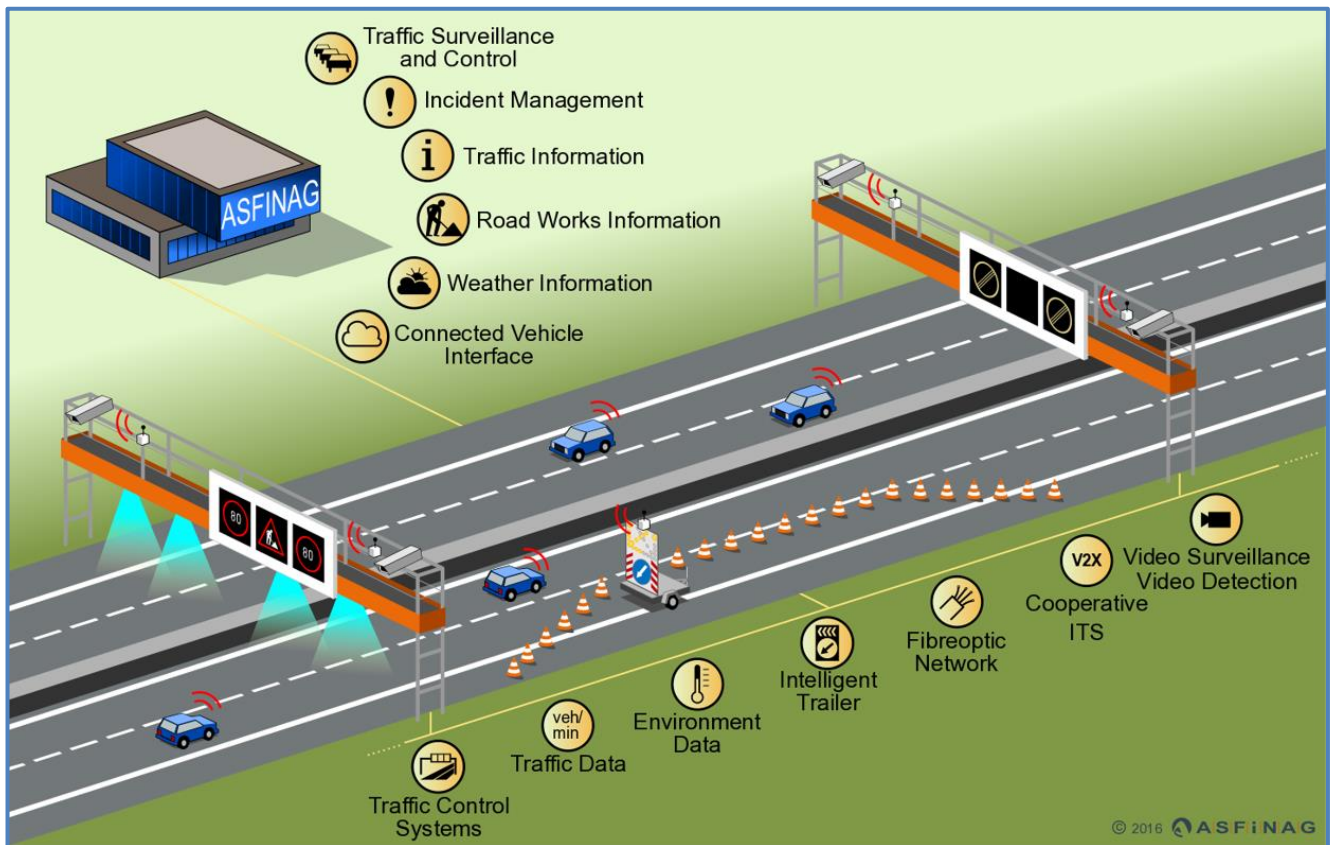


# Faktencheck Automatisiertes Fahren in Österreich



Wien, November 2018

Im Auftrag von:

DI Bernhard Hintermayer  
ASFINAG, Technische Koordination  
Rotenturmstraße 5-9, A-1011 Wien  
[bernhard.hintermayer@asfinag.at](mailto:bernhard.hintermayer@asfinag.at)



Erstellt durch:

Prof. Dr. Daniel Watzenig  
Institute of Automation and Control  
Graz University of Technology  
and Virtual Vehicle Research Center Graz  
[daniel.watzenig@tugraz.at](mailto:daniel.watzenig@tugraz.at)  
Inffeldgasse 21B/I, 8010 Graz



Wien, am 23.11.2018

## Faktencheck Automatisiertes Fahren in Österreich

### Vorwort

Kaum ein anderes Thema im Zusammenhang mit Transport und Verkehr beherrscht derzeit die Medien so stark wie das Automatisierte Fahren. Es entsteht oft der Eindruck, dass wir demnächst in vollautomatisierten Fahrzeugen unterwegs sein können, und keine aktiv lenkende Person mehr erforderlich sein wird. Österreichische und internationale Expertinnen und Experten sehen die Entwicklung jedoch eine wenig differenziert: Es gibt einige technische und regulative Hürden, die erst genommen werden müssen. Daher wird es noch eine gute Weile brauchen, bis wir uns von den Fahrzeugen chauffieren lassen können.

Aber eines steht fest: Hochautomatisierte Fahrzeuge werden zunächst auf der Autobahn eingesetzt werden können. Die Anforderungen an die Technik sowie die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen sind auf Autobahnen und Schnellstraßen weit weniger komplex, als auf Freilandstrecken oder gar im Stadtgebiet.

Als Autobahnbetreiber sehen wir uns daher in einer wesentlichen Rolle bei der Entwicklung des Automatisierten Fahrens. Wir bewegen uns im Spannungsfeld zwischen Industrie, Forschung, den Nutzerinnen und Nutzern der Autobahnen sowie den normativen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

Das war für uns Motivation, den vorliegenden Bericht zu erstellen, welcher die wesentlichen Fragestellungen rund um das Thema „Automatisiertes Fahren“ behandelt. Dabei haben wir den Fokus auf die Entwicklungen in Europa und Österreich gelegt, und das Thema objektiv und fachlich exakt, aber in allgemein verständlicher Sprache betrachtet.

Die Fragen wurden von Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ASFINAG zusammengestellt und gemeinsam mit Prof. Dr. Daniel Watzenig beantwortet. Dr. Watzenig ist Professor an der Technischen Universität Graz und Bereichsleiter am Forschungszentrum „Virtual Vehicle“.

Besonderer Dank für die Unterstützung bei der Erstellung des Faktenchecks gilt den Kolleginnen und Kollegen der Stabstelle „Mobilitätswende und Dekarbonisierung“ des Bundesministeriums für Verkehr Innovation und Technologie.

Bernhard Hintermayer, ASFINAG, Technische Koordination

## Inhaltsverzeichnis

1. Was ist unter den Begriffen „Automatisiertes Fahren“, „Autonomes Fahren“, „Fahrerloses Fahren“, „Selbstfahrende Autos“ zu verstehen? .....	4
2. Was wird von der neuen Technik erwartet? Was sind die Chancen und Risiken? .....	5
3. Wie sieht die Situation in Österreich aus? Wo und was wird getestet? .....	6
4. Welche Rolle hat die ASFINAG im Zusammenhang mit automatisiertem Fahren? .....	8
5. Welche Systeme sind bei neuen Fahrzeugen bereits verfügbar und welchem Automatisierungsgrad entspricht das? Wann wird es Fahrzeuge geben, die wirklich alles selber können, und keine lenkende Person mehr benötigt wird? .....	9
6. Was passiert wenn ein System ausfällt, z.B. durch eine verschmutzte Kamera oder ein anderweitiger Defekt eintritt? .....	11
7. Erkenne ich von außen, ob das Fahrzeug vor mir gerade automatisiert fährt? .....	12
8. Funktioniert Automatisiertes Fahren nur in Verbindung mit digitaler Kommunikation? .....	12
9. Werden automatisierte Fahrzeuge tendenziell schneller oder langsamer fahren? Wer gibt die Geschwindigkeit vor? .....	13
10. Wird der Abstand zwischen den automatisierten Fahrzeugen eher größer oder geringer? .....	13
11. Wie wird ein Hacker-Angriff vermieden, bzw. was passiert wenn das doch vorkommt? .....	14
12. Warum muss auch die Straßeninfrastruktur mit digitalen Komponenten ausgerüstet werden? Können die Fahrzeuge das nicht auch alleine? .....	14
13. Wie reagiert das Fahrzeug auf plötzlich auftretende und unvorhersehbare Hindernisse (z.B. Reh springt auf die Straße)? .....	16
14. Warum muss ich die Hände am Steuer lassen, wenn das Fahrzeug auch alleine steuern kann? Darf ich den Autobahnpiлотen oder Parkassistenten in Österreich benutzen? .....	17
15. Welche Gesetze müssen geändert werden, damit automatisiertes Fahren in Europa möglich wird? ..	18
16. Wie lange dauert es noch, bis ich auf der Autobahn nicht mehr selbst steuern muss und etwas anderes machen kann? .....	18
17. Stimmt es, dass in anderen Ländern schon vollautomatisiert gefahren werden kann? Wie wird geregelt, dass in allen europäischen Ländern der gleiche Automatisierungslevel erlaubt wird, damit ich auch automatisiert über die Grenze fahren kann? .....	19
18. Welche Daten muss ich zur Verfügung stellen, wenn ich automatisiert fahren möchte? Werde ich dadurch zum „gläsernen“ Menschen? .....	20
19. Wer haftet, wenn das automatisierte Fahrzeug durch einen Fehler einen Unfall verursacht? .....	21
20. Wie wird sichergestellt, dass bei Tests zum automatisierten Fahren keine Unfälle passieren? .....	22
21. Wird in Zukunft vorgegeben, wann, wo und wie ich automatisiert fahren darf? .....	23
22. Darf ich zukünftig mit konventionellen Fahrzeugen auf der Autobahn überhaupt noch fahren? .....	24
23. Brauche ich in Zukunft überhaupt noch einen Führerschein? .....	24
24. Literaturverzeichnis .....	25

## 1. Was ist unter den Begriffen „Automatisiertes Fahren“, „Autonomes Fahren“, „Fahrerloses Fahren“, „Selbstfahrende Autos“ zu verstehen?

