physische Infrastrukturen ebenfalls unvermeidbar. Die physisch-digitalen- sowie rein digitalen Infrastrukturen ergänzen die übrigen Anforderungen zur Informationsbeschaffung. Von der Fahrzeugumgebung, welche höchstgenau durch die Technologien erfasst wird, hängt die zu treffende Entscheidung ab. Jedes Verhalten sowie Manöver wird im Voraus für bestimmte Szenarien vorprogrammiert bzw. unter Berücksichtigung sämtlicher dazugehörigen Folgen festgelegt. Zu

---

<sup>32</sup> vgl. Michael Botsch/Wolfgang Utschick, *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren*, 2020, S. 11.

<sup>33</sup> Michael Botsch/Wolfgang Utschick, *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren*, 2020, S. 10.

<sup>34</sup> vgl. Michael Botsch/Wolfgang Utschick, *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren*, 2020, S. 11.

<sup>35</sup> Michael Botsch/Wolfgang Utschick, *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren*, 2020, S. 10.

<sup>36</sup> vgl. Michael Botsch/Wolfgang Utschick, *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren*, 2020, S. 11.

verdeutlichen ist, dass umso höher der Automatisierungsgrad bzw. das Level ist, die Bedeutung der Sensoren steigt. Die Sensoren tragen die deutliche Mehrheit zur Umgebungsinformation bei. Diese Informationen werden ebenfalls bei aufsteigender Automatisierungsstufe relevanter, bezüglich der steigenden Menge an benötigten Informationen. Der Aufstieg der Level hat schließlich zur Folge, dass mögliche korrigierende Eingriffe durch den menschlichen Fahrer abnehmen und schließlich vollkommen verschwinden. Im Umkehrschluss deutet das geringere Interagieren des menschlichen Fahrers auf eine umso höhere Erfordernis potenzieller Umgebungsinformationen hin, welche von verschiedenen Sensoren zu erfassen gilt.<sup>37, 38</sup>

### 2.5.1 Technische Voraussetzungen

Die Erfassung der Fahrzeugumgebung für die Fahrsysteme zur Realisierung des autonomen Fahrens geschieht grundlegend mithilfe einer Reihe von Sensoren, HD-Maps und GNSS-data.

Die HD-Maps (=Hochauflösende Straßenkarten) und die GNSS-data (=Globales Navigationssatellitensystem) dienen zur exakten Lokalisierung des Fahrzeugstandorts.

Die Sensoren:

- *Kameras*
- *LiDAR (=Lichterkennung und Entfernungsmessung)*
- *Radar (=Funkerkennung und Entfernungsmessung)*
- *USS (Ultraschallsensoren)*

dienen zur Wahrnehmung von anderen Verkehrsteilnehmern, Verkehrszeichen / Objekte sowie sonstig visuell aufgreifbares der Fahrzeugumgebung.<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> vgl. *International Transport Forum*, Safer Roads with Automated Vehicles? , 2018, S. 21.

<sup>38</sup> vgl. *International Transport Forum*, Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015, S. 11.

<sup>39</sup> vgl. *Jaspers, H.*, Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 2.



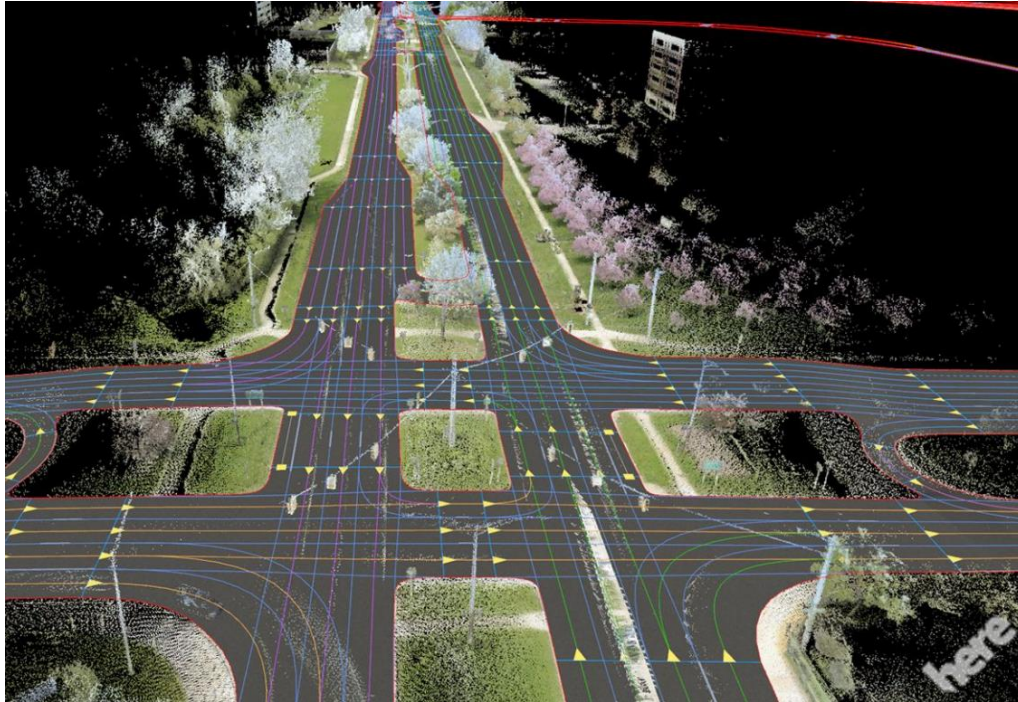


Abbildung 8 HD-Map<sup>40</sup>

In Abbildung 2 wird eine HD-Map dargestellt, wie diese auch zur Unterstützung der Fahrsysteme dient. Die Erstellung solcher Map ist überaus Zeitaufwendig sowie vor allem Kostenintensiv. Die hohen Aufwände entstehen durch die erfordernden detaillierten Informationen welche die Karten aufzubringen haben, wie bspw. genaue Details über Straßen, Schilder, Straßenmarkierungen und ähnliches. Im Fall einer Änderung der Umgebung, müssen die HD-Maps für die entsprechend veränderten Gebiete aktualisiert werden, damit diese stets auf dem neusten Stand sind. Ausschließlich auf dem aktuellsten Stand ist die Map in der Lage relevante Fahrsysteme autonomer Fahrzeuge zu unterstützen. Dadurch wird es den selbstfahrenden Fahrzeugen ermöglicht, zentimetergenau sich zu lokalisieren während die GNSS-Daten für die generellere globale Lokalisierung dient.<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> *Jaspers, H.*, Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 2.

<sup>41</sup> vgl. *Jaspers, H.*, Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 2.

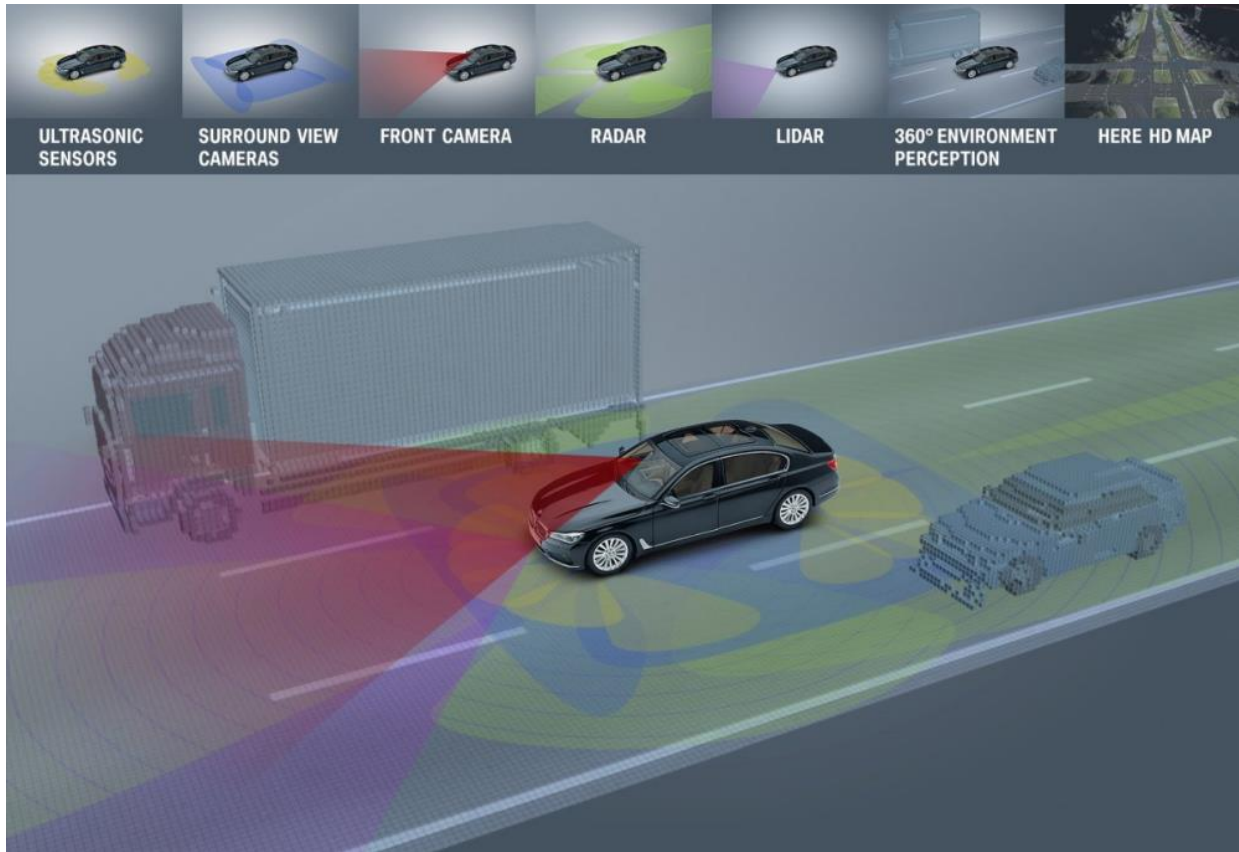


Abbildung 9 Fahrzeugausrüstung (Sensoren)<sup>42</sup>

In Abbildung 3 wird die Fahrzeugausrüstung bzw. das gemeinsame agieren der verschiedenen Sensoren untereinander, eines autonomen Fahrzeugs dargestellt. Visuell wird die Technik verdeutlicht dargestellt, auf welche Art autonome Fahrzeuge ihre Fahrumgebung wahrnehmen. Jede Sensorik erfüllt eine unterschiedliche Aufgabe. Die Kamera fungiert als passiver Sensor, welches das von der Umgebung reflektierte Licht aufnimmt und anhand dessen Bilder im bekannten und einsehbarem Lichtspektrum darstellt. Demzufolge eignet sich dies Ideal um visuell relevante Objekte der Umgebung wahrzunehmen wie z.B. Straßenschilder oder Ampeln. Bei der Erfassung der Bilder gehen zwangsläufig die Tiefeninformationen verloren, welche bei Notwendigkeit rekonstruiert werden müssen. Dieses kann bspw. über modellbasierendem Wissen und Bewegungen von mehreren Bildern stattfinden. Außerdem relevante Sensoren sind die aktiven Sensoren LiDAR, Radar und USS. Im Vergleich zur Kamera sind dies aktive Sensoren. Sie senden Signale und empfangen das Echo, welches ausgewertet wird. LiDAR und Radar senden und empfangen elektromagnetische Strahlungen, während USS dessen versendeten Schall empfängt und verarbeitet. LiDAR sowie USS sind zuständig zur Messung der Position und das Radar dient zur Ermittlung der Umgebungsgeschwindigkeit.<sup>43</sup>

<sup>42</sup> Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 2.

<sup>43</sup> vgl. Jaspers, H., Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021, S. 2.



## 2.5.2 Struktur der Informationsverarbeitung

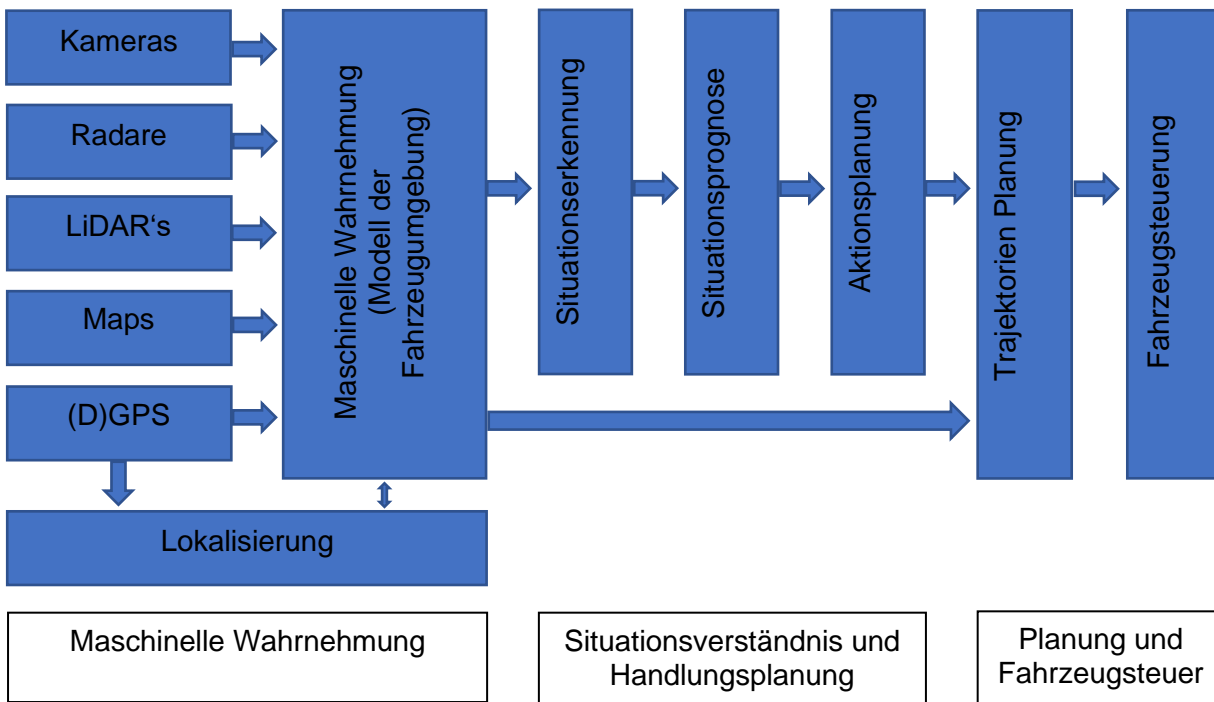


Abbildung 10 Aufbau Informationsfluss<sup>44</sup>

Die notwendigen Ausführungen von Aufgaben, in paralleler sowie bestimmter Abfolge für autonome Fahrzeuge, werden durch eine strukturierte Übersicht dargestellt (siehe Abbildung 10). Das Ziel ist die erfolgreiche Darstellung einer dynamischen Fahrzeugumgebung, in der ebenfalls das eigene Fahrzeug sowie auch weitere relevante Verkehrsteilnehmer ersichtlich werden. Die dynamische Darstellung muss außerdem alle notwendigen Infrastrukturelemente wie Ampeln und Verkehrszeichen enthalten. Strukturierende Elemente wie die Fahrbahnmarkierung zur Differenzierung von Nutz- und Sperrflächen, Verkehrsinseln, Bordsteine und Fußgängerüberwege sind ebenfalls erforderlich.<sup>45</sup>

## 2.6 Motivation für autonome Fahrzeuge

Die Technologie hinter dem autonomen Fahren wird teilweise als „disruptive“ bezeichnet, angesichts potenziellen sowie möglicherweise zu erwartenden Auswirkungen auf die Gesellschaft. Der erste zu erreichende Meilenstein ist jedoch bereits bekannt, und zwar die vollständige Automatisierung motorisierter Fahrzeuge. Sobald dies realisiert ist folgt schließlich das eigentliche Ziel. Die autonomen Autos sollen ohne Fahrer oder deren Eingriffe in der Lage sein, sich problemlos durch den alltäglichen Verkehrschaos zu manövrieren. Die deutsche Bundesregierung stellt bereits hohe Erwartungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit sowie Emissionsreduzierung an. Die

<sup>44</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Predicting of Machine Perception for Automated Driving, 2015, S. 408, eigene Darstellung.

<sup>45</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Predicting of Machine Perception for Automated Driving, 2015, S. 407-408.

Verkehrssicherheit soll durch das Beseitigen bislang bekannter Probleme in der Automobilindustrie, wie Staus und Unfälle, gesteigert werden. Diese sollen durch einen verbesserten Verkehrsfluss sowie die Miteinbeziehung technischer Hilfssystemen erreicht werden. Ein verbesserter Verkehrsfluss bringt das Potenzial mit sich, die bestehenden Straßen mit weiteren motorisierten Verkehrsmitteln auszulasten. Die Emissionen sollten nach der Theorie, bei einem effizient fließenden Verkehr, ebenfalls reduziert werden können, vor allem durch die Minimierung vieler Stop-and-Go's.<sup>46</sup>

### 2.6.1 Risiken

*„Unter Risiko wird eine Kombination aus der Auftrittswahrscheinlichkeit und der Schwere eines Personenschadens verstanden.“<sup>47</sup>*

Die Automatisierung zum autonomen Fahrzeug stellt zugleich eine stetige Herausforderung dar, um existierende Risiken zu bewältigen. Ein in vielen Bereichen bekanntes, jedoch bestehendes Risiko ist der Ausfall von Hardwarekomponenten. Die Auftrittswahrscheinlichkeit solch eines Ausfalls liegt bei autonomen Fahrzeugen ähnlich hoch wie bei Serienfahrzeugen. Der Grund dafür liegt einerseits darin, dass rein Hardwareseitig sich autonome Fahrzeuge nicht in großem Maß gegenüber aktuellen Fahrzeugen unterscheiden. Der entscheidendere Risikofaktor liegt an der Ausfallrate technischer sowie elektronischer Bauteile. Für autonome Fahrzeuge werden deutlich mehr elektronische Bauteile benötigt. Einige moderne Serienfahrzeuge erreichen jedoch ebenfalls eine sehr hohe Rate an verbauten elektronischen Bauteilen. Der Unterschied liegt darin, dass bei selber Ausfallrate der Bauteile die Auswirkung bzw. Schwere eines potenziellen Personenschadens bei autonomen Fahrzeugen deutlich höher ist. Autonome Fahrzeuge sind auf die volle Funktion der Systeme bzw. elektronischer Bauteile angewiesen, auch wenn Sicherheitsmodi vorhanden sind.<sup>48</sup>

## 2.7 Rechtliche Aspekte

Parallel zur forcierenden Forschung und Entwicklung, in Bezug des automatisierten sowie autonomen Fahrens, muss stets die gesetzliche Ebene berücksichtigt werden. Gesetze des automatisierten und autonomen Fahrens schließen das Straßenverkehrsgesetz (StVG) sowie das Pflichtversicherungsgesetz (PflVG) mit ein.<sup>49</sup>

### 2.7.1 Gesetzgebung hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge

Für hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge bleibt der menschliche Fahrzeugführer der Verantwortliche, auch wenn er das Fahrzeug aktuell nicht eigenhändig „steuert“.