Es gibt 6 Stufen, die beim automatisierten Fahren unterschieden werden und in der SAE J3016<sup>1</sup> definiert und beschrieben sind:

Level 0: Die lenkende Person übernimmt alle Fahrfunktionen.

Level 1: Das Fahrzeug kann gewisse Funktionen wie lenken, beschleunigen oder bremsen temporär übernehmen. Kontrollfunktionen sind voneinander unabhängig (z.B. automatische Abstandsregelung).

Level 2: Eine oder mehrere Funktionen arbeiten unter Berücksichtigung von Umgebungsinformationen zusammen. Die lenkende Person gibt die Kontrolle in gewissen Situationen ab, ist aber stets für die Überwachung verantwortlich (z.B. Einparkassistent oder „Autopilot“).

Level 3: Das Fahrzeug übernimmt alle fahrspezifischen Funktionen. Die lenkende Person kann / muss in kritischen Situationen die Kontrolle übernehmen.

Level 4: Sämtliche fahrspezifischen Funktionen werden vom Fahrzeug in einem definierten Verkehrsraum (z.B. Autobahn) bzw. in einem eingeschränkten Funktionsumfang (z.B. max. 60 km/h) übernommen. Die lenkende Person muss das System nicht überwachen und auch nicht eingreifen. Wird der Verkehrsraum verlassen (z.B. Autobahnausfahrt), dann muss die lenkende Person nach Aufforderung die Fahraufgaben wieder übernehmen.

Level 5: Das Fahrzeug kann alle Fahrfunktionen übernehmen und sämtliche Bedingungen/Situationen eigenständig beherrschen, die auch von der lenkenden Person bewältigt werden könnten. In diesem Zusammenhang spricht man auch von „fahrerlos“ bzw. „selbstfahrend“. Die klassischen Fahrzeugbedienungselemente wie Lenkrad und Pedale können entfallen.

Zusammengefasst können die unten angeführten Begriffe wie folgt erklärt werden:

Teilautomatisiert (Level 3): Der Fahrzeugführende muss die automatischen Funktionen ständig überwachen und darf keiner fahrfremden Tätigkeit nachgehen.

Hochautomatisiert (Level 4): Das automatische System erkennt seine Grenzen selbst und fordert in diesem Fall die Übernahme durch die fahrerführende Person rechtzeitig an. Fahrfremde Tätigkeiten der lenkenden Person sind begrenzt möglich.

Vollautomatisiert (Level 5): Das System kann alle Situationen automatisiert bewältigen; eine Überwachung durch die fahrerführende Person ist nicht erforderlich. Fahrfremde Tätigkeiten sind den Fahrzeugführenden erlaubt. Ebenso ist in dieser Stufe fahrerloses Fahren möglich [1].

Anmerkung: Im deutschsprachigen Raum hat sich der Begriff „automatisiert“ etabliert („der Mensch automatisiert das Fahrzeug“), während der Begriff „autonom“ in Fachkreisen vermieden wird

---

<sup>1</sup> Die Norm „SAE J3016 – Taxonomy and Definitions for Terms related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles“ beschreibt die Klassifizierung und Definition von Begriffen für straßengebundene Kraftfahrzeuge mit Systemen zum automatisierten Fahren.

(autonom im Sinne von „eigener Wille“, „eigenständiges Verhalten“). Im englischsprachigen Raum werden die Begriffe „automated“, „autonomous“ und „self-driving“ austauschbar verwendet.

Österreich-Bezug: Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie veröffentlichte erstmals 2016 einen „Aktionsplan Automatisiertes Fahren“ [2]. Ein neues „Aktionspaket Automatisierte Mobilität“ wurde im Herbst 2018 veröffentlicht.<sup>2</sup>

## 2. Was wird von der neuen Technik erwartet? Was sind die Chancen und Risiken?

Das automatisierte und vernetzte Fahren hat das Potential für wesentliche Verbesserungen. Aber es bestehen auch erhebliche Risiken, die hier erwähnt werden sollen.

Folgende Vorteile können im Zusammenhang mit Automatisiertem Fahren angeführt werden:

- Vermeidung von Unfällen: In Österreich sind im Jahr 2017 (Quelle: Statistik Austria 2018) 414 Personen im Straßenverkehr ums Leben gekommen (davon 72 Fußgänger). Die Hauptursachen (69%) waren Ablenkung von der Fahraufgabe, unangepasste Geschwindigkeit und Vorrangverletzung. Ursachen, die durch unterschiedliche Automatisierungsgrade positiv beeinflussbar sind.

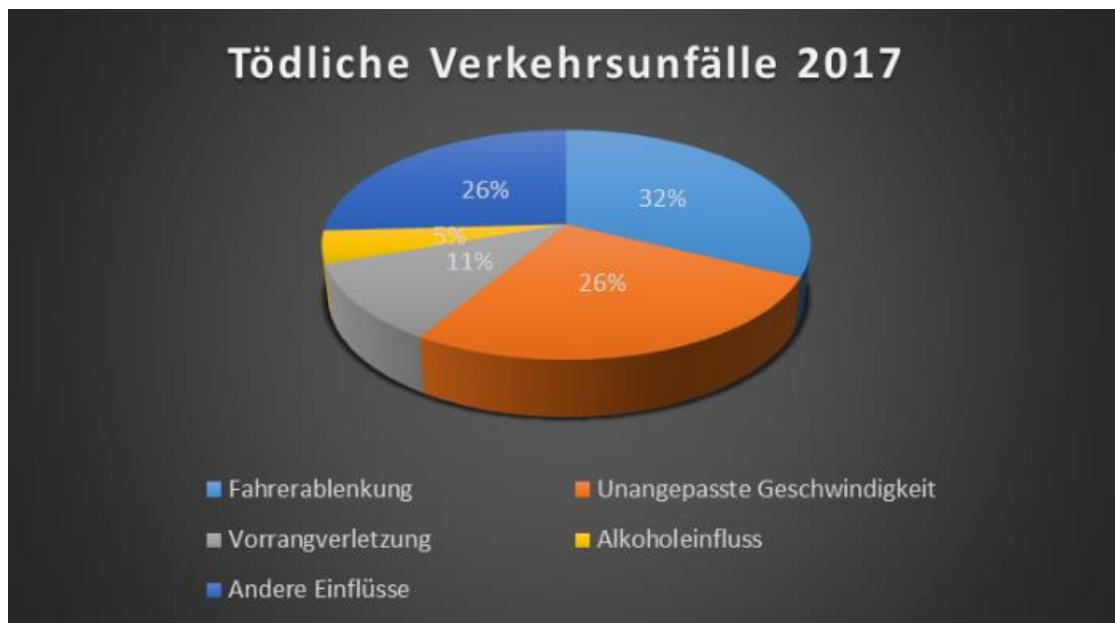


Abbildung 1: Tödliche Verkehrsunfälle und Ursachen (Statistik Austria, 2018)

- Harmonisierung des Verkehrsflusses: Durch die Nutzung automatisierter und vernetzter Fahrzeuge können stockender Verkehr und Staus vermieden, reduziert oder umfahren werden.
- Verbesserung der individuellen Mobilität: Vollautomatisierte Fahrzeuge verhelfen Menschen, die heute nicht selbst fahren möchten, können oder dürfen, zu einem höheren Grad an individueller Mobilität.

<sup>2</sup> <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/automatisiert.html>

- Niedrigerer Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß: Automatisierte und vernetzte Fahrzeuge verfügen über das Potenzial den Energieverbrauch durch vorausschauende Fahrweise zu optimieren und somit den Schadstoffausstoß zu reduzieren. Vernetzte Fahrzeuge sind über das Verkehrsaufkommen informiert und können Aktionen wie Bremsen und Beschleunigen frühzeitig und synchron durchführen [3].

Es gibt aber auch Kritik an aktuellen Fahrassistentenfunktionen wie dem Autopiloten (Level 2), da diese unrealistische Erwartungen wecken und gefährliches Verhalten im Straßenverkehr verursachen und ein falsches Sicherheitsgefühl vermitteln können [4].

Unterschiedliche Studien ergaben auch, dass die Technologie dazu verleitet, noch mobiler zu werden und das Auto bzw. die damit verbundenen Services häufiger zu nutzen. Das ohnehin schon hohe Verkehrsaufkommen kann dadurch weiter steigen und man erzielt einen gegenteiligen Effekt. Zudem können Fehler in der standardisierten Software zu Fehlverhalten und evtl. zu Unfällen führen. Sind die Systeme zusätzlich mit dem Internet verbunden, sind Angriffe von Hackern nicht auszuschließen [5].

Weiters gibt es anhaltende Diskussionen darüber, wie automatisierte Fahrzeuge mit ethischen Entscheidungen umgehen sollen. Wie soll der Computer entscheiden, wenn ein Unfall nicht mehr zu vermeiden ist? Menschenleben können kaum gegeneinander aufgewogen werden, schon gar nicht von einer Maschine [6]. Die vom deutschen Verkehrsminister Alexander Dobrindt eingesetzte Ethik-Kommission zum automatisierten Fahren legte im Juni 2017 ihren Abschlussbericht vor. Das Experten-Gremium unter der Leitung des ehemaligen Bundesverfassungsrichters Prof. Dr. Udo Di Fabio hat darin Leitlinien für die Programmierung automatisierter Fahrsysteme entwickelt<sup>3</sup>. Der Bericht definiert und beschreibt 20 ethische Regeln für den automatisierten und vernetzten Fahrzeugverkehr. Wesentlich ist hierbei, *„dass bei unausweichlichen Unfallsituationen jede Qualifizierung nach persönlichen Merkmalen (Alter, Geschlecht, körperliche oder geistige Konstitution) strikt untersagt ist. Eine Aufrechnung von Opfern ist untersagt. Eine allgemeine Programmierung auf eine Minderung der Zahl von Personenschäden kann vertretbar sein. Die an der Erzeugung von Mobilitätsrisiken Beteiligten dürfen Unbeteiligte nicht opfern. In Gefahrensituationen, die sich bei aller technischen Vorsorge als unvermeidbar erweisen, besitzt der Schutz menschlichen Lebens in einer Rechtsgüterabwägung höchste Priorität. Die Programmierung ist deshalb im Rahmen des technisch Machbaren so anzulegen, im Konflikt Tier- oder Sachschäden in Kauf zu nehmen, wenn dadurch Personenschäden vermeidbar sind“*.

### 3. Wie sieht die Situation in Österreich aus? Wo und was wird getestet?

Zahlreiche universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, etablierte österreichische Unternehmen im Bereich Fahrzeugentwicklung, Fahrzeugzulieferung oder C-ITS (cooperative intelligent traffic systems) sowie unzählige Startups beschäftigen sich intensiv mit der vernetzten und automatisierten Mobilität der Zukunft.

Das folgende Bild gibt einen Überblick über die Schwerpunkt-Aktivitäten in Österreich [7]:

---

<sup>3</sup><https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/084-dobrindt-bericht-der-ethik-kommission.html>

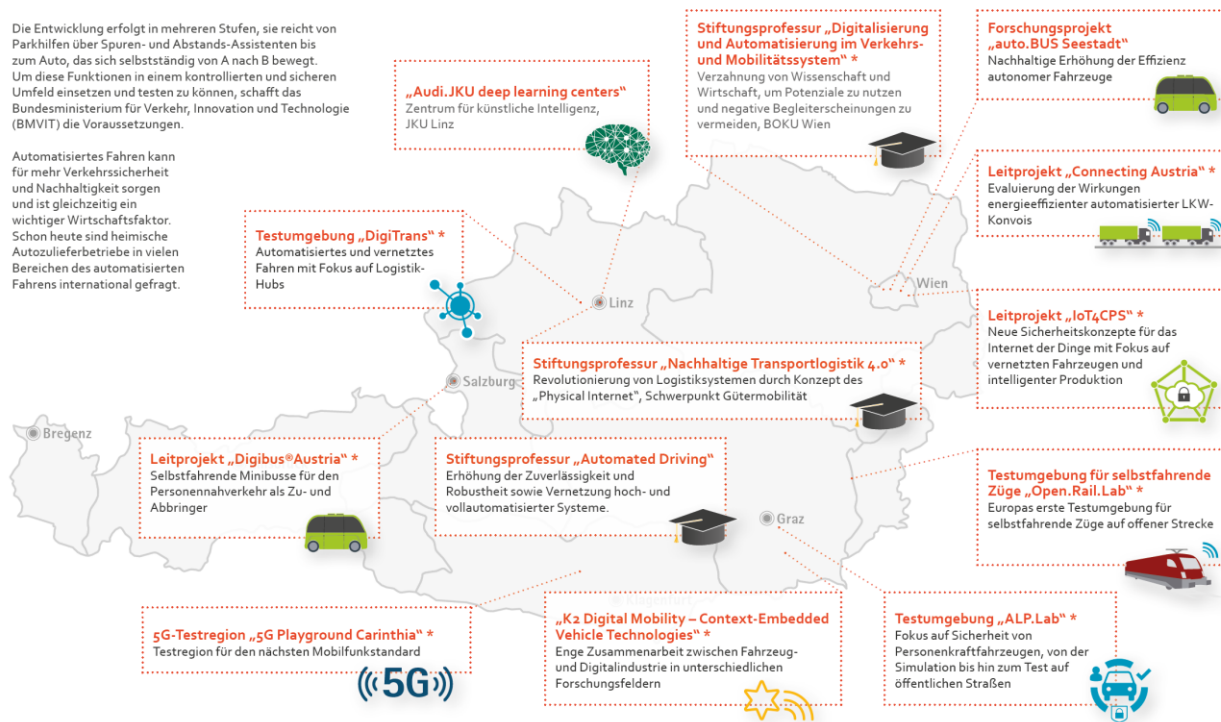
**Bundesministerium  
Verkehr, Innovation  
und Technologie**

**Automatisiertes Fahren: Vorzeigeprojekte in Österreich**

Autonome Fahrzeuge sind längst kein fantastischer Traum mehr, sondern werden unsere Straßen in den kommenden Jahren nach und nach erobern. Das wird Veränderung für das Verkehrssystem und unsere Mobilität mit sich bringen. Der technologische Fortschritt wird jedoch nicht von heute auf morgen passieren.

Die Entwicklung erfolgt in mehreren Stufen, sie reicht von Parkhilfen über Spuren- und Abstands-Assistenten bis zum Auto, das sich selbstständig von A nach B bewegt. Um diese Funktionen in einem kontrollierten und sicheren Umfeld einsetzen und testen zu können, schafft das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) die Voraussetzungen.

Automatisiertes Fahren kann für mehr Verkehrssicherheit und Nachhaltigkeit sorgen und ist gleichzeitig ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Schon heute sind heimische Autozulieferbetriebe in vielen Bereichen des automatisierten Fahrens international gefragt.



\* Die aufgelisteten Projekte stellen einen Auszug aller bmvit-unterstützten Projekte zum automatisierten Fahren in Österreich dar. Darüber hinaus unterstützt das bmvit eine Vielzahl an interdisziplinären Projekten aus den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Mobilität und Sicherheitsforschung.

Abbildung 2: Aktivitätenkarte des bmvit (Stand: Oktober 2018)

Aktuell gilt in Österreich die Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie über Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren (Automatisiertes Fahren Verordnung – AutomatFahrV) mit Stand 14.09.2018 (StF: BGBl. II Nr. 402/2016). Darin sind drei Anwendungsfälle beschrieben (autonomer Kleinbus, selbstfahrendes Heeresfahrzeug, Autobahnpilot mit automatischem Spurwechsel)<sup>4</sup>.

Mit der ALP.Lab GmbH (Austrian Light Vehicle Proving Region for Automated Driving)<sup>5</sup> in Graz und der DigiTrans<sup>6</sup> GmbH (Fokus auf automatisiertem Nah- und Fernverkehr sowie automatisierter Logistik) in Oberösterreich existieren in Österreich inzwischen zwei geförderte und kommerziell ausgerichtete Testumgebungen. Über einen Zeitraum von 5 Jahren werden Aufbau und Betrieb dieser Testumgebungen zu 50% vom BMVIT gefördert.