---

<sup>46</sup> vgl. Göde, B., Keeping Autonomous Driving Alive, 2020, S. 9.

<sup>47</sup> Maurer, M. u.a., Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, 2015, S. 491.

<sup>48</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Entwicklungs- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken, 2015, S. 611-633.

<sup>49</sup> vgl. Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

Der § 1b StVG fordert:<sup>50</sup>

*„(1) Der Fahrzeugführer darf sich während der Fahrzeugführung mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktionen gemäß § 1a vom Verkehrsgeschehen und der Fahrzeugsteuerung abwenden; dabei muss er derart wahrnehmungsbereit bleiben, dass er seiner Pflicht nach Abs. 2 jederzeit nachkommen kann.“<sup>51</sup>*

*„(2) Der Fahrzeugführer ist verpflichtet, die Fahrzeugsteuerung unverzüglich wieder zu übernehmen,*  
*1. wenn das hoch- oder vollautomatisierte System ihn dazu auffordert oder*  
*2. wenn er erkennt oder aufgrund offensichtlicher Umstände erkennen muss, dass die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Verwendung der hoch- oder vollautomatisierten Fahrfunktionen nicht mehr vorliegen.“<sup>52</sup>*

Durch das Gesetz wird die Freiheit welche die Fahrsysteme bieten erlaubt und akzeptiert, jedoch nur bis zu einer bestimmten Grenze, da der fahrzeugführende Mensch letztendlich der Verantwortliche bleibt und jederzeit in der Lage sein muss, das Fahrzeug zu übersteuern. Im Falle von möglichen Verletzung der Straßenverkehrsregeln, müssen die Fahrzeuge sich selbstständig in einen sicheren Zustand versetzen können.<sup>53</sup>

### 2.7.2 Gesetzgebung autonomer Fahrzeuge

Bei der Gesetzeslage für autonome Fahrzeuge werden Beteiligten die Rolle der „technischen Aufsicht“ zugewiesen. Diese setzt die Freischaltung verschiedener sowie notwendiger Manöver durch bislang unerwarteter / unbekannter Situationen voraus.

Der § 1 f Abs. 2 StVG fordert: <sup>54</sup>

*„1. ein alternatives Fahrmanöver ... zu bewerten und das Kfz hierfür freizuschalten, sobald ihr ein solches optisch, akustisch oder sonst wahrnehmbar durch das Fahrzeugsystem angezeigt wird, die vom Fahrzeugsystem bereitgestellten Daten ihr eine Beurteilung der Situation ermöglichen und die Durchführung des alternativen Fahrmanövers nicht die Verkehrssicherheit gefährdet,*  
*2. die autonome Fahrfunktion unverzüglich zu deaktivieren, sobald die optisch, akustisch oder sonst wahrnehmbar durch das Fahrzeugsystem angezeigt wird, ...*

---

<sup>50</sup> vgl. Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>51</sup> Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>52</sup> Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>53</sup> vgl. Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>54</sup> vgl. Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

3. unverzüglich Kontakt mit den Insassen des Kfz herzustellen und die zur Verkehrssicherung notwendigen Maßnahmen einzuleiten, wenn das Fahrzeug in den risikominimalen Zustand versetzt wird ...“<sup>55</sup>

Durch das Gesetz wird die „technische Aufsicht“ verpflichtet, alternative Fahrmanöver zu bewerten und freizugeben im Fall, dass das autonome Fahrzeug mittels Eigenwissen nicht weiter kommt. Im Notfall muss die technische Aufsicht selbst die Führung übernehmen. Verdeutlicht wird ebenfalls, dass für die „Technische Aufsicht“ bzw. für die Person, ebenfalls eine Haftpflichtversicherung erforderlich ist.<sup>56</sup>

## 2.8 Ethische Aspekte

Die ethische Ebene gewinnt stetig weiter an Bedeutung, auch wenn diese nicht im direkten Wege zur erfolgreichen Realisierung dient. Dabei werden Handlungsoptionen, welche stets für die optimale bzw. bestmögliche Entscheidung verhelfen sollen, auf ethischer Sicht diskutiert. Dabei werden auf „Dilemma-Situationen“ eingegangen. Zu solchen Dilemma-Situationen kommt es, wenn ein Unfall bzw. die Verkehrssituation, mindestens einen Personenschaden garantiert. In dem Fall muss das Fahrsystem in kürzester Zeit eine Handlungsentscheidung treffen, welche den Personenschaden so gering wie möglich hält, da die Möglichkeit auf die vollständige Vermeidung bereits ausgeschlossen wurde. Ebenfalls zu beachten sind potenzielle Sachschäden oder auch Gesetzesverstöße, jedoch werden diese in solchen Fällen deutlich geringer priorisiert. Demnach stellen sich verschiedenen mögliche Handlungsentscheidungen für eine und dieselbe Gefahrensituation dar (siehe Abbildung 11).<sup>57</sup>

**Situation 1** in Abbildung 11, stellt eine Gefahrensituation dar, welche Unfallfrei gelöst werden kann. Das autonome Fahrzeug befindet sich auf der geplanten zu fahrenden Fahrbahn ohne entgegenkommenden Gegenverkehr. Die Gefahrensituation entsteht durch das unerwartete Eintreten des Fußgängers. Dieser erscheint unvorhersehbar aus einer Zwischenlücke der geparkten Fahrzeuge am rechten Straßenrand. In solcher Situation gibt es folgende Optionen

*Option 1:* Das Fahrzeug hält notgedrungen an und es entsteht kein Personenschaden sowie Sachschäden oder Gesetzesverstöße. Sollte jedoch ein Bremsmanöver nicht ausreichend, so ergibt sich Option 2.

*Option 2:* Das Fahrzeug lenkt in den Gegenverkehr und verhindert einen Personenschaden, dabei wird ebenfalls durch das Überfahren der durchgezogenen Fahrbahnlinie die StVO verletzt.

---

<sup>55</sup> Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>56</sup> vgl. Dr. Michael, L., Die Zukunft der Mobilität, 2022.

<sup>57</sup> vgl. Maurer, M. u.a., Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, 2015, S. 507.

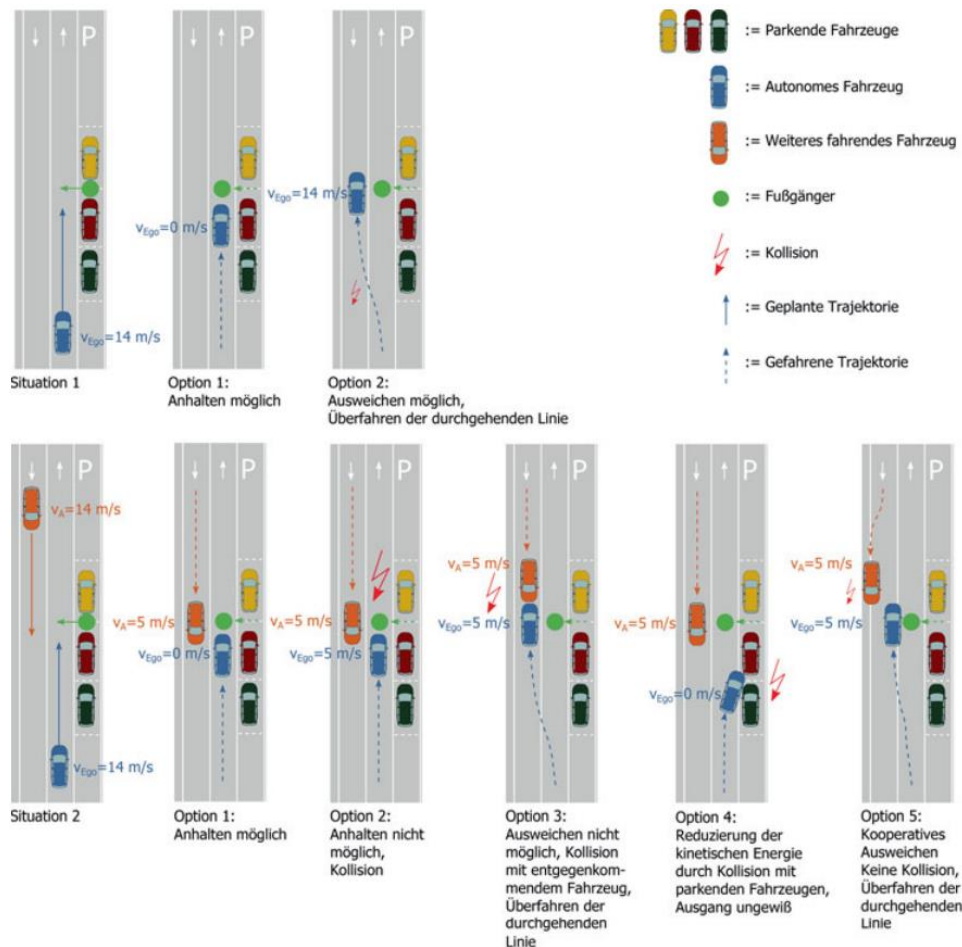


Abbildung 11 Dilemma-Verkehrssituation<sup>58</sup>

**Situation 2** in Abbildung 11, stellt jedoch eine Gefahrensituation dar, bei der die Vermeidung eines entstehenden Personenschaden (eventuell) nicht möglich ist. Die Gefahrensituation ist dieselbe wie in Situation 1, jedoch mit dem Zusatz des entgegenkommenden Verkehrs. Hier muss zwischen verschiedenen Handlungsoptionen entschieden werden, um den möglichst geringsten Personenschaden zu bewahren. Dazu stellen sich folgende Optionen

*Option 1:* Das Fahrzeug hält notgedrungen an und verhindert einen Personenschaden wenn möglich. Sollte dies nicht möglich sein, entsteht eine Dilemma-Situation.

*Option 2:* Hierbei findet eine Kollision mit dem Fußgänger statt, welche zu schwerliegenden Verletzungen dessen führen kann.

*Option 3:* Das autonome Fahrzeug weicht über die durchgezogene Fahrbahnlinie auf den entgegenkommenden Verkehr aus. Es entsteht eine Kollision mit dem Gegenverkehr, jedoch kann der Fußgänger trotzdem verletzt werden. Dabei wird die StVO verletzt.

*Option 4:* Um die Geschwindigkeit zu reduzieren sowie den Aufprallort zu verlegen, wird mit den parkenden Fahrzeugen auf der rechten Fahrbahnseite kollidiert. Hierbei ist jedoch fragwürdig, ob der Fußgänger tatsächlich unverletzt bleibt.

<sup>58</sup> Maurer, M. u.a., Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, 2015, S. 508.

*Option 5:* Dies zeigt einen möglichen Lösungsansatz auf, welche die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation voraussetzt. Hierbei kommuniziert das autonome Fahrzeug mit dem entgegenkommenden Fahrzeug. Somit könnte das entgegenkommende Fahrzeug auf dessen rechten Fahrbahnstreifen auffahren und das autonome Fahrzeug könnte sich zwischen dem Fahrzeug des Gegenverkehrs sowie den Fußgänger durchmanövrieren. Beide Fahrzeuge würden durch das Überfahren der durchgezogenen Fahrbahnlinie die StVO verletzen. Jedoch stellt diese Option die Kommunikationsfähigkeit aller verkehrsteilnehmenden Fahrzeuge dar, welches sich nicht garantieren lassen würde. Demzufolge müssen die Systeme auch ohne Kommunikation im Betrieb auskommen können.<sup>59</sup>

---

<sup>59</sup> vgl. *Maurer, M. u.a.*, Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, 2015, S. 508-509.

### 3. Personenverkehr / Personentransport

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Personenverkehr bzw. dessen Funktion sowie Nutzen. Der Personenverkehr stützt sich zumal durch die Mobilität sowie die dafür verwendeten Verkehrsmittel. Diese gepaart stellen den entsprechenden Personenverkehr dar. Demnach werden Begriffserklärungen zur Mobilität sowie zum Verkehr bzw. Verkehrsmittel erforderlich. Vorab, der Personentransport / Personenbeförderung stellt den grundsätzlichen Nutzen dar, Menschen bzw. Personen von einem Standort (Startpunkt) zum angestrebten Standort (Zielort) zu transportieren. Das Gepäck der reisenden Person wird ebenfalls berücksichtigt und mittransportiert. Dieser Prozess geschieht stets unter gesetzlichen Auflagen, welche die Sicherheit der Fahrgäste gewährleisten soll, um mögliche Risiken zu minimieren.<sup>60, 61</sup>

#### 3.1 Mobilität und Verkehr

Verdeutlicht wird die Wichtigkeit der beiden Begriffe im Zusammenhang. Zu Beginn der achtziger Jahre war dies noch nicht Fall, da zumal noch keine Relevanz bestand die Begriffe auf solcher Art in Verbindung zu bringen. Heutzutage werden beide Wörter nahezu immer als Synonyme aufgefasst. Selbst wenn die Begriffe durch ihre intensive Beziehung oftmals von der Gesellschaft als gleichsinnig gedeutet werden, ist dies in diesem Sinne nicht korrekt. Die Mobilität dient nicht nur dem Verkehr, eher wird der Verkehr von der Mobilität überdacht und ist eine bedeutende Ausdrucksform von dessen.<sup>62</sup>

#### 3.2 Begriffserklärung – Mobilität

Die Bezeichnung Mobilität (lat. Beweglichkeit) übermittelt viele verschiedene Bedeutungen, jedoch werden darunter wesentlich drei Kategorien priorisiert und hervorgehoben.<sup>63</sup>

Eine verbreitete Definition der Mobilität befasst sich mit den „*Prozessen des sozialen Aufstiegs, Wohnungswechsel sowie Migration*“. Demnach wurde zu Beginn (sechziger Jahre) unter der Bezeichnung Mobilität ausschließlich die Statistik bezüglich der Häufigkeit des Wechsels eines Wohnsitzes unter Betracht gezogen. Ein Jahrzehnt später wurde dies durch Bezeichnungen wie Beweglichkeit und Bevölkerungswanderung erweitert. Infolgedessen konnte die (geistige) Beweglichkeit, die Beweglichkeit von bestimmten Personen oder Gruppen binnen der Gesellschaftsschichten zusätzlich von der Bezeichnung Mobilität überdacht werden.<sup>64</sup>

Als eine weitere Definition wird das „*möglichkeitserweiternde Moment*“ genutzt. Dieses bietet die Möglichkeit zur tatsächlichen Beweglichkeit, welche im gewissen Maß eine bestimmte

<sup>60</sup> vgl. *Lötscher, L./Mayer, O./Monheim, R.*, Mobilität und Verkehrsmittelwahl, 2001, S. 58.

<sup>61</sup> vgl. *Schnieder, L.*, Strategisches Management von Fahrzeugflotten im öffentlichen Personenverkehr: Begriffe, Ziele, Aufgaben, Methoden, 2018, S. 20.

<sup>62</sup> vgl. *Schopf, J. M.*, Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 3.

<sup>63</sup> vgl. *Schopf, J. M.*, Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 4.

<sup>64</sup> vgl. *Schopf, J. M.*, Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 4.



Unabhängigkeit für Räumlichkeiten mit existierenden Beschränkungen erzielen können. Es entsteht das Potenzial, welches das fast vollständige Beherrschen eines Raumes anbietet. Der Begriff „Möglichkeitsraumes“, führt mit seiner Neueinführung den Übergang zwischen sozialer und räumlicher Mobilität.<sup>65</sup>

Die letzte und bekanntere Definitionsart befindet sich hinter dem „*Prozess der räumlichen Bewegung von Personen und Gütern*“. Festgesetzt wird dieser Prozess durch eine anhaltende sowie gleichbleibend wiederholende Aktivität, welche letztlich als Teil des alltäglichen Tagesablauf mitwirkt. Infolgedessen ergibt sich eine relevante Beziehung zwischen der Mobilität und Verkehrswelt. Beide Begrifflichkeiten werden gepaart als Verkehrsmobilität beschrieben. Unter diesem verstehen sich sämtliche Fußwege sowie Personenfahrten mit Verkehrsmittel binnen 24 Stunden, also einem (Werk-)Tag.<sup>66</sup>

### 3.3 Begriffserklärung – Verkehr

Der Begriff Verkehr dient an erster Stelle um sämtliche Abläufe, welche nicht nur zur Ortsveränderung von physischen Gegenständen, sondern ebenfalls zur notwendigen Maßnahmen zur Raumüberwindung erforderlich sind, aufzugreifen. Mitinbegriffen ist der Austausch bzw. Verkehr von sozialen Kontakten, wirtschaftlicher Leistungen sowie Güter, völlig unabhängig in welche Form dies geschieht. Speziell umfasst diese vor allem jegliche Arten der Raumüberwindung durch Verkehrsmittel/-wegen, welche aus wirtschaftlicher Sicht angetrieben werden. Zu diesen gehören die Transportierung von Personen, Gütern oder Nachrichten über das Wasser, dem Lande oder der Luft.<sup>67</sup>

#### 3.3.1 Grundlagen Verkehrsmittelarten

Bereits in den sechziger Jahren entsteht die Definition für „Verkehrsmittel“. Grundlegend werden Verkehrsmittel in Hauptgruppen wie Land-, Wasser- und Luftverkehrsmittel sowie Nachrichtenübermittlungsmittel unterteilt. Die Unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der zu bewältigenden Verkehrswege sowie die erfordernde Leistung zwecks Nutzvorbahens (Tragfähigkeit, Raumkapazität etc.) führen zur Variationen der Verkehrswahl. Eine Aufzeigung von allen möglichen Verkehrsmittel soll zur übersichtlichen Veranschaulichung dienen.<sup>68</sup>

---

<sup>65</sup> vgl. Schopf, J. M., Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 4-5.

<sup>66</sup> vgl. Schopf, J. M., Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 5.

<sup>67</sup> vgl. Schopf, J. M., Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001, S. 6.

<sup>68</sup> vgl. Pfaffenbichler, P. C., Verkehrsmittel und Strukturen 2001, S. 35.