Neben öffentlichen Straßen, Testgeländen und Einrichtungen zur Datenerfassung und -verarbeitung bietet ALP.Lab eine umfassende virtuelle Testumgebung und ein einzigartiges

<sup>4</sup> <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009740>

<sup>5</sup> <https://www.alp-lab.at/>

<sup>6</sup> <https://www.testregion-digitrans.at/>



Testlabor. Entstanden ist es als Zusammenschluss von Automobilzulieferern (AVL, Magna) und wissenschaftlichen Partnern (Joanneum Research, TU Graz, Virtuelles Fahrzeug) [8]. Ausgeschriebene Teststrecken in der Steiermark sind auf der A2 zwischen Graz-West und Laßnitzhöhe und der A9 zwischen St. Michael und der Grenze zu Slowenien. Im September 2018 wurde zudem ein trilaterales Abkommen zwischen Ungarn, Slowenien und Österreich geschlossen. Dieses soll das grenzüberschreitende Testen von automatisierten Fahrzeugen ab 2019 deutlich erleichtern.

Im Gegensatz zu ALP.Lab beschäftigt sich die Testumgebung DigiTrans mit automatisierten Kommunal- und Nutzfahrzeugen sowie automatisierter Logistik. Anwendungsfälle sind „Last mile delivery“ (Post AG), Platooning (MAN), automatisierte Strassenreinigung sowie automatisierte Frachtverladung („vom LKW aufs Schiff“, Ennshafen). Aktuelle Anteilseigner sind das Austrian Institute of Technology (AIT), FH Steyr, Linz Center of Mechatronics (LCM), Hödlmayr International, Reform-Werke Bauer & Co und der Verein DigiTrans.

Basis für beide Testumgebungen ist der vom BMVIT 2016 veröffentlichte „Code of Practice<sup>7</sup>“ in dem die Anforderungen an die Testfahrer und Fahrzeuge aufgelistet sind [9]. Es gibt einen vordefinierten Ablauf zur Beantragung einer Testbescheinigung für Tests auf öffentlichen Straßen [10]. Die Beantragung einer zeitlich und örtlich beschränkten Testlizenz dauert in etwa 3 Monate und wird über die AustriaTech (ein Unternehmen des bmvit) koordiniert.

#### 4. Welche Rolle hat die ASFINAG im Zusammenhang mit automatisiertem Fahren?

Es ist davon auszugehen, dass hochautomatisiertes Fahren zuerst auf Autobahnen möglich sein wird. Daher kommt der ASFINAG als Infrastrukturbetreiberin eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung des automatisierten Fahrens zu. Es gibt drei wesentliche Themenbereiche bei denen die ASFINAG eingebunden ist:

- 1) Unterstützung bei Tests und Forschung: Die ASFINAG ist bei der Entwicklung der Testumgebungen sowie in die Durchführung der Tests eingebunden. Hierfür wurden die Testabschnitte am ASFINAG-Netz mit zusätzlicher digitaler Infrastruktur ausgerüstet. Weiters ist die ASFINAG in zahlreichen Gremien und Forschungsprojekten zum automatisierten Fahren vertreten.
- 2) Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit durch stationär verbaute Sensoren: Die im Fahrzeug verbauten Sensoren haben eine maximale Reichweite von 200 – 300 Metern. Hier kann die ASFINAG mit ihren stationären Sensoren (Kameras, Radar) die Fahrzeuge unterstützen und zu einer Erweiterung des Sichtfelds der automatisierten Fahrzeuge beitragen [11]. Die folgende Abbildung zeigt die infrastrukturseitigen Erfassungssysteme.

---

<sup>7</sup> <https://www.austriatech.at/aktivitaeten/kontaktstelle-automatisierte-mobilitaet>

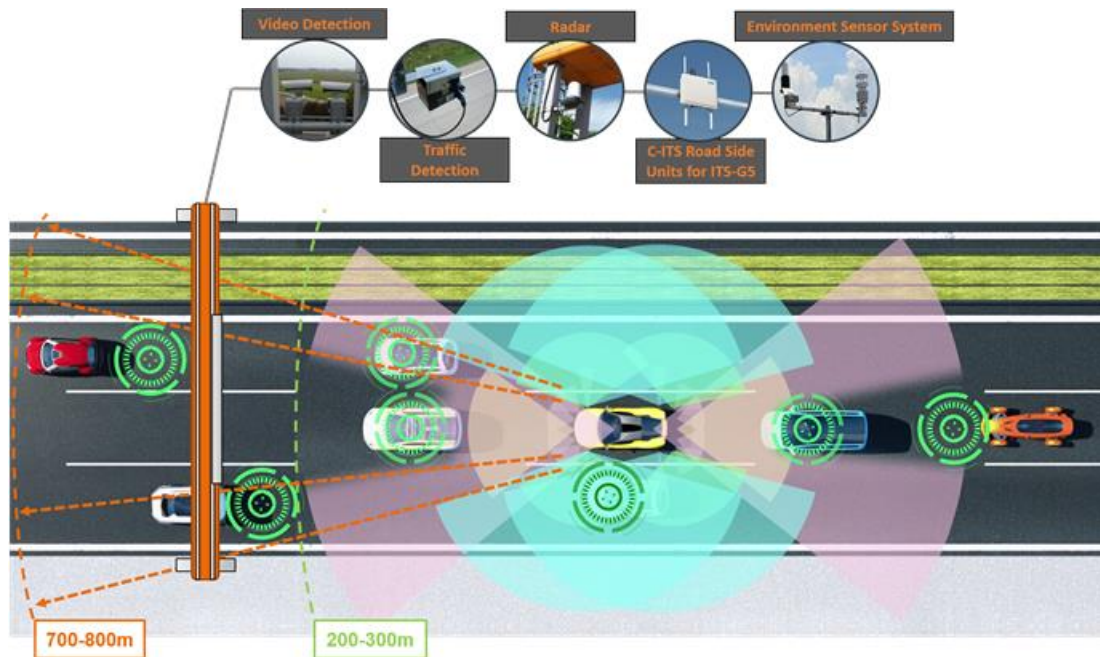


Abbildung 3: Durch die stationären Sensoren der ASFINAG kann das Sichtfeld des Fahrzeugs erweitert werden.

- 3) Verkehrssteuerung und -management: Zukünftig könnte die ASFINAG die Steuerung und Leitung des Verkehrs stärker beeinflussen. Dazu zählen Aufgaben wie „aktive Routenführung“, Steuerung des Verkehrsflusses von PKWs und LKWs oder die Übermittlung von Verkehrsinformationen an die Fahrzeuge (z.B. Tagesbaustellen, Unfälle, Staubildungen oder andere potenzielle Gefahrensituationen).
  
5. Welche Systeme sind bei neuen Fahrzeugen bereits verfügbar und welchem Automatisierungsgrad entspricht das? Wann wird es Fahrzeuge geben, die wirklich alles selber können, und keine lenkende Person mehr benötigt wird?

In den heutigen Serienfahrzeugen sind bereits Systeme wie Motorway Chauffeur, automatisiertes Einparken, Spurhalteassistent, Abstandsregelungsautomat und Notbremsassistent verbaut. Diese Assistenzsysteme entsprechen der Automatisierungsstufe 1. Die Fahrzeuge des amerikanischen Herstellers Tesla sind auf Level 2 einzureihen. Audi ist derzeit der einzige Fahrzeughersteller, der ein Level 3 Fahrzeug angekündigt hat (allerdings mit einer Einschränkung auf Geschwindigkeiten bis 60 km/h). Aufgrund der derzeit fehlenden ECE-Homologation (Economic Commission for Europe – überstaatliches System für die Zulassung von Fahrzeugen und Fahrzeugteilen) werden solche Systeme (aus heutiger Sicht) frühestens 2019 zugelassen werden.

Folgende Assistenzsysteme sind derzeit erhältlich:

- ACC ist ein Geschwindigkeitsregelsystem für Fahrzeuge, das die gewünschte Geschwindigkeit an die aktuelle Verkehrssituation anpasst. Das System ist auf das vorausfahrende Fahrzeug ausgerichtet und hält einen programmierten Mindestabstand (in Metern oder Sekunden) zu diesem Fahrzeug ein. ACC basiert auf einem

Geschwindigkeitsregelsystem ("Cruise Control") und einer Abstandhalterfunktion. Fährt das vorausfahrende Fahrzeug mit einer niedrigeren Geschwindigkeit als die vom Fahrer eingegebene Sollgeschwindigkeit, wird das Fahrzeug bei Bedarf mit der Bremse auf die gleiche Geschwindigkeit abgebremst. Beschleunigt oder verlässt das vorausfahrende Fahrzeug die Fahrspur und wird gleichzeitig kein neues Zielobjekt erkannt, regelt das System die eigene Geschwindigkeit nach oben, bis das Niveau der eingegebenen Sollgeschwindigkeit erreicht ist.