Potenzielle Verkehrsmittel basierend für entsprechende Verkehrswege:

- *Verkehrsmittel der Straße*
  - ➔ Fahrrad; Pferdefuhrwerk; Kraftfahrzeuge aller Art; Menschen (zwecks als Nachrichtenübermittler (Bote) oder Lastträger)
  
- *Verkehrsmittel der Schiene*
  - ➔ Schienenbahnen
  
- *Verkehrsmittel der Schifffahrt*
  - ➔ Fähren
  
- *Luftverkehr*
  - ➔ Flugzeuge
  
- *Leitungen*
  - ➔ Zum Gütertransport: Röhrenweg (Pipelines); zur Nachrichtenübermittlung: Telefon, Telegrafentelegraphenleitungen, Rohrpost, Funk, Fernseher

Für jeden Verkehrsweg existiert mindestens ein potenzielles Verkehrsmittel.<sup>69</sup>

### 3.4 Grundlagen relevanter Verkehrsmittel

Die Existenzen verschiedener Verkehrsmittel führen dazu, dass grundlegende Erläuterungen notwendig werden. Folglich werden nun in dieser Arbeit ausschließlich auf Verkehrsmittel eingegangen, welche für diese Arbeit tatsächlich von Relevanz sind bzw. sein können. Dies bedeutet, dass ausschließlich Verkehrsmittel miteinbezogen werden die mittels der Automatisierungsstufen unterstützt / optimiert oder autonom gestaltet werden können, soweit dies im realitätsgetreuen Rahmen bleibt. Demzufolge werden auf Verkehrsmittel wie Fahrräder (verschiedener Arten) und Kraftfahrzeuge eingegangen. Darüber hinaus werden diese im späteren Verlauf der Arbeit ebenfalls eingegrenzt, sodass der Personentransport weiterhin im Vordergrund bleibt.

---

<sup>69</sup> vgl. Pfaffenbichler, P. C., Verkehrsmittel und Strukturen 2001, S. 35-36.

### 3.4.1 Fahrräder

Fahrräder gehören zu den Verkehrsmittel der Straßen. Vor allem fallen sie unter den Individualverkehr. Dies bedeutet, unabhängig von öffentlichen Verkehrsmittel zu sein sowie eine völlig eigenständige Fortbewegung. So ist das klassische Fahrrad bislang weitverbreitet. Als Fahrräder werden sämtliche Fahrzeuge bezeichnet, welche mindestens zwei Räder aufweisen und deren Antrieb nicht motorisiert ist. Der Vortrieb wird durch die Muskelkraft der führenden Person erzeugt, meist anhand Pedalen oder Handkurbeln. Über die Jahre wurden die klassischen Fahrräder weiterentwickelt und erreichten eine neue technische Ebene. Dies führte letztlich zu Elektrofahrrädern. Die Elektrofahrräder sind im Grunde Hybridfahrräder, welche durch Elektromotoren den Antrieb unterstützen. Die Elektrofahrräder werden in drei Kategorien aufgeteilt. Der Vorreiter war das Pedelec, welche im Wesentlichen den Fahrer unterstützen, wenn dieser in die Pedale tritt. Somit ist eine maximale Fahrtgeschwindigkeit von bis zu 25 km/h mithilfe eines 250 W starken Elektromotor erreichbar. Neben dem Pedelec gibt es das S-Pedelec und bedeutet schnelles Pedelec. Dieses bietet in der Regel einen mindestens 500 W starken Elektromotor, welches für eine Fahrgeschwindigkeit von bis zu 45 km/h genügt. Diese Art gilt jedoch als Kleinkraftrad und erfordert dementsprechend einen gültigen Führerschein dafür. Zusätzlich zum Führerschein wird ein Versicherungskennzeichen (Haftpflichtversicherung) erforderlich. Als drittes gibt es das E-Bike, welches ähnliche Leistungen wie das S-Pedelec aufbringt, jedoch mit dem unterschied das hierbei der Fahrer nicht in die Pedale treten muss. Für das S-Pedelec und E-Bike greift die geeignete Helmpflicht ein.<sup>70, 71, 72</sup>

### 3.4.2 Kraftfahrzeuge

Kraftfahrzeuge sind Verkehrsmittel der Straße. Sie werden für den Personen- oder Gütertransport eingesetzt. Kraftfahrzeug ist der Oberbegriff für dessen verschiedenen Arten. Es werden zwischen Personenkraftwagen, Lastkraftwagen, Omnibussen sowie Zweiräder unterschieden. Allerdings haben diese gewisse Kriterien zu erfüllen, um als Kraftfahrzeuge anerkannt zu werden. Der Antrieb hierbei muss rein maschinell realisiert werden und spielt dabei keine Rolle ob dies mithilfe eines Verbrennungs- oder Elektromotors geschieht. Dabei ist ebenfalls relevant, dass das jeweilige Kraftfahrzeug nicht schienengebunden sein darf und somit ungebunden sowie flexible in seiner Fahrtstrecke ist. Zweiräder, Personenkraftwagen und Omnibusse dienen letztlich zur Personenbeförderung, während Lastkraftwagen dem Gütertransport dienen.<sup>73, 74</sup>

---

<sup>70</sup> vgl. *Krause, W.*, Das Fahrrad—ein alltägliches Verkehrsmittel?, 2006, S. 86.

<sup>71</sup> vgl. *Majer, O.*, Modellbasierte Entwicklung eines aktiven Sicherheitssystems für elektrifizierte Fahrräder, 2018.

<sup>72</sup> vgl. *Scaramuzza, G./Clausen, N.*, Elektrofahrräder (E-Bikes), 2010.

<sup>73</sup> vgl. *Schramm, D. u.a.*, Fahrzeugtechnik: technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge, 2017, S. 1.

<sup>74</sup> vgl. *Haken, K.-L.*, Grundlagen der Kraftfahrzeugtechnik, 2015, S. 9.

## 4. Stand der Technik – automatisiertes / autonomes Fahren

Dieses Kapitel befasst sich mit den aktuell technischen Forschungsständen sowie bereits existierenden Systemen. Dies dient für eine generelle Übersicht, hinsichtlich aktueller Technik. Die Forschung und Entwicklung des automatisierten / autonomen Fahren findet bereits im vollen Zuge statt. Der Entwicklungsstand verschiedener Hersteller läuft mittlerweile in gewissem Maß auf einen ähnlichen Fortschritt hinaus. Der von einigen Herstellern jedoch teilweise nicht wahrgenommene Wettbewerbskampf, führt jedoch letztlich zur aktuell forcierenden Forschung, bezüglich diverser Systeme. Die Systeme werden momentan von unterschiedlichen Herstellern für unterschiedliche Anwendungsbereiche angeboten. Dabei befinden sich auch einige Projekte, welche grundlegend dasselbe Ziel anstreben, jedoch mit abweichender Zielgruppe.

### 4.1 Aktueller Stand – Kraftfahrzeuge

Der Großteil der Hersteller fokussiert sich auf die Automatisierung der Kraftfahrzeuge. Zwecks der benötigten Informationen dieser Bachelorarbeit, werden auf Personenkraftwagen, Busse und Zweiräder eingegangen. Im Zusatz werden auf Fahrräder bzw. elektrifizierte Fahrräder eingegangen, da diese im gewissenmaß Potenzial bezüglich des assistierten Fahren aufbringen.

#### 4.1.1 Personenkraftwagen

##### **Mercedes-Benz**

Auf dem deutschen Markt bietet bereits aktuell der Automobilhersteller Mercedes-Benz, die ersten Serienfahrzeuge mit optionaler „Drive Pilot“ Ausstattung an. Seit Mitte Mai 2022 kann dies ausgewählt werden. Die Ausstattung ermöglicht das Nutzen des Fahrzeugs auf der Automatisierungsstufe 3 (Level 3), für dieses auch eine internationale gültige Zertifizierung vorhanden ist. Der Drive Pilot kann die Fahraufgaben bei stockendem Verkehr oder in Staus auf Autobahnen übernehmen, da diese ausschließlich bis zu 60 km/h übergeben werden dürfen. Übernommen werden dürfen, sind Geschwindigkeits- und Abstandsregelungen, Streckenabhängig notwendige Maßnahmen unter Berücksichtigung der Verkehrsregeln sowie selbstständige Handlungen bei unvorhersehbaren Situationen durch Ausweichmanöver oder Bremsen. Das Fahrzeug ermöglicht dem Fahrer bei Störungen weiterhin die Möglichkeit das Fahrzeug zu steuern. Der Fahrer wird in festgelegten Zeiträumen für bestimmte Aufgaben aufgefordert. Im Fall, dass der Fahrer diesen binnen 10 Sekunden nicht nachkommt, wird das Fahrzeug notgehalten. Der Nothalt findet weiterhin innerhalb der Spur statt und wird für den nachfolgenden Verkehr rechtzeitig ersichtlich gemacht. Zusätzlich ist mithilfe des „Intelligent Park Pilot“ (/AVP) in Zukunft das vollautomatisierte sowie fahrerlose Parken in festgelegten Parkhäusern mit entsprechender Infrastruktur (siehe Abbildung 12) möglich.



Abbildung 12 Parkhausinfrastruktur AVP<sup>75</sup>

In der Abbildung 12 werden die technisch notwendigen Ausstattungen (diverse Messeinheiten, Sensoren, Kameras etc.) eines Parkhauses zur Realisierung des AVP Dienstes aufgezeigt. Dabei wird das Fahrzeug zunächst auf eine gekennzeichnete Abstellfläche (siehe Abbildung 13) im Parkhaus abgestellt und verlassen.



Abbildung 13 Positionierflächen AVP<sup>76</sup>

Die Abbildung 13 zeigt die Abstell- sowie Abholfläche (links) des Fahrzeugs sowie den Wartebereich (rechts) für die Nutzer auf. Anschließend manövriert sich das Fahrzeug durch das Parkhaus und parkt sich selbstständig in eine freie Parklücke ein. Bei der Fahrzeugabholung gelangt das Fahrzeug

<sup>75</sup> PARKING, A., Stuttgart airport set to welcome fully automated and driverless parking, 2020.

<sup>76</sup> PARKING, A., Stuttgart airport set to welcome fully automated and driverless parking, 2020.

zur festgelegten Pickup-Area zurück. Die Systeme existieren aktuell in der S-Klasse (W223) sowie dem elektroangetriebenem EQS (V297).

Mercedes-Benz ist außerdem der weltweit erste Automobilhersteller, welcher die internationale UN-Regelung Nr.157 erfüllt.<sup>77, 78</sup>

„UN-Regelung Nr.157 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich des automatischen Spurhalteassistenzsystems“<sup>79</sup>

## Waymo

Die Firma Waymo gehört zur Schwesterfirma von Google. Waymo gilt nicht als ein konventioneller Automobilhersteller, sondern vielmehr als Innovationstreiber im Bereich der autonomen Fahrzeugentwicklung. Sie fokussiert sich entsprechend nahezu nur auf die technischen Systeme zwecks autonomen Fahrens. Waymo ließ bereits im Jahr 2017 die ersten umgebauten Waymo-Fahrzeuge ohne menschlichen Fahrer in einem Vorort in Phoenix (Arizona, USA) fahren. Diese fuhren eigenständig auf bestimmten geographischen Gebieten und wurden der Automatisierungsstufe 4 zugeordnet. Die Fahrten mit dem laut Waymo genannten „Robotaxis“, wurden zu Beginn ausschließlich für Testzwecke mit bestimmten Probanden vollzogen. Mittlerweile kann im Vorort in Phoenix jeder Waymo's Robotaxi nutzen. Im Jahr 2020 wurde ebenfalls in Chandler (Arizona, USA), als zweiter korrespondierender Standort, Tests durchgeführt. Aktuell hat Waymo einen vollautonomen Fahrbetrieb in San Francisco (Kalifornien, USA) gestartet. Der Fahrbetrieb wird vorerst nur für Waymo's Mitarbeiter zur Verfügung gestellt, da dieses momentan nur der Forschung dient. Unter diesen Voraussetzungen wurde ebenfalls eine Genehmigung für dessen Betrieb in der Großstadt erlangt. Die fahrerlosen Robotaxis sind vom frühen Morgen bis zum späten Nachmittag in Betrieb. Waymo-Fahrzeuge sind umgebaute und für das autonome Fahren aufgerüstete Fahrzeuge des Automobilherstellers Jaguar, basierend auf dem Modell I-Pace.<sup>80, 81, 82,</sup>

83

### 4.1.2 Busse

#### HEAL

In Bad Birnbach (Bayern, Deutschland) wird bereits seit Oktober 2017 zur Realisierung autonomer Busse geforscht und getestet. Vorab, um die ersten Versuchsfahrten durchführen zu können, mussten lediglich kleine Änderungen an der Verkehrsinfrastruktur in Bad Birnbach vorgenommen

<sup>77</sup> vgl. *automotiveIT*, Autonomes Fahren, 2021.

<sup>78</sup> vgl. *AUTOMOBIL-INDUSTRIE*, Autonomes Fahren, 2022.

<sup>79</sup> *EU, O. W. d.*, publication-detail, 2021.

<sup>80</sup> vgl. *stern*, Dieser Jaguar fährt ohne Fahrer: Waymo testet autonome Autos in San Francisco 2022.

<sup>81</sup> vgl. *golem.de*, Waymo schickt fahrerlose Autos durch San Francisco 2022.

<sup>82</sup> vgl. *MIXED*, Autonomes Fahren: So steht es um die Technik, 2021.

<sup>83</sup> vgl. *MIXED*, Autonomes Fahren: So steht es um die Technik, 2021.

werden. Als Änderungen verstehen sich bspw. überschaubare Verbreiterungen der Straßen, welche für die Teststrecke relevant sind. Zu Beginn führen die autonomen Busse ausschließlich zu Forschungszwecken, welches keine beliebigen Passanten zuließ. Eine Genehmigung für die Teilnahme am Straßenverkehr wurde vom zuständigen Landratsamt, Rottal-Inn (Bayern, Deutschland), erteilt. Als Folge der technischen Zuverlässigkeit, wird seit 2019 eine autonome Buslinie angeboten, welche den Bahnhof und die Ortsmitte verbindet. Die aktuell letzte Ausbaustufe definiert in Summe fünf Wunschhaltestellen, welche täglich von beliebigen Nutzern angefahren werden können. Genaugenommen seit Frühjahr 2022 können Nutzer täglich bei Bedarf einzelne Fahrten im autonomen Bus buchen. Der autonome Shuttleservice gilt jedoch bereits seit 2021 als fester Bestandteil des Mobilitätsangebots in Bad Birnbach. Infolgedessen, dass sich das Konzept bereits weitgehend etablieren konnte, existieren dementsprechend auf realen Informationen basierende ausführliche Eckdaten zum Service.

- *Eckdaten zum Betrieb*
  - Weiterhin kostenloser Service
  - Service beliebig oft nutzbar
  - Ersatzbus steht bei Ausfällen (Wartungen etc.) zur Verfügung
  - Laufzeit über Jahre des Betriebs
  
- *Eckdaten zur Strecke*
  - Seit Oktober 2019 beträgt die Streckenlänge ca. 2 Kilometer
  - Zur Haltestellen gehören neuer Marktplatz, Artrium, Rottal Terme, Gries und Bahnhof Bad Birnbach
  - Service täglich von 8 bis 18 Uhr nutzbar
  - Von der Ortsmitte zum Bahnhof beträgt die Fahrdauer ca. 18 Minuten
  
- *Eckdaten zum Fahrzeug/Bus*
  - Elektrischer Kleinbus (EZ10) vom französischen Start-up EasyMile
  - EasyMile ist seit Gründung 2014 für Betriebssysteme autonomer Fahrzeuge zuständig
  - 6 Sitzplätze vorhanden
  - Ausfahrbare Rampe vorhanden (barrierefrei)
  - Lasersensoren, Kameras, GPS etc. zur Lokalisierung und Wahrnehmung des Umfelds
  - 2.000 Kilogramm beträgt das Leergewicht (zulässiges Gesamtgewicht 3.000 Kilogramm)



- *Eckdaten zur Funktion und Sicherheit*
  - Bus folgt automatisiert der vorgegebenen festen Route (dabei werden Haltestellen durch Laserscanner eingescannt)
  - Geschwindigkeitsbegrenzung auf 15 km/h sowie Begrenzung auf maximal 6 Fahrgäste sowie zusätzlichem Fahrtenbegleiter
  - Fahrtbegleiter stets vorhanden für Bedarfshandlungen wie z.B.: Auslösen des sofortigen Stopps oder manuelles Umfahren von unerwarteten Hindernissen, da derzeit die Busse nicht eigenständig von der Route abweichen können für ungeplante Manöver
  - Aus Sicherheitsgründen werden Fahrten bei extremen Bedingungen wie Sturm oder Starkregen eingestellt
  - Fahrzeug sowie Sicherheits- und Betriebskonzept wurde vom TÜV Süd begutachtet
- *Eckdaten zur Straße*
  - Eine temporäre Geschwindigkeitsbegrenzung welche mithilfe von digitalen Hinweistafeln auf 30 km/h begrenzt werden, wenn der Bus auf eine Landstraße zufährt. Der Bus wird durch eine Kennzeichenerkennung identifiziert
  - Fahrbahn wurde auf zwei Streckenabschnitte verbreitert und entsprechend wurden Mittelstreifen angebracht
  - Hinweisschilder auf autonome Busse
  - Umgebungsgeschwindigkeit wird mithilfe von drei Rüttelschwellen reduziert



Abbildung 14 Autonome Busse HEAL<sup>84</sup>

<sup>84</sup> deutschebahn, Autonom und auf Abruf: Neue fahrerlose E-Shuttles verstärken den Nahverkehr, 2022.

Das aktuelle und letzte Ausbaumodell sowie Mobilitätsangebot, wird mit dem Projektnamen „HEAL“ (siehe Abbildung 14) realisiert.<sup>85, 86</sup>

#### 4.1.3 Zweikrafträder

##### **BMW**

Im Jahr 2018 stellt der BMW Konzern ein Motorradmodell vor, welches über eine Fernsteuerung komplett fahrerlos gesteuert werden kann (siehe Abbildung 15). Explizit wird das Motorrad „BMW R 1200 GS“ gemeint. Dies ist in der Lage völlig eigenständig anzufahren sowie zu beschleunigen. Durchzuführende Kurvenmanöver, bis zu einem bestimmten Level, stellen ebenfalls kein Problem für das Motorrad dar. Zur Komplettierung des nahezu autonomen Fahrens, kann auch bis zum vollständigen Stillstand abgebremst werden. Zur Sicherstellung gegen das Umfallen wird ein Ständer automatisch kurz vor dem Stillstand ausgefahren. Das Projekt basiert jedoch nicht auf dem Grundgedanke in Zukunft autonome Motorräder herzustellen, sondern mehr um Daten zur Fahrdynamik zu sammeln. Mithilfe dieser sowie weiteren erzielten Daten will BMW Gefahrensituationen rechtzeitig erkennen können und dementsprechend bereits vorhandene sowie neue Assistenzsysteme entwickeln. Diese Assistenzsysteme sollen das Führen des Motorrads komfortabler sowohl vor allem sicherer machen.<sup>87, 88</sup>



Abbildung 15 Selbstfahrendes BMW Motorrad<sup>89</sup>

<sup>85</sup> vgl. *Regio, D.*, Autonomes Fahren, 2022.

<sup>86</sup> vgl. *Riener, A. u.a.*, Autonome Shuttlebusse im ÖPNV - Analysen und Bewertung zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht, 2020.

<sup>87</sup> vgl. *heise.de*, Autonome Vehikel: Selbstfahrendes Motorrad von BMW, 2019.

<sup>88</sup> vgl. *golem.de*, BMW stellt selbstfahrendes Motorrad vor, 2018.

<sup>89</sup> *golem.de*, BMW stellt selbstfahrendes Motorrad vor, 2018.