- Kollisionsschutz- und Bremsassistentensysteme sind Systeme, die eine Kollision des Fahrzeugs mit Verkehrsteilnehmern oder ortsfesten Hindernissen informativ, unterstützend oder automatisch mildern oder ganz vermeiden sollen. Sobald das System feststellt, dass die Annäherungsgeschwindigkeit auf ein Hindernis zu hoch ist, wird die lenkende Person visuell oder akustisch gewarnt. Reagiert der Fahrzeugführende nicht, wird eine automatische Teilbremsung mit einer Bremsleistung zwischen 30 und 60 % der maximalen Verzögerungsleistung eingeleitet.
- Ein Spurhaltungsassistent ist ein System, das die lenkende Person unterstützt, die Fahrspur zu halten. Das System erkennt Fahrbahnmarkierungen und bestimmt die relative Position zur Fahrspurmitte oder den Abstand zur Fahrspurgrenze und bestimmt anhand der vorhergesagten Fahrzeugbewegung und der Fahreraktivität, ob das Fahrzeug im Begriff ist, die Fahrspur unbeabsichtigt zu verlassen. Man unterscheidet zwischen passiven Systemen (akustische, visuelle oder haptische Fahrerwarnung) und aktiven Spurhaltesystemen. Aktive Systeme greifen direkt in die Seitenführung des Fahrzeugs ein und verhindern aktiv ein unbeabsichtigtes Verlassen der Fahrspur, indem sie korrigierende Lenkmomente oder Bremsmomente erzeugen.

Obwohl die technische Reife einzelner Funktionen des teil- und hochautomatisierten Fahrens bereits Realität ist, liegen die Prognosen zur serienreifen Einführung entsprechender Fahrzeuge bei 2022 bis 2025 (Level 3 und 4). Mit einer Einführung von vollautomatisierten Serienfahrzeugen (Level 5) wird ab 2030 zu rechnen sein [12]. Es sei hier festgehalten, dass zwischen strukturierten (z.B. definierte Fahrspur und Geschwindigkeit, Wettersituation, nur Autobahn...) und unstrukturierten Umgebungen (überall und bei allen Bedingungen) zu unterscheiden ist. Die Komplexität von Level 5 Funktionen steigt exponentiell, da das Fahrzeug sämtliche Fahraufgaben zu jedem Zeitpunkt und in jeder Situation übernehmen muss. Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von automatisierten Fahrzeugen können mit dem aktuellen Stand der Technik speziell im Bereich Umfeld-Wahrnehmung, Kontextinterpretation und Sensorik (noch) nicht gewährleistet werden.

Es sei hier festzuhalten, dass die ursprünglich geplante Evolution der Automatisierung (von Level 3 auf 4 und final 5) so nicht stattfindet. Die Stufen 3 und 4/5 werden parallel entwickelt, da erst ab Level 4 ein deutlicher Mehrwert für die Zielgruppe zu erwarten ist. Diese Entwicklung wird aktuell durch die städtischen Anwendungen (eingeschränkter Verkehrsraum wie separate Fahrspuren für Last Mile Delivery, People Mover, Freight/Goods Mover) stark beschleunigt.

Im Bereich der Fahrzeugumgebungsdetektion spielen Kamera, Radar, Lidar und Ultraschall eine wesentliche Rolle. Zunehmend werden Lidar-Sensoren, die in ihrer Funktion den Radarsensoren ähneln, für die Umgebungswahrnehmung eingesetzt.

- Radarsensoren in Automobilen beruhen auf dem Senden und Empfangen von Radiowellen zum Erkennen von Objekten. Die Radaranlage besteht aus einem Funksender und einem Funkempfänger. Die Sensoren messen die Positionen (radialer Abstand/Bereich und Winkel) und Geschwindigkeiten von Objekten im Verhältnis zu ihren eigenen.
- Die Lidar-Sensortechnologie ist - im Vergleich zu anderen ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) Sensoren - derzeit noch teurer. Daher gibt es gegenwärtig nur wenige auf Lidar für Automotive-Anwendungen spezialisierte Unternehmen wie Quanergy oder Velodyne. Automotive Lidar verwendet eine Pulslichterkennung, im Gegensatz zu anderen Lidar-Anwendungen, wie z.B. der Meteorologie. Ein Laserimpuls wird ausgesendet und die Laufzeit wird gemessen, wenn die Reflexion des Lichtimpulses beim Detektor eintrifft. Da der Impuls mit der Lichtgeschwindigkeit reist, kann aus der Laufzeit ein präziser Abstand des den Impuls reflektierenden Objekts berechnet werden.
- Ultraschallsensoren messen den radialen Abstand zum nächsten Objekt. Sie erzeugen eine Ultraschallwelle, detektieren und messen den von einem Objekt reflektierten Schall. Das bedeutet, dass sie abwechselnd als Sender und Empfänger fungieren. Das Messprinzip basiert auf der Laufzeitmessung des Ultraschalls. Mit Hilfe der Auswerteelektronik wird die Zeit vom Ausstrahlen eines Schalls bis zum Eintreffen der Reflexion eines Objektes gemessen. Ein Vorteil von Ultraschallsensoren ist, dass der Mindestabstand zum Objekt nahezu gleich Null sein kann.
- Hauptaufgabe der eingesetzten Kameras ist das Erkennen und Klassifizieren von Verkehrsteilnehmern (dynamische Objekte) und deren Absichten sowie das Identifizieren von Verkehrszeichen, Gebäuden, Fahrbahnmarkierungen und Straßenzuständen (statische Objekte). Kameras liefern ein dreidimensionales Bild der Verkehrssituation vor dem Fahrzeug, indem sie die Kontur von Objekten und die seitliche Position von Begrenzungslinien in Bezug auf das eigene Fahrzeug ausnutzen. Objekte werden zum Beispiel durch ein Rechteck und die Fahrbahnen durch zwei Begrenzungslinien dargestellt. Kamerasysteme erreichen eine spektrale, räumliche und temporäre Auflösung, die dem menschlichen Auge ähnlich ist. Eine weitere Aufgabe von Kameras (speziell bei Level 3 Funktionen) ist die Fahrer- bzw. Fahrerzustandsüberwachung. Hierbei wird die lenkende Person permanent im Fahrzeuginnenraum überwacht (ohne Datenspeicherung) um eine sichere Übergabe-/Übernahme der Fahraufgabe zu gewährleisten („Fahrer-Monitoring“).
- Das Time-of-Flight (ToF)-Prinzip ist vergleichbar mit dem von Radar- und Lidar-Sensoren. In der ToF Annäherung wird die Laufzeit des Lichtes gemessen. Ein aktiver Emitter sendet ein Signal (gepulstes Licht), dieses wird von der Szene reflektiert und vom Sensor detektiert. Verwendung von kontinuierlich moduliertem Infrarotlicht anstelle eines Lichtimpulses vereinfacht den Messvorgang in der Hardware.

## 6. Was passiert wenn ein System ausfällt, z.B. durch eine verschmutzte Kamera oder ein anderweitiger Defekt eintritt?

In Fahrzeugen der Automatisierungs-Level 0 bis 3 ist die Rückfallebene immer die lenkende Person. Es muss gewährleistet sein, dass die fahrzeugführende Person in Notfällen sofort die Kontrolle übernehmen kann [1]. Ab Level 4 darf sich das System aber nicht mehr auf den Fahrzeugführenden als Rückfallebene verlassen. Mit dem Prinzip der Redundanz in Hardware und Software, d.h. doppelte bzw. dreifache Ausführung von Komponenten und Software mit der gleichen Funktionsaufgabe, kann die Zuverlässigkeit und Sicherheit gesteigert werden. Fällt ein System aus, übernimmt das Rückfallsystem die Aufgabe. Anstelle eines sofortigen

Fahrzeugstopps kann das Fahrzeug auch im Fehlerfall weiter betrieben werden. Solche Systeme sind im Flugverkehr schon lange gebräuchlich.

Sensoren sind von den Umgebungsbedingungen abhängig (z.B. winterliche Verhältnisse), sodass spezielle technische Maßnahmen, z.B. Reinigungsfunktionen für Kamera oder Lidar, erforderlich sind. Beispiele hierfür sind aktives Heizen oder Kühlen von Sensoren oder intelligente Wischvorrichtungen und Sprühanlagen [13], [14], [15], [16]. Wesentlich ist, dass sämtliche Sensoren permanent überwacht werden. Sobald ein Sensor eine Funktionsdegradierung aufweist oder ausfällt, übernehmen andere Sensoren die Aufgabe.

## 7. Erkenne ich von außen, ob das Fahrzeug vor mir gerade automatisiert fährt?

Im Prinzip ist es nicht erkennbar ob ein Fahrzeug gerade automatisiert fährt oder nicht. Von außen ist nicht ersichtlich, ob gerade automatisierte Fahrfunktionen aktiviert sind oder ob eine Person das Fahrzeug steuert. Für Testfahrzeuge sind im Gesetz allerdings Probefahrerkennzeichen vorgesehen: „Fahrzeuge, in denen Assistenzsysteme oder automatisierte und/oder vernetzte Fahrsysteme vorhanden sind, die nicht zum Verkehr zugelassen sind, können mit Probefahrerkennzeichen auf Straßen mit öffentlichem Verkehr verwendet werden.“ (Verordnung des Bundesministers für Verkehr, Innovation und Technologie über Rahmenbedingungen für automatisiertes Fahren (Automatisiertes Fahren Verordnung – AutomatFahrV); StF: BGBl. II Nr. 402/2016 - §4) [17]. Es ist hier anzumerken, dass die in Österreich gängigen Probefahrerkennzeichen auch in vielen anderen Situationen zum Einsatz kommen, ein direkter Rückschluss auf ein automatisiertes Fahrzeug ist somit nicht möglich.