Basierend der Forschungen bietet BMW bereits einige Assistenzsysteme für Motorräder an, welche mithilfe vergangener sowie aktuellster Forschung und Entwicklung konzipiert wurden.

- *Abstands- und Temporegelung*
  - ➔ Die aktive Temporegelung sorgt für die automatische Einhaltung des Abstands zum Vordermann. Dies geschieht mithilfe des im Front sitzenden Radarsensors. Die eingestellte Distanz kann, bis zu einer Geschwindigkeit von 160 km/h, automatisch eingehalten werden. Die Geschwindigkeit zur Distanzanpassung wird zusätzlich zur Gasreduzierung mit der Bremsleistung angepasst.
  
- *Fahrwerksunterstützung*
  - ➔ Das Fahrwerk, genau genommen die Gabel und das hintere Federbein arbeiten variabel und unabhängig. Die Dämpfung wird über die Elektronik angesteuert und angepasst. Die Technik hat zur Folge, dass die Fahrdynamik in verschiedenen Situationen weitestgehend optimiert werden kann. Dies bringt eine deutliche Steigerung der Sicherheit mit sich und zusätzlich ebenfalls Vorteile hinsichtlich des Komforts. Die erhöhte Sicherheit wird deutlich bspw. im Fall das der vordere Reifen durch zu starkes Beschleunigen abheben möchte und die Elektronik unmittelbar die Dämpfer sowie Ausgangsleistung entsprechend ansteuert, damit das Motorrad nahezu unverändert in der Waagerechte bleibt.
  
- *Bremsassistent*
  - ➔ Die Bremsleistung der Vorder- und Hinterradbremse wirken bei gemeinsamer, separater Betätigung gleichzeitig. In Mitwirkung des ABS-Systems kann die Bremsverteilung und somit die Bremskraft in verschiedenen Schräglagen unterschiedlich dosiert werden. Die optimale Bremskraftverteilung erhöht den Sicherheitsfaktor der Bremsvorgänge in Kurven.
  
- *Lichtassistent*
  - ➔ Das dynamische Kurvenlicht sorgt für eine optimale Ausleuchtung der Sichtfläche in jeglicher Art von Schräglagen. Die optimale Beleuchtung wird erzielt, indem das Scheinwerferinnenleben, mithilfe von entsprechenden elektrischen Stellmotoren, sich jeweils in die benötigte Position bewegt.
  
- *Reifendrucküberwachung*
  - ➔ Eine Überwachung mit entsprechender Warnung durch visuelle Darstellung im Display, falls der Reifendruck den Toleranzdruckbereich über- / untersteigt oder Werte beider Räder zu stark abweichen.

- *Traktionskontrolle*
- Durch die integrierte Traktionskontrolle wird das Durchdrehen der Räder vermieden.

Eine Einstufung von verschiedenen Automatisierungsstufen, ähnlich wie bei Personenkraftwagen, existiert jedoch nicht für Motorräder. Das Aufzeigen, der bereits erzielten sowie potenziellen Möglichkeiten, lässt den aktuellen Stand der Technik sowie dessen Fortschritt unschwer erkennen.<sup>90</sup>

## 4.2 Aktueller Stand – Fahrräder

Das klassische, aus eigener Kraft angetriebene Fahrrad, wird stets der Ursprung und die Basis der aktuell existierenden sowie in Zukunft erscheinenden elektrifizierter Fahrräder bleiben. Durch die Elektrifizierung wurde im gewissen Maß die Voraussetzung erfüllt, um Projekte und entsprechende Prototypen zu entwickeln. Im folgenden Fall handelt es sich speziell um ein E-Bike, welches radargestützt potenzielle Assistenzsysteme realisieren soll.

### 4.2.1 E-Bike

Um das bereits bestehende Potenzial bezüglich der Realisierung von Fahrerassistenzsystemen auf E-Bikes darzustellen, wird ein Prototyp (zweifacher Existenz) aufgezeigt. Die involvierten Unternehmen bzw. Projektpartner sind zumal Aativ, RISE und LIRI. Aativ ist ein Expertenunternehmen, welches sich auf die Sicherheit von Fahrzeugen sowie das Fahren von autonomen Fahrzeugen spezialisiert hat. RISE ist ein schwedisches Forschungsinstitut. LIRI ist ein Start-up Unternehmen für E-Bikes. Das Projekt wird von der schwedischen Regierung unter dem Namen „Sensor for Bicyclists‘ Improved Awareness“ (SEBRA) gefördert. Im Projekt handelt es sich darum, und zwar mithilfe von Radarsystemen das E-Bike mit einem Kollisionswarnsystem zu versehen, welches dabei eine stetige Umgebungsüberwachung voraussetzt und herbeiführt. Die Zunahme der elektrifizierten Fahrräder und die damit verbundene Geschwindigkeitserhöhung in dessen Verkehr trug ebenfalls zur Idee bei, E-Bikes mit Fahrzeugbekannten Sicherheitsfeatures auszustatten. Die Anpassung der Verkehrsinfrastruktur für zügig fahrende Fahrräder kann somit über beide Enden stattfinden, zumal durch Straßenanpassungen und andererseits durch die Gewährleistung notwendiger Sicherheit für elektrische Zweiräder. Die E-Bikes bieten grundsätzlich die benötigte Energie um diverse Sensoren und Computer zu versorgen. Das E-Bike ist in der Summe mit insgesamt vier leichten Radargeräten von Aativ ausgestattet. Zwei Radargeräte befinden sich unter dem Lenker und die restlichen zwei unter dem Sattel (siehe Abbildung 16). Durch diese Art der Radarpositionierung ist eine 360-Grad-Ansicht rund ums E-Bike möglich, um somit das gesamte Umfeld auf befindliche / annähernde Objekte ausfändig zu machen.

---

<sup>90</sup> vgl. *AutoBild*, Assistenzsysteme im Motorrad: Will man das alles?, 2022.



Abbildung 16 E-Bike Aptiv<sup>91</sup>

Am Vorderrad ist der Beschleunigungsmesser sowie Gyroskope (Lagesensor) angebracht. Die sämtlichen ermittelten Informationen werden durch einen Computer im Gehäuse des Trägerrahmens (siehe Abbildung 16) aufgenommen und verarbeitet. Das Bike ist mit haptischen Motoren sowie Warnleuchten an Vorder- und Hinterseite ausgerüstet (siehe Abbildung 16). Erkennt nun das System eine Gefahr in Form der Fahrzeugannäherung, dann wird der Fahrer unverzüglich gewarnt. Die Warnung geschieht durch die Aktivierung der haptischen Motoren. Durch die Aktivierung vibriert der Lenker sowie der Sattel vom Bike. Das System ist ebenfalls in der Lage ausschließlich die linke oder rechte Seite vom Lenker vibrieren zu lassen, je nachdem auf welcher Seite sich die Gefahr nähert. Bei Verwendung gibt es zusätzlich eine Warnung über das Smartphone Display (siehe Abbildung 17). Während einer Warnmaßnahme wird der Fahrer des annähernden Fahrzeugs durch das Aufleuchten der Vorderen oder Hinteren LED-Beleuchtung gewarnt. Aktuell existieren zwei Prototypen dieser Art.<sup>92, 93</sup>

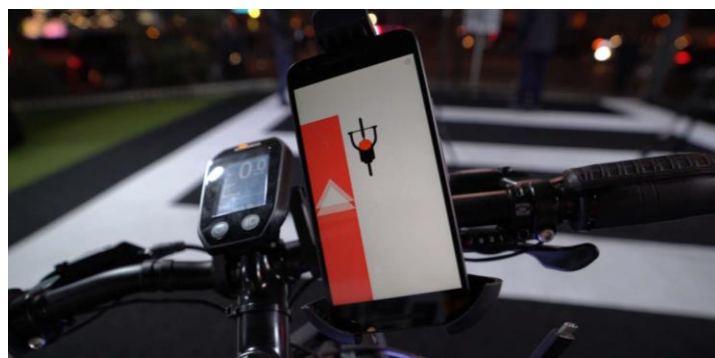


Abbildung 17 E-Bike Aptiv Smartphoneanzeige / Warnung<sup>94</sup>

<sup>91</sup> *bergischeblaetter*, Radartechnik für E-Bikes, 2020.

<sup>92</sup> vgl. *RadMarkt*, Aptiv entwickelt radargestütztes Kollisionswarnsystem für E-Bikes, 2020.

<sup>93</sup> vgl. *Pedelec&E-Bikes*, Aptiv macht E-Bike fahren mit intelligenter Radartechnik sicherer, 2020.

<sup>94</sup> *bergischeblaetter*, Radartechnik für E-Bikes, 2020.

## 5. Empirische Forschung

Dieses Kapitel befasst sich mit der methodischen Vorgehensweise der empirischen Forschung, welche in vorliegender Arbeit angewandt wird. Einführend wird die Forschungsfrage sowie das Ziel der Forschung erneut und deutlich aufgezeigt. Infolgedessen wird die Methodenwahl erläutert und Informationen zum Fragebogen bzw. Umfrage gegeben. Dies beinhaltet zumal Informationen zur Probandenauswahl sowie die in Betracht gezogenen Kriterien zwecks der Konzipierung des Fragebogens. Abschließend wird auf die Datenerhebung, Datenaufbereitung und Datenauswertung eingegangen.

### 5.1 Forschungsfrage und Ziel

Im Hauptfokus steht folgende Forschungsfrage zu beantworten

- Eignet sich das autonome Fahren um Personen zu befördern?

Bei dieser Fragestellung handelt es sich hauptsächlich um das Erlangen einer Antwort anhand der Berücksichtigung gesellschaftlicher Meinungen. Es geht spezifisch um die Klärung der Ungewissheit, ob und wie weit die Nutzer das Konzept bzw. System annehmen würden. Die Beantwortung der Forschungsfrage bringt demnach eine hohe Bedeutung mit sich, da je nachdem der erste Schritt zur Hinterfragung der Existenz und künftiger Entwicklungsmaßnahmen des autonomen Fahrens hinsichtlich der Rentabilität in diesem Bereich erforderlich werden könnte. Durch eine zeitige Antwort können folgende Pläne entsprechend angepasst oder auch geändert werden.

### 5.2 Methodenwahl

Unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte um letztlich die Forschungsfrage möglichst bedacht und präzise angehen zu können, wird eine Umfrage in Erwägung gezogen. Eine Umfrage bietet ein großes Potenzial zur Datengewinnung im großen Umfang, welches in diesem Fall notwendig wird. Es wird quantitativ geforscht um objektiv die große Allgemeinheit weitestgehend zu erreichen und ebenfalls mögliche Vergleiche ziehen zu können. Vergleiche könnten eventuell zur Separierungen oder auch für Anregungen neuer Konzeptmöglichkeiten dienen. Demzufolge werden die quantitativen Güterkriterien (Validität, Reliabilität, Objektivität) ebenfalls weitestgehend berücksichtigt. Dafür wird die Umfrage in diesem Fall Online durchgeführt, so entsteht die Möglichkeit die Umfrage unkompliziert auch an Standorten von weiter Entfernung durchzuführen, um auch eine gewisse Validität hinsichtlich des breiten Spektrums zu erreichen. Es wird für alle Befragenden einen und den selben Test bzw. Umfrage geben, um zugleich die Verlässlichkeit

dessen zu gewährleisten. Auf den Fragebogaufbau sowie dessen Konzipierungskriterien wird in Kapitel 5.2.2 eingegangen, vorab, dieser ist im Rahmen dieser Arbeit objektiv aufgebaut.

### 5.2.1 Probandenauswahl

Im Rahmen dieser Arbeit wurden keine Kriterien zur Auswahl der Probanden festgelegt. Es wurde kein spezielles Auswahlverfahren dafür benötigt. Dies bedeutet, dass alle Probanden unabhängig vom Alter, Geschlecht oder Beruf etc. teilnehmen dürfen. Die Umfrage bzw. der Link welches dies aufruft, wird zumal über die Messaging-App *WhatsApp* sowie verschiedenen Social-Media-Kanälen wie *Facebook* oder *Instagram*, verbreitet. Erlaubt wurde auch das Teilen an Dritte, um eine entsprechende Reichweite zu generieren. Eine mögliche Ausgrenzung potenzieller Nutzergruppen bei der Befragung kann somit weitestgehend vermieden und ausgeschlossen werden. Seitens der Umfrage werden somit alle Arten von potenziellen Nutzergruppen aufgegriffen, sofern vorhanden.

### 5.2.2 Fragebogenkonstruktion

Der Fragebogen wird entsprechend der benötigten Informationen konzipiert. Bislang ist die Existenz eines Fragebogens mit ähnlich verfolgtem Ziel nicht bekannt. Demzufolge findet die Konzipierung teilweise auf Basis der Literaturrecherche dieser Arbeit statt. Zu Beginn werden einleitende Fragen über die individuelle Nutzung, hinsichtlich verschiedener Fortbewegungsarten und dessen Umgebungen, gestellt. Im weiteren Verlauf werden die Probanden bezüglich des autonomen sowie assistierte Fahren abgeholt. Nachdem Grundlegende, jedoch relevante Fragen gestellt worden sind, wird auf die individuelle Denkweise sowie bislang gemachten Erfahrungen eingegangen. Diese Fragen sind weitestgehend neutral und unabhängig voneinander gestellt. Dies hat den Hintergrund, um am Ende einen Überblick über die tatsächliche Denkweise der Probanden in Bezug des autonomen Fahren zu gewinnen. Darüber hinaus wird ebenfalls individuell auf das assistierte Fahren eingegangen, um potenzielle alternativen herauszufiltern, falls diese im späteren Verlauf für neue Anregungen erforderlich werden. Abschließend werden demografische Informationen abgefragt, um einen generellen Überblick über die abgegriffenen Probanden zu bekommen. Es werden beinahe ausschließlich geschlossene Fragen gestellt und demnach werden Antwortvorgaben gegeben. Zum Antworten werden Single-Choice und Multiple-Choice Möglichkeiten miteinbezogen. Im gesamten Fragebogen wurde jedoch ebenfalls eine offene Frage gestellt und den Probanden, durch aktives Nachdenken, eine Individuelle Antwortmöglichkeit geboten. Dies ermöglicht zumal die Erlangung aktueller sowie individueller Ansichtsweisen der Probanden und letztlich auch eine Attraktivierung der Umfrage. Neben einer attraktiven Darstellung wurde auf einen inhaltlich sowie logisch verständlichen Leitfaden geachtet. Des Weiteren ist es wichtig, den Fragebogen so kurz und einfach wie möglich zu halten, damit die Probanden die Motivation für das vollständige Ausfüllen des Fragebogens nicht verlieren. Die Umfrage besteht

demnach aus 14 verständlichen sowie kurzen Fragen und sollte in der Regel zwischen 3-5 Minuten durchlaufen werden können. Die Umfrage wurde mithilfe des Umfragetools Survio – [www.survio.com](http://www.survio.com) – erstellt.

### 5.3 Datenerhebung

Die erforderliche Datenerhebung erfolgt mittels Erfassung der Umfrageergebnisse. Die im Rahmen dieser Arbeit betriebenen Literaturrecherche dient zum Erlangen eines Grundverständnisses hinsichtlich der zu bearbeitenden Thematik. Darüber hinaus stützt diese den Methodenteil dieser Arbeit, bezüglich der Fragebogenkonstruktion für die Umfrage. Um potenzielle Fehler / Probleme bis hin zu missverständlichen Formulierungen zu vermeiden, wird ein Pretest durchgeführt. Dieser wird mit fünf Personen durchgeführt. In diesem Fall sind die Identitäten der Personen, zwecks des zu benötigten Feedbacks, nicht anonym. Die Ergebnisse der Umfrage im Pretest werden zur finalen Auswertung nicht berücksichtigt, da dieser Prozess ausschließlich noch zur Vorbereitung der Umfrage dient. Die finale und überarbeitete Umfrage wird letztlich elektronisch und online mithilfe des Umfragetools Survio durchgeführt.

#### 5.3.1 Datenauswertung und -aufbereitung

Die Auswertung wird statistisch begleitet, demnach werden die statistischen Daten analysiert. Bei so einer Art von Auswertung handelt es sich um quantitatives Datenmaterial. Die Ergebnisse werden deskriptiv von Survio zur Verfügung gestellt. Survio übernimmt ebenfalls die bildliche Darstellung im Stil von Balkendiagramme. Trotz einer strukturierten und nahezu barrierefreien Umfrage, kann auf eine Datenreinigung nicht verzichtet werden. Diese beinhaltet selbst das Aussortieren der nicht vollständig beantworteten Umfragen. Dies dient dazu, damit die Auswertung im gesamten, nicht verfälscht werden kann. Aufbauend auf dieser Auswertung, kann schließlich interpretiert und letztlich die Forschungsfrage behandelt bzw. beantwortet werden.

## 6. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der angewandten Methodik bzw. die Auswertung der durchgeführten Umfrage aufgezeigt.

### 6.1 Ergebnisse Umfrage

Die Umfrage wurde ausschließlich über einen direkten Link zur Umfrage geöffnet. Im gesamten wurde diese 213-mal geöffnet. Davon haben sich 112 Personen die Umfrage nur Anzeigen lassen. Die restlichen 101 Probanden haben die Umfrage vollständig beendet. Unvollendete Umfragen gibt es in diesem Fall nicht. Die Umfrage wurde am 30.08.2022 veröffentlicht und am 06.09.2022 eingestellt. Die öffentliche Verfügbarkeit sowie Laufzeit der Umfrage beläuft sich demnach auf 7 Tage. Die Teilnahmequote belief sich ab dem 05.09.2022 beinahe auf null, daher ergab sich keine Erfordernis zur Verlängerung der Umfragelaufzeit.

Die vorhandenen 14 Fragen wurden von den Teilnehmern wie folgt beantwortet:

#### Frage 1

Welche der folgenden Verkehrsmittel nutzen Sie?

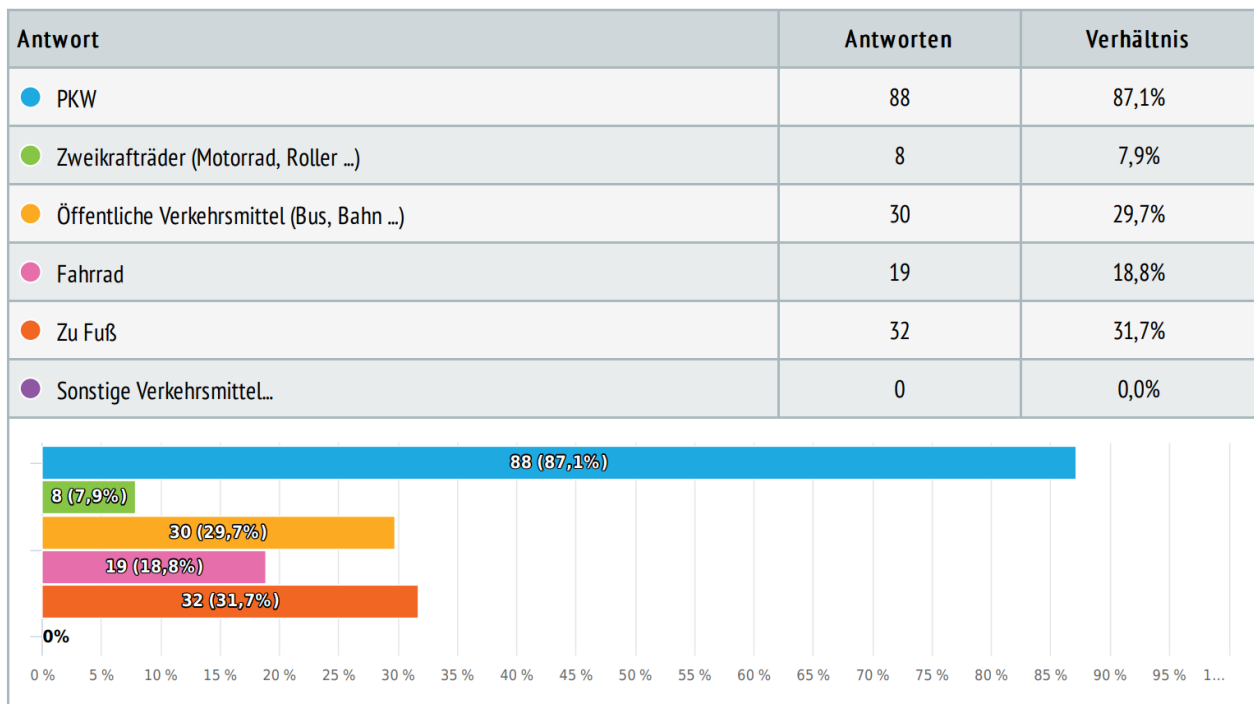


Abbildung 18 Verkehrsmittelnutzung<sup>95</sup>

Um die zu nutzenden Verkehrsmittel anzugeben, wurde den Teilnehmern eine Mehrfachauswahl ermöglicht. Von 101 Teilnehmern nutzen 88 Personen (87,1%) ein PKW zur Fortbewegung. 32

<sup>95</sup> Eigene Darstellung



Personen (31,7%) gaben an, dass sie ebenfalls zu Fuß unterwegs sind. Öffentliche Verkehrsmittel werden nach Angaben von 30 Personen (29,7%) in Anspruch genommen. Das Fahrrad wird von 19 Personen (18,8%) zur Fortbewegung genutzt. 8 Personen (7,9%) bewegen sich auf Zweikrafträder fort.

### Frage 2

Welche Art des Straßenverkehrs nutzen Sie am häufigsten?

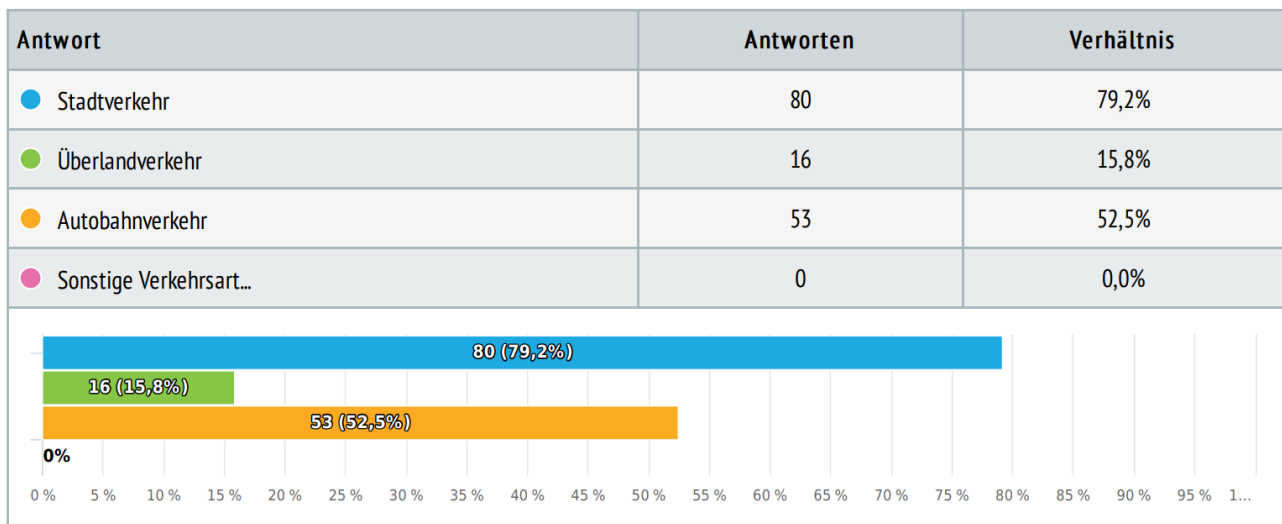


Abbildung 19 Nutzung Verkehrsarten<sup>96</sup>

Für die Angabe, der nutzenden Straßenverkehrsarten, war eine Mehrfachauswahl möglich. Von 80 Personen (79,2%) wird am häufigsten der Stadtverkehr genutzt. 53 Personen (52,5%) nutzen den Autobahnverkehr. Der Überlandverkehr wird von 16 Personen (15,8%) in Anspruch genommen.

### Frage 3

Fahren Sie überwiegend allein oder in gesellschaftlicher Gemeinschaft (Car-Sharing ...)?

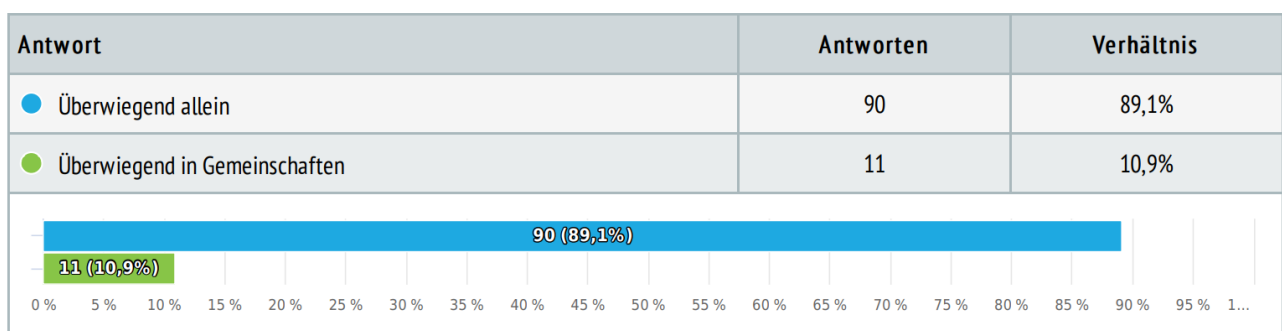


Abbildung 20 Art Fahrgesellschaft<sup>97</sup>

<sup>96</sup> Eigene Darstellung

<sup>97</sup> Eigene Darstellung

Um festzustellen auf welcher Gesellschaftseben die Teilnehmer unterwegs sind, wurde eine Einfachauswahl erforderlich. Von 101 Teilnehmer sind 90 Personen (89,1%) überwiegend allein unterwegs. 11 Personen (10,9%) bewegen sich überwiegend in gesellschaftlicher Gemeinschaft fort.

*Frage 4*

Ist Ihnen autonomes Fahren (selbstfahrende Fahrzeuge / Transportsysteme) bekannt?

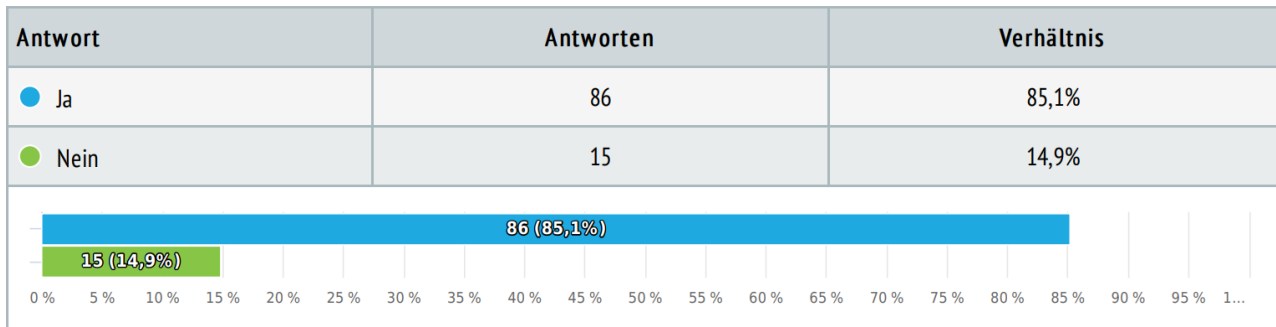


Abbildung 21 Bekanntheit autonomes Fahren<sup>98</sup>

Die Bekanntheit des autonomen Fahrens sollte, mit einer Einfachauswahl, deutlich angegeben werden. Der größte Teil mit 86 Personen (85,1%) gab an, dass ihnen das autonome Fahren bekannt sei. Ein kleinerer Teil mit 15 Personen (14,9%) war mit dem autonomen Fahren nicht bekannt.

*Frage 5*

Würden Sie fahrerlose Verkehrsmittel zur Fortbewegung nutzen?

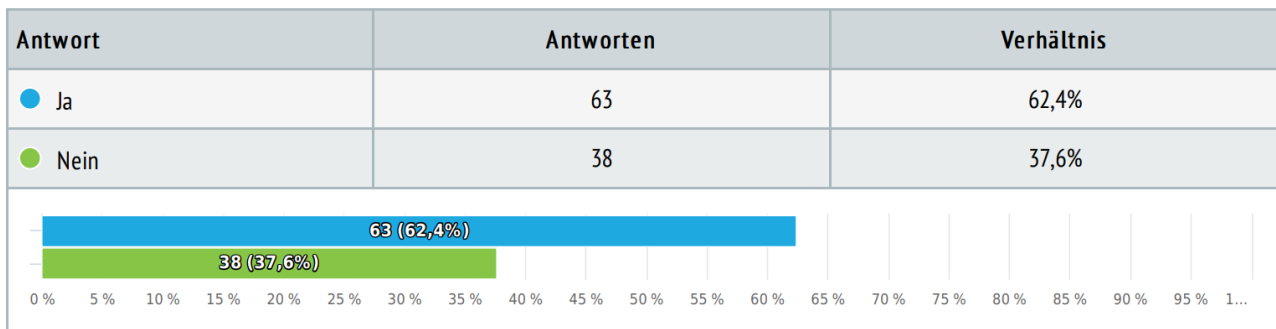


Abbildung 22 Meinung fahrerlose Verkehrsmittel<sup>99</sup>

Mittels einer Einfachauswahl konnten die Teilnehmer ihre erste Meinung zur fahrerlose Fortbewegung abgeben. Über 63 Personen (62,4%) und somit mehr als die Hälfte, würde fahrerlose Verkehrsmittel zur Fortbewegung nutzen. 38 Personen (37,6%) würden dies, vorerst, nicht nutzen.

<sup>98</sup> Eigene Darstellung

<sup>99</sup> Eigene Darstellung

Frage 6

Falls nein, welche der folgenden Bedingungen würde Ihnen möglicherweise doch einen Anreiz zur Nutzung bieten?

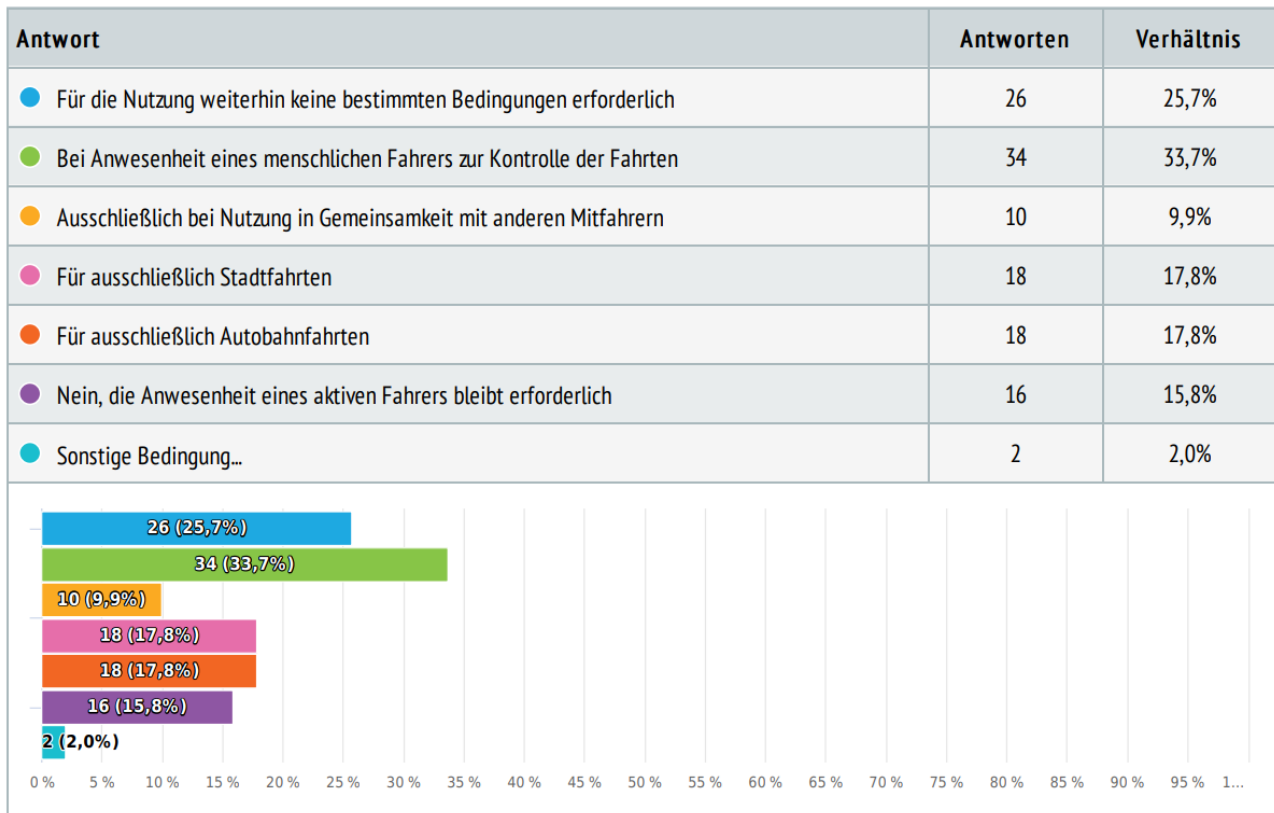


Abbildung 23 Potenzielle Bedingungen für fahrerlose Verkehrsmittel<sup>100</sup>

Eine Mehrfachauswahl war möglich, um bestimmte Bedingungen für die Nutzung von fahrerlosen Verkehrsmittel vorzusetzen. Die meisten Teilnehmer, mit 34 Personen (33,7%), setzen die Anwesenheit eines menschlichen Fahrers zur Kontrolle der Fahrten voraus. 26 Personen (25,7%) setzen weiterhin keine Bedingung voraus. Für 18 Personen (17,8%) würde die Nutzung ausschließlich für Stadtfahrten in Frage kommen. 18 Personen (17,8%) gaben ebenso an, dass die Nutzung nur für Autobahnfahrten in Frage kommen würde. Ein Teil der Teilnehmer mit 16 Personen (15,8%), besteht weiterhin auf die Anwesenheit eines aktiven Fahrers. Nur eine Nutzung in Gemeinsamkeit mit weiteren Mitfahrern, setzen insgesamt 10 Personen (9,9%) voraus. 2 Personen (2%) hätten sonstige Bedingungen für die Nutzung.

<sup>100</sup> Eigene Darstellung

Frage 7

Die Vorstufe zum autonomen Fahren ist das assistierte Fahren (Spurhalteassistent, Parkassistent, adaptive Geschwindigkeitsregelung ...). Haben Sie in diesem Bereich bereits Erfahrungen gemacht?

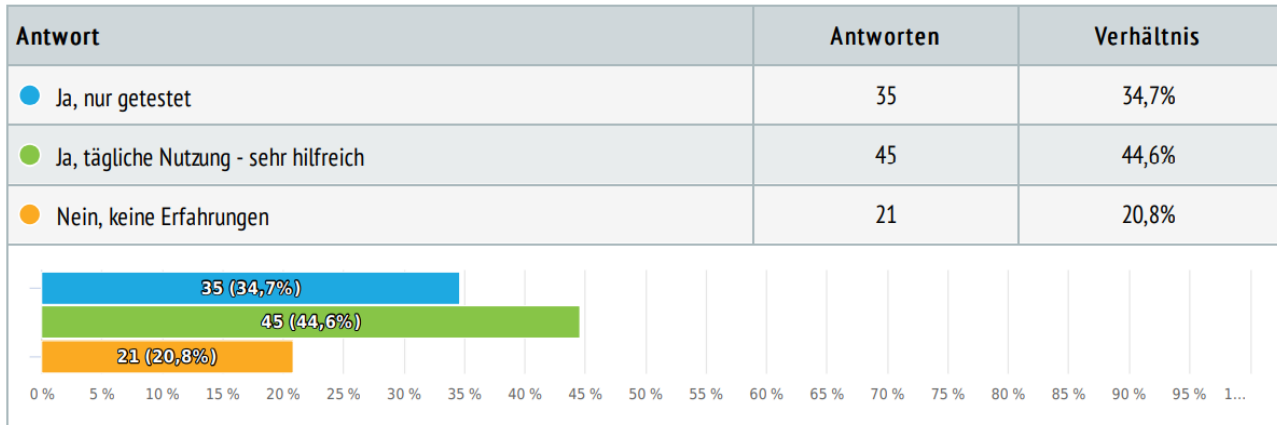


Abbildung 24 Bekanntheit assistiertes Fahren<sup>101</sup>

Um die Bekanntheit des assistierten Fahrens, sowie bereits mögliche Interaktionen mit dessen herauszufiltern, wurde eine Einfachauswahl festgelegt. Von 101 Teilnehmern nutzen 45 Personen (44,6%) das assistierte Fahren im Alltag, da dies sehr hilfreich ist. 35 Personen (34,7%) haben bislang ausschließlich erste Erfahrungen in diesem Bereich gemacht bzw. nur getestet. Der Rest mit 21 Personen (20,8%) hat bislang keine Erfahrungen oder erste Berührungspunkte in diesem Bereich gehabt.

<sup>101</sup> Eigene Darstellung

Frage 8

Denken Sie, dass derartige Assistenzsysteme bestimmte Aspekte beeinflussen können?