## 8. Funktioniert Automatisiertes Fahren nur in Verbindung mit digitaler Kommunikation?

Automatisiertes Fahren ist, abhängig vom Level der Automatisierung, sowohl mit, als auch ohne digitale Kommunikation möglich. Fahrzeuge, die mit SAE Level 2 Systemen ausgestattet sind, wie sie jetzt schon in Serienprodukten erhältlich sind, kommen größtenteils ohne digitale Kommunikation aus. Auch Level 3 Systeme, wie Audi's angekündigter Stauassistent, können je nach Anwendungsgebiet mit ausschließlich fahrzeugseitiger Sensorik betrieben werden. Digitale Kommunikation, wie ‚Fahrzeug zu Infrastruktur‘ (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) oder ‚Fahrzeug zu Fahrzeug Kommunikation‘ (Vehicle-to-Vehicle, V2V), kann allerdings erhebliche Vorteile für das automatisierte Fahren bringen [18]. Ein Fahrzeug, das allein mit im Fahrzeug verbauter Sensorik, wie Kameras und Radar ausgestattet ist, kann nur auf seine unmittelbare Umgebung reagieren und auch nur auf jene Teile, die von der jeweiligen Sensorik erfasst werden (z.B. sind eventuell relevante Objekte außerhalb des Erfassungsbereiches der Sensorik oder durch andere Objekte verdeckt). Zusätzliche Information, die durch die Infrastruktur oder durch andere Fahrzeuge, welche mit entsprechender Kommunikationshardware ausgestattet sind, bereitgestellt wird, kann ein weiteres Vorausplanen ermöglichen. Beispiele wären hier eine frühzeitige Stauwarnung oder eine rechtzeitige Spurwechseleinleitung (z.B. vor Baustellen). Vernetzte Fahrzeuge, die Informationen über ihr eigenes Fahrverhalten austauschen, sind auch in der Lage bei Folgefahrten geringere Abstände einzuhalten. Dies spielt unter anderen beim Platooning, bei dem mehrere PKWs oder LKWs automatisiert hintereinanderfahren, eine wichtige Rolle. Somit hat diese Kommunikation auch Einfluss auf den Verkehrsfluss. Vollautomatisiertes Fahren wird aus jetziger

Sicht nur mit Hilfe von Vernetzung zwischen Fahrzeug und Infrastruktur möglich sein, einerseits um die zuvor erwähnten Vorteile auszunutzen und andererseits um die geforderte Redundanz in der Sensorik zu erfüllen [19].

## 9. Werden automatisierte Fahrzeuge tendenziell schneller oder langsamer fahren? Wer gibt die Geschwindigkeit vor?

Die erlaubte Maximalgeschwindigkeit wird Einfluss auf das künftige Fahrverhalten automatisierter Fahrzeuge nehmen. Eine hohe erlaubte Maximalgeschwindigkeit (oder das Fehlen eines Tempolimits wie auf vielen Teilen deutscher Autobahnen) wird dazu führen, dass sich diese Fahrzeuge defensiv verhalten werden. Laut Audi stellen auf der Überholspur mit hoher Geschwindigkeit herankommende Fahrzeuge, die das automatisierte Fahrzeug sehr früh mit seinen Sensoren erfassen müsste, das Hauptproblem dar. Wenn die Sensorik nicht sicher sein kann, dass sich kein sehr schnelles Fahrzeug von hinten nähert, wird das Fahrzeug aus Sicherheitsgründen nicht überholen. Bei Fahrzeugherstellern geht man auch davon aus, dass die Insassen automatisierter Fahrzeuge eine moderate Fahrweise ihrer Fahrzeuge anstreben. Hektische oder ruckartige Fahrzeugbewegungen werden von Passagieren als negativ empfunden. Also versucht man, die Technologie so zu entwickeln, dass Spitzen in Beschleunigungsvorgängen oder hektisches Lenken ausgeschlossen werden [20]. Zusammenfassend kann also davon ausgegangen werden, dass hoch- und vollautomatisiertes Fahren eher zu einer Verringerung, als zu einer Erhöhung der Reisegeschwindigkeit führen wird. Durch die möglichen Vorteile in der Verkehrssteuerung und Verkehrssicherheit können jedoch Verkehrsbehinderungen (z.B. Stau) vermieden oder reduziert werden, wodurch die durchschnittliche Fahrtdauer sogar abnehmen könnte.

## 10. Wird der Abstand zwischen den automatisierten Fahrzeugen eher größer oder geringer?

Laut der österreichischen Straßenverkehrsordnung muss jede lenkende Person einen ausreichenden Sicherheitsabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug halten sodass ein rechtzeitiges Anhalten jederzeit möglich ist. Im Allgemeinen wird ein 2 Sekunden Sicherheitsabstand empfohlen. Dabei gilt als Richtwert für die durchschnittliche menschliche Reaktionszeit 1 Sekunde [21].

Dieser Sicherheitsabstand kann durch automatisierte Fahrfunktionen, wie etwa durch eine kooperative Abstandsregelung im Kolonnenverkehr, verringert werden. Dabei kommunizieren automatisierte Fahrzeuge mittels „Vehicle to Vehicle“ (V2V) Technologie mit anderen Fahrzeugen [22]. Somit werden Informationen über Geschwindigkeiten, Beschleunigung, Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeuges dem Fahrzeug zur Verfügung gestellt und durch geringe Kommunikationszeiten kann der Abstand verringert werden. Dies ermöglicht eine Steigerung der Verkehrskapazität.

Eine Funktion, die bisher hauptsächlich bei LKWs getestet wird ist *Platooning* [23], [24]. Hierbei versteht man ein in der Entwicklung befindliches System für den Straßenverkehr, bei dem mehrere Fahrzeuge mit Hilfe eines technischen Steuerungssystems in sehr geringem Abstand (derzeit rund 10 m) hintereinanderfahren können, ohne dass die Verkehrssicherheit beeinträchtigt wird. Die folgenden Fahrzeuge halten sich an den Kurs und die Geschwindigkeit, die von der Spitze der

Kolonnen vorgegeben werden. Möglich wird dies durch die digitale Kopplung der Fahrzeuge untereinander. Die Industrie verspricht sich daraus im Konkreten folgende Vorteile:

- Erhöhung der Verkehrssicherheit (90% der Unfälle durch menschliches Versagen)
- Erhöhung der Verfügbarkeit im Straßennetz
- Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch durch Windschatteneffekte – erster LKW -8%, zweiter LKW -13%
- Einsparungen bei den Personalkosten (Fahrer könnte während des Fahrens die vorgeschriebenen Ruhezeiten abhalten)
- Einsparungen bei Fahrzeugnutzung (Reduzierung von Leerlaufzeiten) [25], [26]

Auch für PKWs ist es denkbar, sich zukünftig in einen Pkw-Platoon einzuklinken, beziehungsweise sich anzuschließen.

In Österreich müssen Lkw-Fahrende aktuell einen Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Abstand von mind. 50 m einhalten, wodurch das Platooning vorerst rechtlich nicht möglich ist. Auf der Teststrecke im Bereich der A9 bei München wird Platooning per Ausnahmegenehmigung (firmenbezogene Genehmigungen) bereits getestet.

## 11. Wie wird ein Hacker-Angriff vermieden, bzw. was passiert wenn das doch vorkommt?

Das Thema Cyber-Sicherheit hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Sowohl Datensicherheit, als auch Sicherheit bezüglich Systemperformance spielen hierbei eine gewichtige Rolle, wobei für die private Nutzung bisher eher die Datensicherheit relevant war. In der Automobilindustrie ergeben sich durch die Automatisierung nun auch vermehrt Fragen bezüglich der Systemperformance. Hacker-Angriffe, die auf die Steuerung im Fahrzeug abzielen, könnten unerwünschtes Fahrverhalten bis zu schwerwiegenden Unfällen verursachen.

Auch Fehlinformationen über digitale Kommunikationskanäle können zu unerwarteten und unerwünschten Systemverhalten führen. Damit es nicht soweit kommt, wird beispielsweise eine digitale Signatur genutzt, um die Seriosität und Unverfälschtheit der jeweiligen Nachricht nachzuweisen. Ein 100%ig sicheres System wird es definitiv nie geben; wesentlich ist eine erhebliche Minimierung der Risiken und eine Quantifizierung des Restrisikos [27], [28]. Beispielsweise lösen sich Airbags auch nicht mit einer 100% Wahrscheinlichkeit aus. Die Entwicklung gemäß der ISO26262 (funktionale Sicherheit) minimiert solche Fehler, ausschließen kann man dies allerdings nicht.