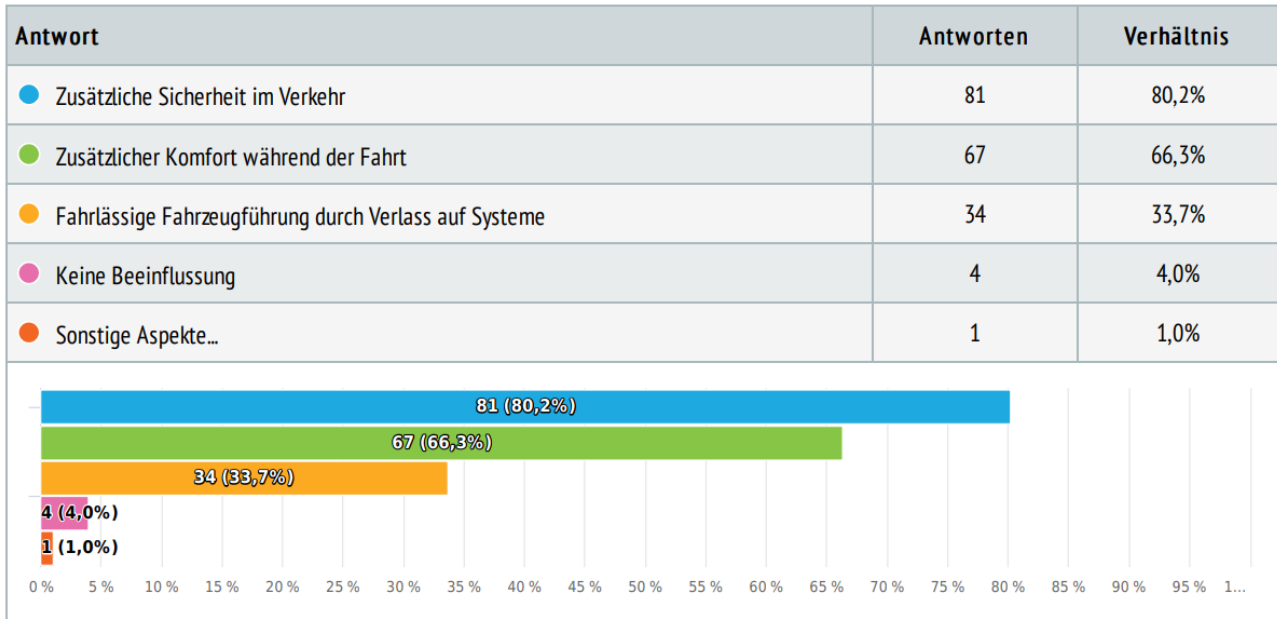


Abbildung 25 Beeinflussung von Assistenzsystemen<sup>102</sup>

Zur Beantwortung der Frage, ob Assistenzsysteme bestimmte Aspekte beeinflussen können, ist eine Mehrfachantwort möglich gewesen. Die Mehrheit der Teilnehmer mit 81 Personen (80,2%), bringt diverse Assistenzsystemen mit zusätzlicher Sicherheit im Verkehr in Verbindung. 67 Personen (66,3%) erwarten mehr Komfort während der Fahrt. Ein Teil mit 34 Personen (33,7%) findet, dass durch den Verlass auf Assistenzsystemen, es zur fahrlässigen Fahrzeugführung kommen kann. 4 Personen (4%) sehen dadurch keine Beeinflussung. Eine Person (1%) hält sonstige Aspekte beeinflussbar.

Frage 9

Würden Sie für die eigene Nutzung das assistierte oder autonomen Fahren bevorzugen?

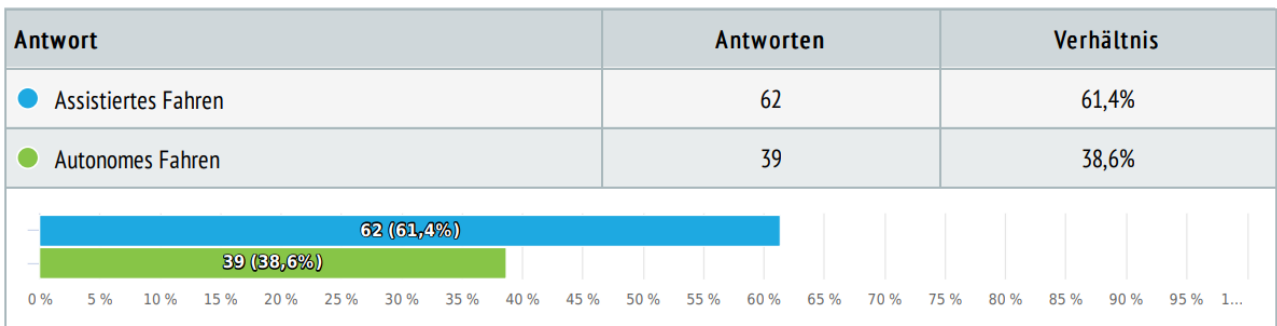


Abbildung 26 Bevorzugung zwischen assistiertem oder autonomen Fahren<sup>103</sup>

<sup>102</sup> Eigene Darstellung

<sup>103</sup> Eigene Darstellung

Bei der Frage, ob für die eigene Nutzung das assistierte oder autonome Fahren geeignet wäre, wird eine Einfachauswahl zur deutlichen Differenzierung notwendig. Mit 62 Personen (61,4%), bevorzugt etwas über die Hälfte der Teilnehmer das assistierte Fahren. 39 Personen (38,6%) favorisieren hingegen das autonome Fahren.

*Frage 10*

Würden Sie einen Fahrer beim Nutzen von externen Transportmittel bevorzugen, welcher zusätzlich anhand verschiedener Assistenzsystemen unterstützt wird?

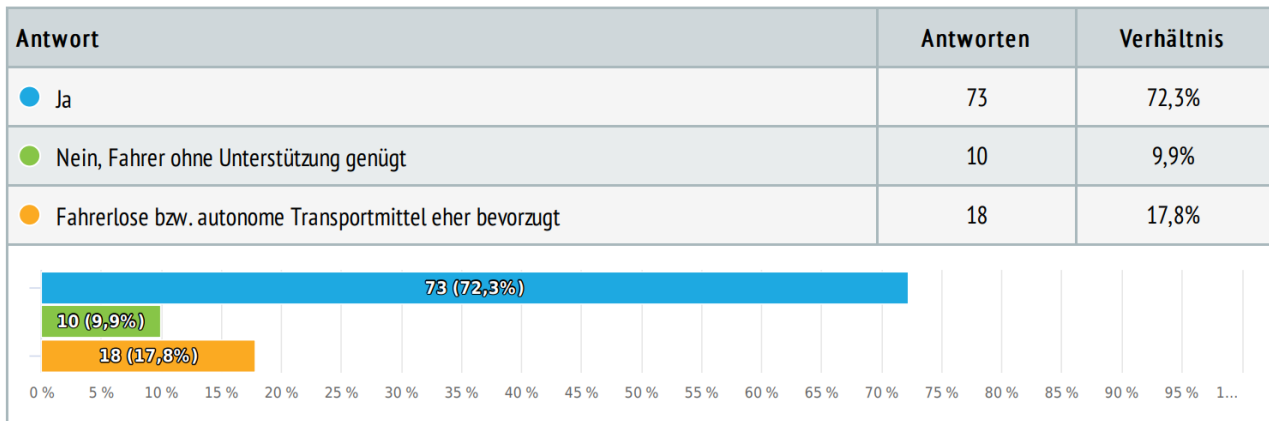


Abbildung 27 Mögliche Fahreroptimierung<sup>104</sup>

Für die Frage, ob Probanden einen Fahrer beim Nutzen von externen Transportmittel bevorzugen, welcher zusätzlich durch Assistenzsysteme unterstützt wird, wurde eine Einfachantwort festgelegt. 73 Personen (72,3%) möchten eine Unterstützung für Fahrer. Unabhängig der Unterstützung, würden 18 Personen (17,8%) ein fahrerloses bzw. autonomes Transportmittel bevorzugen. Die Restteilnehmer mit 10 Personen (9,9%) benötigen keinen zusätzlich unterstützten Fahrer.

<sup>104</sup> Eigene Darstellung

Frage 11

Können Sie sich für die Zukunft eine komplett fahrerlose Verkehrswelt zur Fortbewegung vorstellen?

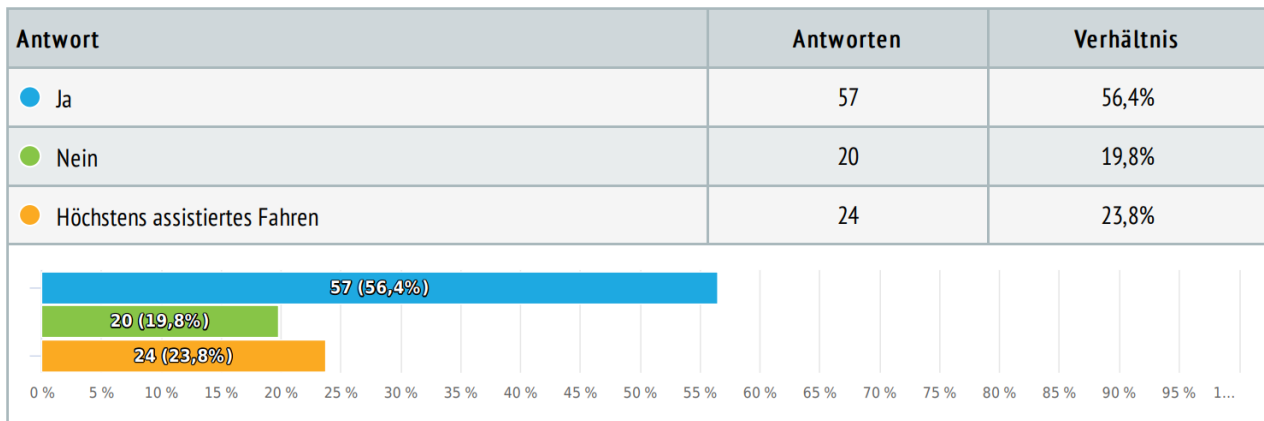


Abbildung 28 Meinung fahrerlose Verkehrswelt<sup>105</sup>

Durch eine Einfachauswahl beantworteten die Teilnehmer die Frage, ob sie sich in Zukunft eine fahrerlose Verkehrswelt zur Fortbewegung vorstellen können. Mehr als die Hälfte mit 57 Personen (56,4%) kann sich dies vorstellen. 24 Personen (23,8) können sich höchstens das assistierte Fahren vorstellen. Die Teilnehmer, welche sich dies nicht vorstellen können, belaufen sich auf 20 Personen (19,8%).

Frage 12

Soll Ihrer Meinung nach mehr Wert auf den Fortschritt hinsichtlich der Entwicklung des autonomen Fahrens gelegt werden? Begründen Sie Ihre Meinung.

Diese Frage diente um einen tieferen Einblick sowie eine gewisse Individualität hinsichtlich der Antwortergebnisse zu bekommen. Die Antworten beziehen sich auf unterschiedliche Aspekte und lassen sich in diesem Sinne nicht direkt vereinfachen. Eine Separierung der Ergebnisse, hinsichtlich genereller Kernaussagen, lässt sich jedoch durchführen. Infolgedessen, werden die Antworten verschiedener Kernaussagen separiert sowie die dazugehörigen Aspekte kompakt zusammengefasst.

<sup>105</sup> Eigene Darstellung



Tabelle 1 Übersicht Ergebnisse Frage 12

	Ja	Nein	Neutral
Personenanzahl	Ca. 77	Ca. 20	Ca. 4
Begründung	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ zusätzliche Sicherheit</li> <li>→ zusätzlicher Komfort</li> <li>→ Vorteil für ältere Nutzer</li> <li>→ Unfallvermeidung (durch Alkohol, Müdigkeit o.ä.)</li> <li>→ Effizient</li> <li>→ Umweltschutz</li> <li>→ Erfolg verfolgen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ kein volles Vertrauen auf System (Fahrer/Kontrolleur notwendig)</li> <li>→ Fahrspaß geht verloren</li> <li>→ potenziell Probleme hinsichtlich Norm und Vereinheitlichung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Interessant im gesamten, jedoch ebenso auch keine zwingende Erfordernis dazu</li> </ul>

**Ja** – ca. 77 Antworten (76,2%) der Probanden kann als Zustimmung auf die Frage, ob mehr Wert auf den Fortschritt der Entwicklung gelegt werden soll, zugeordnet werden. Darunter befürwortet ein Großteil der Teilnehmer, die dadurch entstehende zusätzliche Sicherheit im Verkehr sowie mehr Bequemlichkeit während der Fahrt. In Verbindung der entstehenden Sicherheit, wurde ebenfalls erwähnt, dass das Vorhaben dadurch der älteren Nutzergruppe von Vorteil sein kann. Speziell wurden sicherheitserbringende Aspekte genannt, wie die Unfallvermeidung durch alkoholisierte Fahrer oder Unaufmerksamkeiten durch Müdigkeit am Steuer. Ein Teil der Probanden, zogen ebenfalls einen zu erwartenden Umweltschutz herbei. Aus der Sicht der Effizienz, bevorzugen die Probanden die Vermeidung von möglichen Staus sowie die Nutzerbringende Zeit während der Fahrten, welche letztlich anderweitig genutzt werden kann. Einige Aspekte der Teilnehmer belaufen sich auf einen generellen Zuspruch hinsichtlich des Vorhabens. Demnach ergeben sich Meinungen, dass es im digitalen Zeitalter wichtig sei, mit der Zeit zu gehen. Vor allem als Industriestandort, sollte Deutschland jegliche Maßnahmen für einen Erfolg in diesem Bereich anstreben. Die generellen Aspekte unterstreichen zukunftsorientierte Ziele.

**Nein** – ca. 20 Antworten (19,8%) der Probanden kann als Ablehnung auf die Frage, ob mehr Wert auf den Fortschritt der Entwicklung gelegt werden soll, zugeordnet werden. Die meisten Teilnehmer fordern weiterhin stets einen Fahrer oder zumindest eine Person im Fahrzeug, da sie ausschließlich einem Fahrzeug bzw. System nicht voll vertrauen. Unabhängig der technischen Aspekte, lehnt ein

Teil der Befragten das autonome Fahren ab, da sie einen gewissen Fahrspaß beim Führen eines Fahrzeugs haben. In Betracht der Norm sowie Vereinheitlichung, bestand ebenfalls eine Einwende. Es handelt sich dabei um Genehmigungen sowie grundsätzliche Gegebenheiten zum autonomen Fahren, hinsichtlich verschiedener Länder. Die Frage bzw. der Gedanke besteht, dass bei Grenzübergängen möglicherweise vom autonomen Fahren, letztlich wieder auf die eigene Fahrzeugführung zurückgegriffen werden muss.

**Neutral** – ca. 4 Antworten (4%) der Befragten konnten auf die Frage, ob mehr Wert auf den Fortschritt der Entwicklung gelegt werden soll, keine eindeutige bzw. nur eine neutrale Antwort abgeben. Diese finden es im Generellen sowie auch die Entwicklung mitzuverfolgen sehr Interessant, jedoch sehen sie ebenfalls keinen erzwingenden Grund für forciierende Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen.

### Frage 13

Wie alt sind Sie?

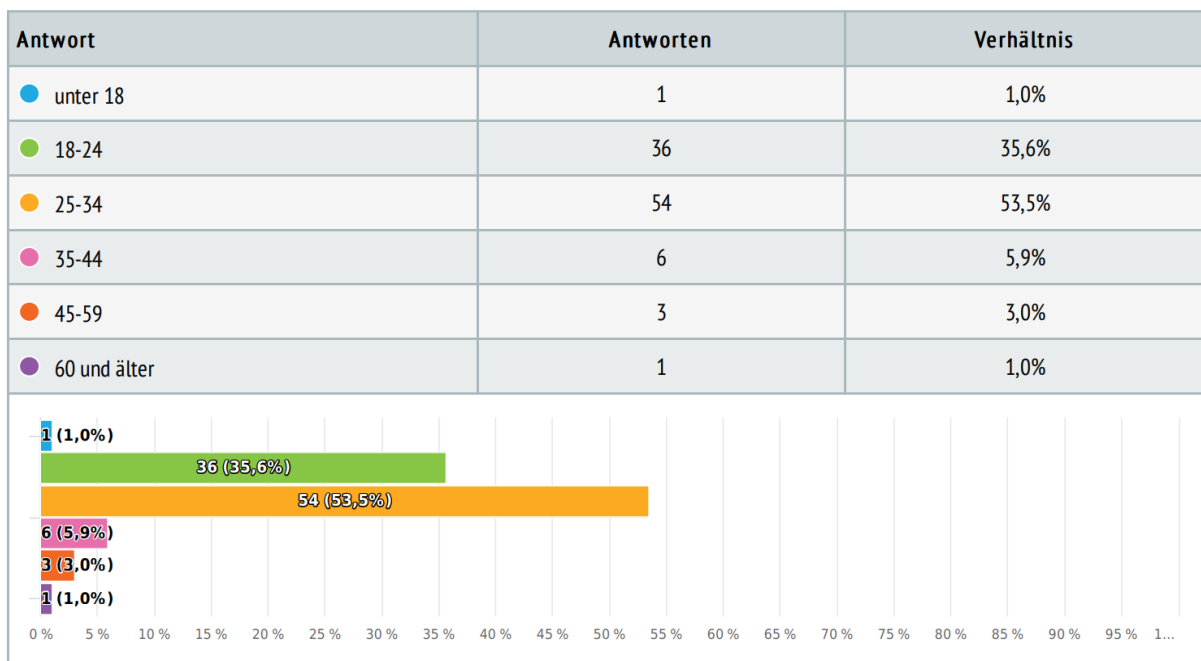


Abbildung 29 Altersabfrage<sup>106</sup>

Der Großteil der Befragten, 54 Personen (53,5%), liegt im Altersbereich von 25 bis 34 Jahren. 36 Personen (35,6%) gehören dem Alter zwischen 18 und 24 Jahren an. Bei 6 Personen (5,9%) handelt es sich um ein Alter zwischen 35 bis 44 Jahren. 3 Personen (3%) befinden sich zwischen 45 und 59 Jahren. Eine Person (1%) gab das Alter von 60 Jahren oder älter an. Beteiligt hat sich ausschließlich eine Person (1%), welche unter 18 Jahre alt ist.

<sup>106</sup> Eigene Darstellung

Frage 14

Welchem Geschlecht ordnen Sie sich zu?

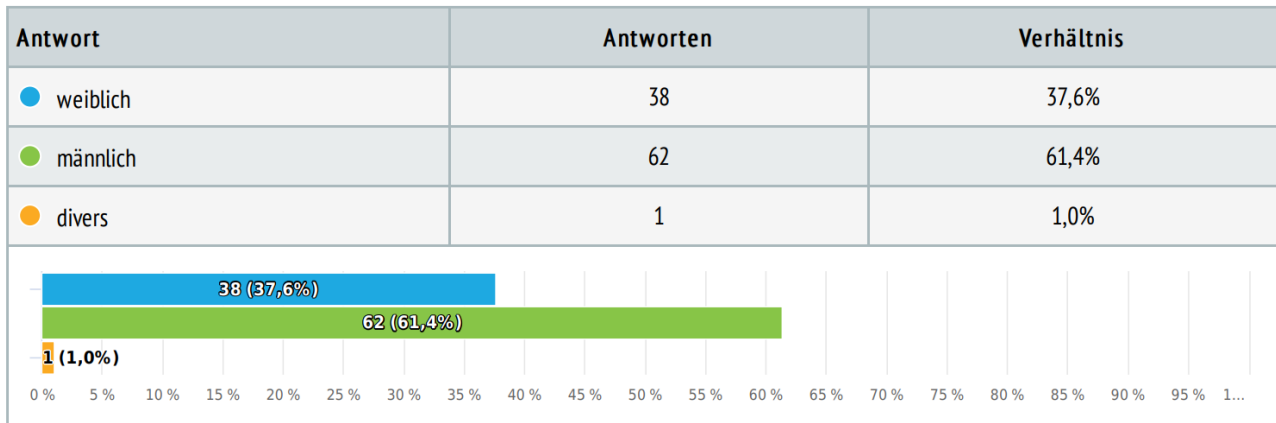


Abbildung 30 Geschlechtsabfrage<sup>107</sup>

Insgesamt sind 62 Personen (61,4%) männliche Teilnehmer. Die weibliche Teilnehmeranzahl beläuft sich auf 38 Personen (37,6%). Eine Person (1%) ordnet sich dem Geschlecht divers an.

<sup>107</sup> Eigene Darstellung

## 7. Diskussion

Um die Eignung des autonomen Fahrens hinsichtlich der Personenbeförderung zu untersuchen, wurde eine quantitative Forschung durchgeführt. Dies hatte den Hintergrund, einen Überblick über die Denkweise sowie Meinung der Allgemeinheit zu erlangen. Dafür wurde eine Online Umfrage durchgeführt, welche von insgesamt 101 Probanden vollständig beantwortet wurde. Im Vorfeld wurde eine ausführliche Literaturrecherche betrieben, welche im späteren Verlauf ebenfalls als Unterstützung zur Fragebogenkonstruktion diente.

Die erfassten Antworten der Umfrage zeigen auf, dass die meisten Personen fahrerlose Transportmittel zur Fortbewegung in Anspruch nehmen würden. Ein Großteil der Probanden erwähnt ebenfalls einen sehr wichtigen Aspekt, hinsichtlich künftiger Forschungen. Sie befürworten, dass ein stärkerer Fokus auf den Fortschritt der Entwicklung im Bereich des autonomen Fahrens gelegt werden soll. Vorab lässt sich somit im Rahmen dieser Forschung festlegen, dass das autonome Fahren zur Personenbeförderung geeignet ist. Demnach werden die aufgezeigten Bedenklichkeiten entkräftet.

Im Grunde stellen die Ergebnisse eine Akzeptanz für autonome Verkehrsmittel zur Fortbewegung dar. Die meisten Personen nutzen ein PKW zur Fortbewegung, während ebenfalls ein großer Teil die öffentlichen Verkehrsmittel (Bus, Bahn) oder das Fahrrad nutzt. In allen Bereichen beläuft sich die Entwicklung des assistierten / autonomen Fahrens, auf ein unterschiedliches Niveau. Die Angaben zur Nutzungsart können eine Anregung dafür sein, dass in diesen Bereichen innovative Fortschritte angestrebt werden sollten. Demnach würden autonome PKWs und Busse einen Mehrwert zur Personenbeförderung beitragen. Die meisten Teilnehmer sind schließlich bereit, fahrerlose Transportmittel zu nutzen. Dies könnte möglicherweise damit zu tun haben, dass die meisten Teilnehmer bereits mit diversen Assistenzsystemen vertraut sind und diese teilweise täglich nutzen. Durch die Vertrautheit mit verschiedenen Systemen empfinden diese Nutzer autonome Fahrzeuge eventuell als sehr zuverlässig, da Teilsysteme bereits bekannt sind. Die Teilnehmeranzahl, welche fahrerlose Transportmittel nicht in Anspruch nehmen würde, war ebenfalls durch bestimmte Bedingungen gesunken. Einer der meist genannten Bedingung war die Anwesenheit eines Fahrers zur Kontrolle der Fahrten. Möglicherweise wurde diese Bedingung von Personen gestellt, welche bislang keine Erfahrungen mit Assistenzsystemen gemacht haben. Demnach kann bei einer täglichen Nutzung sowie Bewährung des Systems, die Bedingung für diese Nutzer an Relevanz verlieren. Diese Erkenntnis verhilft zur Anregung expliziter Empfehlung, hinsichtlich der Einführung von solch einem System. Um bereits zu Beginn eine hohe Akzeptanzrate zu erreichen, sollte ein Fahrer bzw. Kontrolleur für die Fahrten dabei sein. Dadurch werden, laut Ergebnissen, autonome Transportmittel für die Gesellschaft annehmbarer. Mit der Zeit können die Fahrer bzw. Aufsichten reduziert werden, um wie geplant autonom zu verkehren. Wie genannt besteht die Möglichkeit, dass den Systemen nach mehrmaliger Nutzung mit Aufsicht, anschließend

auch ohne Aufsicht vertraut wird. Zu Beginn wäre der optimale Zeitpunkt, um die Bedingung zu erfüllen, da sich dies auf Dauer mit dem angestrebten Ziel nicht vereinbaren ließe. Die weiteren Bedingungen können auf Dauer realisiert werden, da sie das autonome Verkehren in seiner eigentlichen Form nicht verändern. Die restlichen Bedingungen werden von den jeweiligen Nutzern teilweise erfüllt, da sie eigenständig entscheiden ob sie allein, in Gemeinschaft, auf der Autobahn oder in der Stadt den Service nutzen möchten. Dementsprechend ist ebenfalls Voraussetzung, dass alle Möglichkeiten angeboten werden. Die Notwendigkeit der Erfüllung von verschiedenen Bedingungen wird ersichtlich, wenn die Ergebnisse der Umfrage betrachtet werden. Ohne jegliche Bedingungen würden 38 Personen (37,6%) keine autonomen Transportmittel nutzen. Dabei liegt eine Akzeptanz von 63 Personen (62,4%) vor. Im Fall, dass alle Bedingungen erfüllt werden, würden 18 Personen (17,8%) keine autonomen Transportmittel nutzen. Die Akzeptanz von 83 Personen (82,2%) liegt nun vor. Im Rahmen dieser Forschung und dessen Umfrageergebnisse, kann theoretisch mithilfe der Empfehlung die Akzeptanzrate um ca. 20% gesteigert werden. Es besteht weiterhin ein geringer Teil an Probanden, welche autonome Transportmittel zur Fortbewegung nicht in Erwägung ziehen würden. Dieser Teil kann durch die Empfehlungen minimiert, jedoch vorerst nicht vollständig aufgelöst werden. Dies bestätigt allerdings nochmals, dass die Untersuchung der Eignung erforderlich bzw. Hinterfragung der Akzeptanz gerechtfertigt war. Selbst wenn einige Personen für die eigene Nutzung das assistierte Fahren bevorzugen, würde jedoch der Großteil zur externen Fortbewegung ebenfalls auf fahrerlose Verkehrsmittel zurückgreifen. Den meisten Probanden ist eine Ausreifung der Technik am wichtigsten, sodass die Systeme zuverlässig und problemlos funktionieren. Sollte die Voraussetzung erfüllt sein, ist es wichtig, dies den Nutzern zu übermitteln. Demnach kann im Rahmen dieser Arbeit empfohlen werden, dass auf verschiedenen Arten dafür geworben werden sollte. Insbesondere soll das Werben zur Verdeutlichung einer ausgereiften Technik dienen. Dies kann durch Werbespots im Fernsehen oder auf social Media Kanälen erreicht werden. Die genannten Werbemethoden ermöglichen den Personen eine Vorstellung über real existierender Technik zu bekommen. Dies kann beinahe nur durch Werbespots im Videoformat erreicht werden. Darin könnten autonome Fahrscenarien in Gefahrensituationen o.ä. aufgezeigt werden. Somit könnte den Nutzern erste Bedenken genommen sowie die Erfüllung verschiedener Bedingungen übermittelt werden. Des Weiteren könnte eine Außenwerbung betrieben werden. Dafür kann man bspw. autonome Fahrzeuge ohne Passagiere verkehren lassen, idealerweise für alle Straßenverkehrsarten. Um auf die realen, fahrerlosen Werbefahrzeuge hinzuweisen, könnten optische Hinweise gesetzt werden. In diesem Fall wäre dies eine der geeignetsten Methoden, um Personen hinsichtlich der aktuellen Technik abzuholen. Beinahe alle Teilnehmer erwähnen die zusätzliche Sicherheit im Verkehr sowie den Komfort. Möglicherweise ist dies der Grund, dass sich die überwiegenden Teilnehmer eine komplett fahrerlose Verkehrswelt vorstellen können, da die Vorteile sie überzeugen.

Zu berücksichtigen gilt jedoch, dass es sich bei dieser Forschung im Großteil um Probanden im frühen Erwachsenenalter zwischen 18 und 34 Jahren handelt. In diesem Altersbereich konnten bereits verschiedene Personengruppen wie Schüler, Studenten, Azubis, Arbeiter o.ä. aufgegriffen werden, jedoch sind die Ergebnisse für das mittlere sowie höhere Erwachsenenalter nicht repräsentativ genug. Es kann sein, dass verschiedene Personengruppen sich aktuell mit der Thematik befassen und dadurch offener gegenüber diesem sind. Die mögliche Befassung mit der Thematik wird von da hergeholt, weil Personengruppen im frühen Erwachsenenalter eher zur Zielgruppe verschiedener Lehrveranstaltungen o.ä., basierend auf aktuellen Ereignissen, angehören. Dementsprechend sind sie zumal auf dem neusten Stand der Dinge sowie tiefer in der Materie. Es wäre interessant sowie von Relevanz, eine repräsentative Meinung älterer Teilnehmer zu erlangen. Daher wäre die Empfehlung für eine weitere Forschung, eine Umfrage im selben Stil für die ältere Gesellschaft im Altersbereich zwischen 35 und 60 aufwärts durchzuführen. Idealerweise wäre eine Befragung in sämtlichen verschiedenen Altersgruppen mit einer jeweils ähnlichen Teilnehmeranzahl. Somit würde ein Ergebnis, der beinahe absoluten Allgemeinheit, erzielt werden können.

## 8. Fazit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Eignungsfähigkeit des autonomen Fahrens zur Personenbeförderung zu untersuchen. Für die Untersuchung der Eignung wurde ausschließlich die Meinung der Allgemeinheit berücksichtigt, da diese letztlich über die Eignung bestimmt. Um theoretisch relevante Grundlagen darzustellen, wurde zu Beginn eine ausführliche Literaturrecherche betrieben. Diese diente zumal dazu, um ein generelles Wissen über das autonome Fahren sowie dessen Vorstufen bzw. Entwicklung zu erlangen und um auf den Stand der aktuellen Technik zu kommen. Im weiteren Verlauf wurde auf den Personenverkehr eingegangen, um grundsätzlich potenzielle Personentransportmittel aufzuzeigen. Im Anschluss wurde Bezug auf aktuelle Use-Cases hinsichtlich des assistierten sowie autonomen Fahrens genommen. Dabei wurden verschiedene Verkehrsmittel zur Personenbeförderung aufgezeigt, welche sich in unterschiedlichen Entwicklungsphasen befinden. Anhand vorhandener sowie zu benötigenden Informationen, wurde eine quantitative Forschung mittels einer Online Umfrage durchgeführt. Dies sollte die Gedanken sowie Nutzbereitschaft für autonome Transportmittel zur Fortbewegung aufzeigen. Infolgedessen, wurden ebenfalls die nutzenden Verkehrsmittelarten erfasst. Dies war relevant, ob bei einer Akzeptanz des autonomen Fahrens zur Personenbeförderung, die nutzenden Verkehrsmittel generell auf einen autonomen Zustand zu bringen wären. Anschließend wurden die Ergebnisse der Umfrage dargestellt und erläutert. Infolgedessen, wurden in der Diskussion die Ergebnisse kritisch betrachtet und kommentiert. Demnach hat die Mehrheit dafür gestimmt bzw. wird durch die Umfrage bestätigt, dass künftige, autonome Transportmittel genutzt werden würden. Die ausschlaggebenden Aspekte waren die zusätzliche Sicherheit im Verkehr sowie der zusätzliche Komfort. Die Hauptvoraussetzung war eine Serienreife sowie zuverlässige Entwicklung des Systems. Erfordernde Maßnahmen zur Forschung und Entwicklung des Systems wurde ebenfalls von der Mehrheit befürwortet.

Im Rahmen dieser Forschung sowie angegangener Forschungsfrage, kann abschließend unterstrichen werden, dass das autonome Fahren zur Optimierung der bislang konventionellen Personentransportmittel, durch die Akzeptanz der Nutzer, geeignet ist. Die Ergebnisse stützen ebenfalls die Motivation dieser Arbeit, da einige Probanden autonome Transportmittel zur Fortbewegung nicht nutzen würden. Demzufolge wird die Existenz der genannten Bedenken als bestehend erwiesen. Des Weiteren konnten durch die Forschung ebenfalls Verbesserungsvorschläge bzw. Empfehlungen ausgesprochen werden. Letztlich betrachtet ist es zweckvoll sowie rentabel, weiterhin in die Forschung und Entwicklung zu investieren.



## Literaturverzeichnis

- AutoBild* (Assistenzsysteme im Motorrad: Will man das alles?, 2022): Assistenzsysteme im Motorrad: Will man das alles? (2022), <https://www.autobild.de/artikel/motorrad-assistenzsysteme-bmw-r-1250-rt-21352553.html> (Zugriff: 31.07.2022)
- AUTOMOBIL-INDUSTRIE* (Autonomes Fahren, 2022): Autonomes Fahren (2022), <https://www.automobil-industrie.vogel.de/mercedes-bietet-drive-pilot-fuer-s-klasse-und-eqs-an-a-1115962/#:~:text=Mercedes%20bietet%20seinen%20%E2%80%9EDrive%20Pilot,fahren%20%E2%80%93%20zumindest%20unter%20bestimmten%20Voraussetzungen.&text=Als%20erster%20Autohersteller%20bietet%20Mercedes%20hochautomatisiertes%20Fahren%20als%20Sonderausstattung%20f%C3%BCr%20Serienfahrzeuge%20an.> (Zugriff: 28.07.2022)
- Automobile:Müller* (AUTOWISSEN KOMPAKT: WAS IST PDC?, 2019): AUTOWISSEN KOMPAKT: WAS IST PDC? (2019), <https://automobile-mueller.info/blog/autowissen-kompakt-was-ist-pdc> (Zugriff: 20.07.2022)
- automotiveIT* (Autonomes Fahren, 2021): Autonomes Fahren (2021), <https://www.automotiveit.eu/technology/autonomes-fahren/welcher-autobauer-hat-beim-autonomen-fahren-die-nase-vorn-124.html> (Zugriff: 28.07.2022)
- bergischeblaetter* (Radartechnik für E-Bikes, 2020): Radartechnik für E-Bikes (2020), <https://www.bergischeblaetter.de/wuppertal-aktiv-e-bikes/> (Zugriff: 09.08.2022)
- deutschebahn* (Autonom und auf Abruf: Neue fahrerlose E-Shuttles verstärken den Nahverkehr, 2022): Autonom und auf Abruf: Neue fahrerlose E-Shuttles verstärken den Nahverkehr (2022), <https://www.deutschebahn.com/pr-muenchen-de/aktuell/presseinformationen/Autonom-und-auf-Abruf-Neue-fahrerlose-E-Shuttles-verstaerken-den-Nahverkehr-7662860> (Zugriff: 09.08.2022)
- Dr. Michael, Ludovisy* (Die Zukunft der Mobilität, 2022): Die Zukunft der Mobilität, in: Autoflotte (2022), Heft 1-2, S. 23-25
- EU, Offizielle Webseite der* (publication-detail, 2021): publication-detail (2021), <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/36fd3041-807a-11eb-9ac9-01aa75ed71a1> (Zugriff: 28.07.2022)
- Göde, Both* (Keeping Autonomous Driving Alive, 2020): Keeping Autonomous Driving Alive, Opladen: Verlag Barbara Budrich GmbH, 2020
- golem.de* (BMW stellt selbstfahrendes Motorrad vor, 2018): BMW stellt selbstfahrendes Motorrad vor (2018), <https://www.golem.de/news/autonomes-fahren-bmw-stellt-selbstfahrendes-motorrad-vor-1809-136555.html> (Zugriff: 30.07.2022)
- golem.de* (Waymo schickt fahrerlose Autos durch San Francisco 2022): Waymo schickt fahrerlose Autos durch San Francisco (2022), <https://www.golem.de/news/autonomes-fahren-waymo-schickt-fahrerlose-autos-durch-san-francisco-2203-164280.html> (Zugriff: 29.07.2022)
- Haken, Karl-Ludwig* (Grundlagen der Kraftfahrzeugtechnik, 2015): Grundlagen der Kraftfahrzeugtechnik: Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2015
- Hauer, Florian* (On Scenario-Based Testing of Automated and Autonomous Driving Systems, 2021): On Scenario-Based Testing of Automated and Autonomous Driving Systems, München, 2021
- heise.de* (Autonome Vehikel: Selbstfahrendes Motorrad von BMW, 2019): Autonome Vehikel: Selbstfahrendes Motorrad von BMW (2019), <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Selbstfahrendes-Motorrad-von-BMW-4267458.html> (Zugriff: 30.07.2022)
- International Transport Forum* (Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015): Automated and Autonomous Driving - Regulation under uncertainty, 2015
- International Transport Forum* (Safer Roads with Automated Vehicles? , 2018): Safer Roads with Automated Vehicles? , 2018
- Jaspers, Hanno* (Towards Autonomous Driving with Visual Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, 2021): Towards Autonomous Driving with Visual