## 12. Warum muss auch die Straßeninfrastruktur mit digitalen Komponenten ausgerüstet werden? Können die Fahrzeuge das nicht auch alleine?

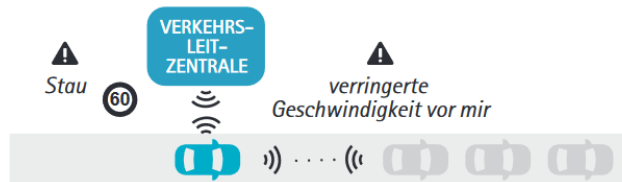
Automatisierte Fahrzeuge, die nur über die fahrzeugseitige Sensorik mit Umgebungsinformation versorgt werden, sind in der Planung der Fahrmanöver durch die Einschränkungen der jeweiligen Sensorik bezüglich Reichweite, Verdeckungen, etc. eingeschränkt. *Vehicle to Vehicle* Kommunikation, also der direkte Informationsaustausch zwischen zwei Fahrzeugen, kann die

Erfassung der Umgebung bereits deutlich erweitern („um die Ecke blicken“ oder „durchs vor mir fahrende Fahrzeug blicken“). Für diese Art der Kommunikation muss allerdings zum einen ein anderes Fahrzeug auf der jeweiligen Strecke vorhanden sein, und zum anderen muss dieses Fahrzeug auch mit entsprechenden Kommunikationstechnologien ausgestattet sein, was zumindest in der zu erwartenden Phase des Mischverkehrs, bei dem sowohl automatisierte als auch konventionelle Fahrzeuge dasselbe Straßennetz nutzen, nicht unbedingt der Fall sein muss. Die Durchdringungsrate der automatisierten Fahrzeuge spielt somit eine große Rolle bei der V2V-Kommunikation. Demgegenüber kann eine Kommunikation zwischen ‚Fahrzeug und Infrastruktur‘ auch im Fall einer geringen Durchdringungsrate Vorteile bringen. Mittels sogenannten *Road Side Units* können beispielsweise Informationen über Baustellen, Unfälle oder Staus, an die Fahrzeuge ausgesendet werden, was ein frühzeitiges Reagieren und damit eine Erhöhung der Verkehrssicherheit nach sich ziehen kann. Zusätzlich bietet die *Vehicle to Infrastructure* Kommunikation die Möglichkeit eines verbesserten Verkehrsmanagements. Informationen über Grünphasen bei Ampelanlagen oder auch kooperatives Einfädeln bei Engstellen oder Autobahnauffahrten können den Verkehrsfluss positiv beeinflussen [29], [18].

Aktuell gibt es keine Level 3 Funktion in Serie; alle in den Medien propagierten Fahrzeuge (Google/Waymo, Uber, Fahrzeuge von unterschiedlichen Fahrzeugherstellern) sind Konzeptfahrzeuge bzw. Prototypen. Dementsprechend gibt es auch wenige Tests mit mehr als nur einem automatisierten Fahrzeug. Verkehrsszenarien mit mehreren Fahrzeugen wurden bis dato kaum untersucht. Technisch gesehen werden sich die Radarsensoren stark beeinflussen (Interferenzen) und zu fehlerhaften Objekterkennungen führen. Auch hier kann die digitale Infrastruktur Abhilfe schaffen!

#### Stauwarnung

FahrerInnen werden über bevorstehende Baustellen, ihre relevanten Daten sowie eventuelle Behinderungen informiert (z.B. gesperrte Fahrstreifen)



#### In-Vehicle Information (IVI)

FahrerInnen bekommen Informationen über Geschwindigkeitsbeschränkungen



#### CAM, DENM Aggregation

das Sammeln anonymisierter Daten von Fahrzeugen (mobile ITS Stationen) erweitert die Datengrundlagen für Verkehrsmanagement erheblich.



#### Intersection Safety (ISS):

kooperative Verkehrslichtsignalanlagen informieren über den aktuellen Status ihrer Signalphase (SPAT – Signal Phase and Timing).



Abbildung 4 Anwendungsbeispiele für V2I Kommunikation [29]



### 13. Wie reagiert das Fahrzeug auf plötzlich auftretende und unvorhersehbare Hindernisse (z.B. Reh springt auf die Straße)?

Voraussetzung für eine kollisionsfreie Bewältigung der Situation ist, dass das Fahrzeug genügend Zeit hat das plötzlich auftauchende Hindernis zu detektieren, die Informationen zu verarbeiten und entsprechend zu reagieren. Bei BMW werden automatisierte Fahrzeuge so programmiert, dass durch Bremsen die Energie reduziert und - falls möglich - seitlich ausgewichen wird. Bei Daimler ist die Strategie sich auf „*sichere Ausweichmanöver*“ zu konzentrieren. Sei dies nicht möglich, solle das Auto versuchen, *„die Fahrgeschwindigkeit in der Fahrspur maximal zu reduzieren“* [30]. Die Kombination von automatischem Bremsassistent und Ausweichassistent wird aktuell von allen Fahrzeugherstellern eingesetzt. Zudem wird auch erprobt, ob man bei geringen Geschwindigkeiten (unter 20 km/h) eine Kollision akzeptiert (falls bremsen und ausweichen nicht möglich ist).

#### Warnung an andere Fahrzeuge:

Einzelne Fahrzeuge können von Informationen profitieren, die von anderen Fahrzeugen in der Umgebung stammen, insbesondere von Informationen über Verkehrsstaus und Sicherheitsrisiken. Fahrzeugkommunikationssysteme verwenden Fahrzeuge und straßenseitige Einheiten als Kommunikationsknoten in einem Peer-to-Peer-Netzwerk, die sich gegenseitig mit Informationen versorgen. Als kooperativer Ansatz können Fahrzeugkommunikationssysteme es ermöglichen, dass alle kooperierenden Fahrzeuge effektiver werden. Laut einer Studie der National Highway Traffic Safety Administration aus dem Jahr 2010 könnten Fahrzeugkommunikationssysteme helfen, bis zu 79 Prozent aller Verkehrsunfälle zu vermeiden [31].

Die folgende Tabelle vergleicht Mensch und automatisiertes Fahrzeug in unterschiedlichen Kategorien:

Fahraufgabe	Mensch	Fahrzeug
Fahren bei Nacht	- (~75 m)	+ (~250 m)
Gegenlicht	o	o
Reaktionszeit	-	+ (3x)
Regen, Schnee, Eis, Nebel	+	-
Schätzen von Distanzen	-	+
Identifikation von Hindernissen	+	-
Verhaltensvorhersage und Kontextinterpretation	+	-
360° Rundumsicht und Hinderniserkennung	-	+
Komplexe Szenarien	+	-

Die wesentlichen Vorteile gegenüber dem Menschen liegen in der Reaktionsgeschwindigkeit (3x schneller von der Erfassung bis zur Ausführung), der Sichtweite (bis zu 250 m bzw. mit stationären Sensoren entsprechend weiter), Schätzung der Entfernung und in der 360° Sicht im Nahbereich. Die großen Vorteile des Menschen liegen im Kontextverständnis, der Objekterkennung, dem

Umgang mit komplexen oder speziellen Situationen (z.B. fehlende Straßenmarkierungen) und dem Verhalten bei widrigen Wetterverhältnissen (insbesondere dort, wo Kamera, Radar und Lidar an ihre Grenzen stoßen).

#### 14. Warum muss ich die Hände am Steuer lassen, wenn das Fahrzeug auch alleine steuern kann? Darf ich den Autobahnpiloten oder Parkassistenten in Österreich benutzen?

Auf internationaler Ebene wurden mit dem Wiener Abkommen<sup>8</sup> (ratifiziert von 74 Ländern, auch Österreich) bereits im Jahr 1968 einige Konventionen für den Straßenverkehr festgelegt. In Artikel 8 ist definiert, dass jedes Fahrzeug von einer lenkenden Person bedient werden muss. Allerdings gilt das Wiener Abkommen nicht überall (Abbildung 5). Eine Änderung im Jahr 2016 erlaubt die Nutzung von Systemen, die das Fahrverhalten des Fahrzeuges beeinflussen. Dies gilt unter der Prämisse, dass die lenkende Person die Fahraufgabe jederzeit zurückfordern kann. Das Wiener Abkommen sieht nach wie vor einen, das Fahrzeug überwachenden, Fahrer bzw. Fahrerin vor. In Österreich gilt zudem das Kraftfahrgesetz. Dort ist festgeschrieben, dass der Fahrzeugführende das Lenkrad mit mindestens einer Hand zu halten hat. Im Fall von genehmigten Fahrassistenzsystemen (etwa Parkassistenten) im Zuge von Testfahrten kann es allerdings gestattet sein, von dieser Vorschrift abzuweichen. Generell darf auch ein genehmigter Parkassistent, der serienmäßig verbaut ist, nur mit (mindestens) einer Hand am Lenkrad benutzt werden. Bei diesen zugelassenen Systemen ist es daher immer wichtig, die jeweilige Gesetzeslage im jeweiligen Land zu kennen. Sollte man doch die Hände vom Lenkrad nehmen und keine Testbescheinigung haben, dann ist mit einer Verwaltungsstrafe zu rechnen. An einer gesetzlichen Anpassung für Level 2 Funktionen wird allerdings derzeit gearbeitet. Weiterhin gilt, dass die lenkende Person jederzeit verantwortlich ist, seine Aufgabe i.S. des Kraftfahrgesetzes zu übernehmen [32].