- Landmarks - Camera-based Mapping and Localization in Unknown Terrain, München: Jaspers, Hanno, 2021
- Kfz.net* (Distrionic Plus, o.J): Distrionic Plus (o.J), <https://www.kfz.net/autolexikon/distrionic-plus/> (Zugriff: 20.07.2022)
- Krause, Wencke* (Das Fahrrad–ein alltägliches Verkehrsmittel?, 2006): Das Fahrrad–ein alltägliches Verkehrsmittel?, in: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland-Leben in Deutschland 12 (2006), S. 86-88
- Lötscher, Lienhard/Mayer, Oliver/Monheim, Rolf* (Mobilität und Verkehrsmittelwahl, 2001): Mobilität und Verkehrsmittelwahl, in: Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Bd 9 (2001), S. 58-61
- Maier, Oliver* (Modellbasierte Entwicklung eines aktiven Sicherheitssystems für elektrifizierte Fahrräder, 2018): Modellbasierte Entwicklung eines aktiven Sicherheitssystems für elektrifizierte Fahrräder: KIT Scientific Publishing, 2018
- Maurer, Markus u.a.* (Einleitung, 2015): Einleitung, in: *Maurer, Markus (Hrsg.): Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* Heidelberg: Springer-Verlag, 2015, S. 1-9
- Maurer, Markus u.a.* (Entwicklung- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken, 2015): Entwicklung- und Freigabeprozess automatisierter Fahrzeuge: Berücksichtigung technischer, rechtlicher und ökonomischer Risiken, in: *Thomas, Winkle (Hrsg.): Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* Heidelberg: Springer-Verlag, 2015, S. 611-635
- Maurer, Markus u.a.* (Predicting of Machine Perception for Automated Driving, 2015): Predicting of Machine Perception for Automated Driving, in: *Klaus, Dietmayer (Hrsg.): Autonomous Driving - Technical, Legal and Social Aspects*, Heidelberg: Springer-Verlag, 2015, S. 407-424
- Maurer, Markus u.a.* (Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, 2015): Sicherheitskonzept für autonome Fahrzeuge, in: *Andreas, Reschka (Hrsg.): Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte* Heidelberg: Springer-Verlag, 2015, S. 489-513
- Michael Botsch/Wolfgang Utschick* (Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, 2020): Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren, München: Carl Hanser, 2020
- MIXED* (Autonomes Fahren: So steht es um die Technik, 2021): Autonomes Fahren: So steht es um die Technik (2021), <https://mixed.de/autonomes-fahren-stand-der-technik-und-die-fuenf-stufen/> (Zugriff: 29.07.2022)
- PARKING, APCOA* (Stuttgart airport set to welcome fully automated and driverless parking, 2020): Stuttgart airport set to welcome fully automated and driverless parking (2020), <https://www.apcoa.com/press/press-releases/article/stuttgart-airport-set-to-welcome-fully-automated-and-driverless-parking/> (Zugriff: 09.08.2022)
- Pedelec&E-Bikes* (Aptiv macht E-Bike fahren mit intelligenter Radartechnik sicherer, 2020): Aptiv macht E-Bike fahren mit intelligenter Radartechnik sicherer (2020), <https://pedelec-elektrofahrrad.de/news/aptiv-macht-e-bike-fahren-mit-intelligenter-radartechnik-sicherer/584095/> (Zugriff: 31.07.2022)
- Pfaffenbichler, Paul C.* (Verkehrsmittel und Strukturen 2001): Verkehrsmittel und Strukturen in: Verkehr und Mobilität, Herausgeber: Knoflacher, H., Wissenschaft & Umwelt INTERDISZIPLINÄR, Wien (2001), S. 35-42
- RadMarkt* (Aptiv entwickelt radargestütztes Kollisionswarnsystem für E-Bikes, 2020): Aptiv entwickelt radargestütztes Kollisionswarnsystem für E-Bikes (2020), <https://radmarkt.de/nachrichten/aptiv-entwickelt-radargestuetztes-kollisionswarnsystem-fuer-e-bikes> (Zugriff: 31.07.2022)
- Regio, DB* (Autonomes Fahren, 2022): Autonomes Fahren (2022), <https://www.dbr regio.de/innovationen/autonomes-fahren> (Zugriff: 30.07.2022)
- Riener, Andreas u.a.* (Autonome Shuttlebusse im ÖPNV - Analysen und Bewertung zum Fallbeispiel Bad Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planersicher Sicht, 2020): Autonome Shuttlebusse im ÖPNV - Analysen und Bewertung zum Fallbeispiel Bad

- Birnbach aus technischer, gesellschaftlicher und planerischer Sicht, in: *Barillere-Scholz, Michael/Büttner, Chris/Becker, Andreas (Hrsg.): Mobilität 4.0: Deutschlands erste autonome Buslinie in Bad Birnbach als Pionierleistung für neue Verkehrskonzepte*, Heidelberg: Springer-Verlag, 2020, S. 15-21
- Scaramuzza, Gianantonio/Clausen, Nathalie* (Elektrofahrräder (E-Bikes), 2010): *Elektrofahrräder (E-Bikes)* (2010)
- Schnieder, Lars* (Strategisches Management von Fahrzeugflotten im öffentlichen Personenverkehr: Begriffe, Ziele, Aufgaben, Methoden, 2018): *Strategisches Management von Fahrzeugflotten im öffentlichen Personenverkehr: Begriffe, Ziele, Aufgaben, Methoden*, Heidelberg Springer-Verlag, 2018
- Schopf, Josef Michael* (Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel, 2001): *Mobilität & Verkehr–Begriffe im Wandel*, in: *Verkehr und Mobilität*, Herausgeber: Knoflacher, H., Wissenschaft & Umwelt INTERDISZIPLINÄR, Wien (2001), S. 3-11
- Schramm, Dieter u.a.* (Fahrzeugtechnik: technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge, 2017): *Fahrzeugtechnik: technische Grundlagen aktueller und zukünftiger Kraftfahrzeuge*: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017
- stern* (Dieser Jaguar fährt ohne Fahrer: Waymo testet autonome Autos in San Francisco 2022): *Dieser Jaguar fährt ohne Fahrer: Waymo testet autonome Autos in San Francisco (2022)*, <https://www.stern.de/auto/google-tochter-waymo-testet-autonomes-fahren-in-san-francisco-video--31750526.html> (Zugriff: 29.07.2022)
- t-online*. (Assistenzsysteme Opel Astra K, o.J): *Assistenzsysteme Opel Astra K (o.J)*, [https://www.t-online.de/auto/neuheiten-fahrberichte/id\\_75336170/bilder/assistenzsysteme-opel-astra-k.html](https://www.t-online.de/auto/neuheiten-fahrberichte/id_75336170/bilder/assistenzsysteme-opel-astra-k.html) (Zugriff: 20.07.2022)
- wiesenthal* (PARKTRONIC & 360 Kamera, o.J): *PARKTRONIC & 360 Kamera (o.J)*, <https://wiesenthal.at/wiesenthal-bewegt/unschlagbare-kombination-parktronic-360-kamera> (Zugriff: 20.07.2022)
- ZEITUNG, AUTO* (Spurhalteassistent im Auto, 2018): *Spurhalteassistent im Auto (2018)*, <https://www.autozeitung.de/spurhalteassistent-im-auto-194745.html> (Zugriff: 20.07.2022)
- ZUKUNFT, AUTO360.de DIE MOBILITÄT DER* (Spurwechselassistent oder Side Assist, 2020): *Spurwechselassistent oder Side Assist (2020)*, <https://auto360.de/assistenzsysteme-funktion-und-nutzen-folge-4-teilautonomes-fahren> (Zugriff: 20.07.2022)

## Anhang 1: Fragebogen

### 1. Welche der folgenden Verkehrsmittel nutzen Sie?\*

Wählen Sie eine oder mehr Antworten

PKW

Zweikrafträder (Motorrad, Roller ...)

Öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn ...)

Fahrrad

Zu Fuß

Sonstige Verkehrsmittel...

### 2. Welche Art des Straßenverkehrs nutzen Sie am häufigsten?\*

Wählen Sie eine oder mehr Antworten

Stadtverkehr

Überlandverkehr

Autobahnverkehr

Sonstige Verkehrsart...

### 3. Fahren Sie überwiegend allein oder in gesellschaftlicher Gemeinschaft (Car-Sharing ...)?\*

Wählen Sie eine Antwort

Überwiegend allein

Überwiegend in Gemeinschaften

### 4. Ist Ihnen autonomes Fahren (selbstfahrende Fahrzeuge / Transportsysteme) bekannt?\*

Wählen Sie eine Antwort

Ja

Nein

### 5. Würden Sie fahrerlose Verkehrsmittel zur Fortbewegung nutzen?\*

Wählen Sie eine Antwort

Ja

Nein

## 6. Falls nein, welche der folgenden Bedingungen würde Ihnen möglicherweise doch einen Anreiz zur Nutzung bieten?\*

Wählen Sie eine oder mehr Antworten

Für die Nutzung weiterhin keine bestimmten Bedingungen erforderlich

Bei Anwesenheit eines menschlichen Fahrers zur Kontrolle der Fahrten

Ausschließlich bei Nutzung in Gemeinsamkeit mit anderen Mitfahrern

Für ausschließlich Stadtfahrten

Für ausschließlich Autobahnfahrten

Nein, die Anwesenheit eines aktiven Fahrers bleibt erforderlich

Sonstige Bedingung...



**7. Die Vorstufe zum autonomen Fahren ist das assistierte Fahren (Spurhalteassistent, Parkassistent, adaptive Geschwindigkeitsregelung ...). Haben Sie in diesem Bereich bereits Erfahrungen gemacht?\***

Wählen Sie eine Antwort

Ja, nur getestet

Ja, tägliche Nutzung - sehr hilfreich

Nein, keine Erfahrungen

**8. Denken Sie, dass derartige Assistenzsysteme bestimmte Aspekte beeinflussen können?\***

Wählen Sie eine oder mehr Antworten

Zusätzliche Sicherheit im Verkehr

Zusätzlicher Komfort während der Fahrt

Fahrlässige Fahrzeugführung durch Verlass auf Systeme

Keine Beeinflussung

Sonstige Aspekte...



## 9. Würden Sie für die eigene Nutzung das assistierte oder autonome Fahren bevorzugen?\*

Wählen Sie eine Antwort

Assistiertes Fahren

Autonomes Fahren

## 10. Würden Sie einen Fahrer beim Nutzen von externen Transportmittel bevorzugen, welcher zusätzlich anhand verschiedener Assistenzsystemen unterstützt wird?\*

Wählen Sie eine Antwort

Ja

Nein, Fahrer ohne Unterstützung genügt

Fahrerlose bzw. autonome Transportmittel eher bevorzugt

## 11. Können Sie sich für die Zukunft eine komplett fahrerlose Verkehrswelt zur Fortbewegung vorstellen?

\*

Wählen Sie eine Antwort

Ja

Nein

Höchstens assistiertes Fahren

## 12. Soll Ihrer Meinung nach mehr Wert auf den Fortschritt hinsichtlich der Entwicklung des autonomen Fahrens gelegt werden? Begründen Sie Ihre Meinung.\*

Aus welchem Grund "Ja" bzw. "Nein"

Schreiben Sie einen kurzen Text...



500

### 13. Wie alt sind Sie?\*

Wählen Sie eine Antwort

unter 18

18-24

25-34

35-44

45-59

60 und älter

### 14. Welchem Geschlecht ordnen Sie sich zu?\*

Wählen Sie eine Antwort

weiblich

männlich

divers

## Anhang 2: Antworten von Frage 12

### 12 Soll Ihrer Meinung nach mehr Wert auf den Fortschritt hinsichtlich der Entwicklung des autonomen Fahrens gelegt werden? Begründen Sie Ihre Meinung.

Text Frage , geantwortet 101 x, unbeantwortet 0 x

- Definitiv sollte das Thema präsent sein und aktiv verfolgt werden. Genauso sollen Investitionen in diesen Bereichen fließen. Allerdings sollte bewusst sein, dass unabhängig von der Investitionssumme Grenzen durch begrenzte Rechenkapazitäten gesetzt sind. Zumal eine bestimmte Entwicklungszeiten von Nöten sind bis die Systeme einen Großteil der Risikosituationen erlernt haben. Meine Meinung: ja! Es soll in die Richtung gehen. Wobei am Ende ein Teil der Level 0 Autos als Spaßfaktor am leben bleiben
- Es könnte den Verkehr sicherer machen, aber nur wenn es nur noch autonomes Fahren gibt. Ich denke eine Mischform aus autonomen und assistierten Fahren wäre zu gefährlich.
- Es sollte Wert darauf gelegt werden da es um die Sicherheit der Menschen geht
- Für ältere Leute wäre es eine gute Idee.
- Für das digitale Zeitalter ist es wichtig, aber ich finde es ist noch nicht sicher genug.
- Ich würde eher auf nein tendieren, weil ich selber schon Autonom gefahren bin auch wenn es nur für Sekunden war. Bei höheren Geschwindigkeiten ist es ziemlich schwierig sich auf das System zu verlassen. In der Stadt wäre es mir eigentlich lieber Vorallem bei Niederlagen Geschwindigkeiten.
- J
- (9x) Ja
- (2x) Ja
- Jaa aufjedenfall. Mehr Sicherheit
- Ja, allein aus Bequemlichkeit
- Ja, als Industriestandort ist es wichtig für Deutschland in diesem Bereich erfolgreich zu sein.
- Ja aufgrund des ständigen Fortschritts der Technik muss man mehr Wert darauf legen sieht Mercedes Benz.
- Ja aufjedenfall, sobald es perfektioniert wird, wird es noch komforter für den Fahrer aber auch sicherer für den Straßenverkehr
- Ja, bin der Meinung das es viel zur Sicherheit im Verkehr beitragen kann
- Ja bis es reif genug ist um es umzusetzen
- Ja, da das ein wichtiger Schritt in die Zukunft ist
- Ja, dadurch auch Sicherheit im verkehr gesteigert werden kann.

- Ja, es wird immer mehr automatisiert auch in der Industrie.
- Ja für die Zukunft
- Ja, für mehr Sicherheit
- Ja, hilfreich für jeden, der ein Auto fährt.
- Ja ich finde dass man mehr Wert darauf legen soll, damit dies mit Sicherheit keine Gefahr entspricht und autonomes Fahren problemlos angewendet werden kann
- Ja in Kombination mit ai
- Ja, Innovationen sind immer wichtig
- Ja in Zukunft wird wichtig Technologie
- Ja, man kann auf diesem Weg bei lange Fahrten die Zeit effektiv nutzen zur Entspannung als auch für diverse Arbeiten
- Ja man muss international Konkurrenz fähig bleiben
- Ja. Schnellere Verbindung ohne Personenschaden.
- Ja , Sicherheitsgründen
- Ja um mehr Sicherheit zu erlangen
- Ja, vor allem weil es bei Müdigkeit weniger Unfälle geben würde.
- Ja weil aktuell passieren noch viel zu viele Unfälle weltweit
- Ja, weil das autonome Fahren eine Erleichterung ist
- Ja ,weil die allermeisten Verkehrsunfälle passieren aufgrund menschlichen Fehlverhaltens
- Ja weil die Passagiere die Fahrzeit frei nutzen können.
- Ja, weil die Welt sich immer weiterentwickelt und man auch Fortschritte in der Motorwelt macht. Dazu gehört das autonome Fahren.
- Ja dadurch für alle Personen ein Fortbewegen möglich
- Ja, dadurch können Unfälle durch fahrlässige Fahrer (Alkoholkonsum o.ä) vermieden werden.
- Ja, da es bei einer guten Infrastruktur sicherer ist.
- Ja, da es voraussichtlich die Sicherheit im Straßenverkehr erhöht sowie Potenziale für den Umweltschutz bietet (zB durch Einsparung Kraftstoff durch autonomes Fahren)
- Ja, da komfortabler
- Ja, damit die Entwicklung soweit ausgebaut wird, damit man das auch als zuverlässige Alternative nutzen kann
- Ja, damit man die Zeit am Steuer wertvoller nutzen kann.
- Ja, damit man für sich selber entscheiden kann, ob das was für einen ist oder nicht
- Ja dann wird es eventuell sicherer
- Ja, da sich die Technik immer mehr weiterentwickelt. Im digitalen Zeitalter gewinnt das autonome Fahren auch immer mehr Aufmerksamkeit.
- Ja, da so mehr Sicherheit und Effizienz gewährleistet werden kann.
- Ja definitiv. Dies würde viele Menschen das Leben erleichtern und die Leistungsfähigkeit der individuellen Person mehr Freiraum geben.
- Ja, denn bislang lässt die Entwicklung auf zuverlässige Systeme deuten und wenn es so weitergeht dann kann das autonome fahren auch Serienreif werden
- Ja, denn es bringt viele Vorteile in verschiedenen Bereichen mit
- Ja die Unfallzahlen reduzieren dadurch.
- Ja, erleichtert den Fahrer und könnte stau vermeiden
- Ja. Es gibt bereits in Deutschland fahrerlose
- Ja es ist interessant und kann sehr gewinnerbringend werden
- Ja es ist wichtig mit der Zeit zu gehen
- Ja, es muss sicher genug sein um es in der Realität Anzuwenden. Es wird sicher sowieso dazu führen das es angewandt wird, dann soll zumindest genug Arbeit reinfließen
- Ja, es sollte mehr Wert auf den Fortschritt der Entwicklung gelegt werden. Zusätzlich sollte die Entwicklung des autonomen Fahrens tief in die Materie gehen, sodass man das Maximum an Sicherheit als auch Vertrauen bzw. Verlässlichkeit in das autonome Fahren hat. Deshalb sollte mehr Wert auf den Fortschritt gelegt werden.

- Ja weil es besser für die Umwelt ist ,sowohl auch sicherer im Straßenverkehr
- Ja, weil es besser für die Umwelt ist, sowohl auch sparsamer für den Verbraucher.
- Ja, weil es zukunftsorientiert ist
- Ja, wenn alles vollautomatisiert ist kann kein menschliches Versagen zu Unfällen führen.
- Ja, wenn die Sicherheit statt Komfort im Vordergrund gestellt wird.
- Ja, wenn die Technik weiterhin sich entwickelt und die Sicherheit der Passagiere gesichert wird.
- Ja, wenn es genug Sicherheit bietet und man sich auf die Technik verlassen kann. Nein, da dadurch Arbeitsplätze verloren gehen, wobei in der Entwicklung wieder welche offen stehen könnten. Also Ja!
- Ja, wenn es gut funktioniert erleichtert es den Verkehrsalltag
- Keine Ahnung
- Könnte man machen nicht unbedingt notwendig.
- Lak was für Autonom die sollen Benzin billiger machen
- Meiner Meinung nach reicht assistierendes fahren
- Nein
- (7x) Nein
- Nein, bin für assistiertes fahren
- Nein, da es meiner Meinung nach zu riskant ist nur einem Fahrzeug zu vertrauen.
- Nein, da ich selbst lieber mit meinem Auto fahre und kein autonomes Fahren bevorzuge.
- Nein, da man ohne einen Fahrer nie zu 100% sicher ist. Es muss immer einer im Auto sein.
- Nein, da mir Auto fahren Spaß macht und ich die Aufgabe nicht abgeben wollen würde
- Nein, da von Land zu Land unterschiedliche Standards gesetzt sind und man somit als viel-Reisender eventuell vom autonomen Fahren auch mal zum „analogen“ fahren greifen muss
- Nein, da wäre mir tatsächlich die Sicherheit zu gering .
- Nein. Der Fahrspaß geht komplett verloren.
- Nein, Fahrassistenz genügt
- nein, jemand sollte das Fahrzeug fahren.
- Sicherheit im Straßenverkehr, menschliche Fehler vermeiden
- Steigende Sicherheit
- Um sicheres autonomes fahren zu ermöglichen
- Wäre interessant wenn dahingehend Wert auf die Entwicklung von autonomen Fahren gelegt wird, da es ein sehr spannender Bereich ist. Jedoch ein Auto selbst zu steuern und dessen Funktionen zu nutzen bereitet mir viel Spaß.