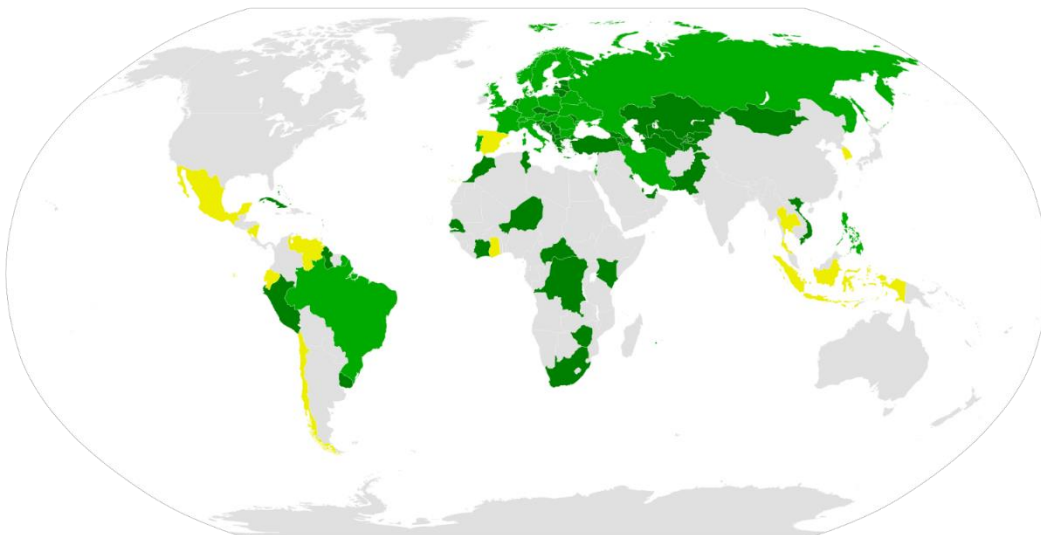


Abbildung 5: Hellgrüne Länder haben das Wiener Abkommen unterzeichnet und ratifiziert, dunkelgrüne nur unterzeichnet. Gelb-hinterlegte Länder befolgen das Wiener Abkommen (Quelle: Wikipedia).

<sup>8</sup> <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011542>

## 15. Welche Gesetze müssen geändert werden, damit automatisiertes Fahren in Europa möglich wird?

In der Europäischen Union ist der Rechtsrahmen für automatisiertes Fahren hierarchisch aufgebaut. Internationale Abkommen (Wiener Abkommen, Genfer Abkommen über den Straßenverkehr, UN/ECE Regeln) stehen über EU Verordnungen und EU Richtlinien. Dazu können Mitgliedsstaaten eigene Gesetze und Verordnungen erlassen, die diesen unterzuordnen sind. Ergänzt werden sie durch darunterliegende technische Normen. Der Rechtsrahmen für Fahrzeugzulassungen in der EU wurde 2018 bereits überarbeitet, um einen EU-Binnenmarkt für automatisierte Fahrzeuge und eine Bereitschaft für neue Technologien zu schaffen. Auf Basis dieses neuen Rahmens wird die EU ein neues Konzept für die Sicherheitszertifizierung automatisierter Fahrzeuge entwickeln, das verstärkt auf den „Software-Charakter“ neuer Fahrzeuge eingehen wird. Besonders die UN/ECE Regel 79 schränkt eine flächendeckende Zulassung automatisierter Fahrzeuge erheblich ein. Ein Eingriff in die Lenkung über einen längeren Zeitraum ist derzeit nur bis zu einer Geschwindigkeit von 12 km/h (10 km/h + 20 % Toleranz) erlaubt [33] [34]. Für die generelle Zulässigkeit von Level 3, 4 und auch 5 Fahrzeugen müssen daher diese Regelungen auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene adaptiert werden.

## 16. Wie lange dauert es noch, bis ich auf der Autobahn nicht mehr selbst steuern muss und etwas anderes machen kann?

Aufgrund ihrer geringeren Komplexität sind Autobahnen besser für einen raschen Einsatz automatisierter Fahrzeuge geeignet (keine Fußgänger, Radfahrer oder Straßenbahnen), als Straßen in urbanen Bereichen. Bei Level 3 automatisierten Fahrzeugen übernimmt das Fahrzeug Längs- und Querführung und führt Manöver selbstständig durch. Tritt eine kritische Situation auf, wird die lenkende Person akustisch und/oder visuell gewarnt. Diese muss dann innerhalb einer definierten Zeitspanne wieder die Kontrolle über das Fahrzeug übernehmen. Mit dem neuen Audi A8 steht theoretisch ein erster Level 3 Stauassistent für Geschwindigkeiten bis zu 60 km/h zur Verfügung. Bestellt werden kann dieser derzeit noch nicht, denn dafür wären wie vorhin ausgeführt, Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen notwendig.

Für den Zeitpunkt, ab dem Level 4 Fahrzeuge vorhanden sein werden, gibt es unterschiedliche Prognosen. Die ERTRAC (European Road Traffic Research Advisory Council) gibt in ihrer Roadmap für den Anwendungsfall „Highway Pilot auf Autobahnen“ den Einführungszeitraum von 2020 – 2025 an. Aufgrund der hohen Anzahl an notwendigen Testkilometern wird im Zusammenhang mit Level 3 und Level 4 Fahrzeugen derzeit die Möglichkeiten einer virtuellen Homologation intensiv diskutiert, d.h. ob alle Szenarien real getestet werden müssen und welche Testfälle in Simulationen abgesichert werden können, um eine Fahrzeugzulassung zu erhalten [35] [36]. Eine Zulassung von Level 3 und auch Level 4 Fahrzeugen in strukturierten (kontrollierten) Umgebungen und entsprechenden Einschränkungen (reduzierte Geschwindigkeit, eingeschränkte Fahrmanöver etc.) ist deutlich früher zu erwarten. Dies ist allerdings keine technische, sondern eine rechtliche Aufgabenstellung.

17. Stimmt es, dass in anderen Ländern schon vollautomatisiert gefahren werden kann? Wie wird geregelt, dass in allen europäischen Ländern der gleiche Automatisierungslevel erlaubt wird, damit ich auch automatisiert über die Grenze fahren kann?

Abgesehen von Tests, ist vollautomatisiertes Fahren (Level 5) derzeit noch in keinem Land der Welt erlaubt. Die Verwendung von Assistenzsystemen bis zu Level 3 ist bereits in einigen Ländern erlaubt. Auch in der USA (Kalifornien, Arizona, Nevada werden sehr oft in den Medien genannt) gibt es noch keine Zulassung für vollautomatisierte Fahrzeuge! Rund um den Globus werden allerdings automatisierte Fahrzeuge getestet (siehe Abbildung 6). Dies gilt sowohl für Europa, als auch für Asien und Amerika, wobei derzeit innerhalb dieser Wirtschaftsräume regional starke Unterschiede zu sehen sind. In Kalifornien besitzen aktuell 50 Firmen Testgenehmigungen (z.B. Google, Uber aber auch BMW, Daimler oder Volvo).

Es ist zurzeit die Pflicht der fahrzeuglenkenden Person, bei einem Grenzübertritt mit einem Fahrzeug sich mit den geltenden Regeln (z.B. Geschwindigkeitsvorgaben auf unterschiedlichen Straßenarten) vertraut zu machen. Zudem wird es zukünftig notwendig sein, sich auch die Frage nach den lokal gültigen Regeln für automatisierte Fahrzeuge zu stellen. Abhängig von den Freiheiten, die die europäische Kommission den Mitgliedsstaaten bei der Gestaltung und der Umsetzungsfristen einräumt, wird europaweit ein homogenes oder uneinheitliches rechtliches Gefüge entstehen. Aktuell gibt es in den Mitgliedsländern teilweise unterschiedliche Auslegungen bestehender Regelungen. So ist Valet Parking (automatisiertes Einparken) in machen Mitgliedsländern erlaubt, in anderen verboten. Beim Valet Parking befindet sich kein Fahrer im Fahrzeug und das Fahrzeug steuert selbstständig in eine Parklücke (z.B. in einem Parkhaus). Der Parkvorgang wird von außen über den Fahrzeugschlüssel oder über eine Smartphone-App gestartet [37] [38].

Die folgende Abbildung zeigt die weltweite Rechtslage im Jahr 2018.

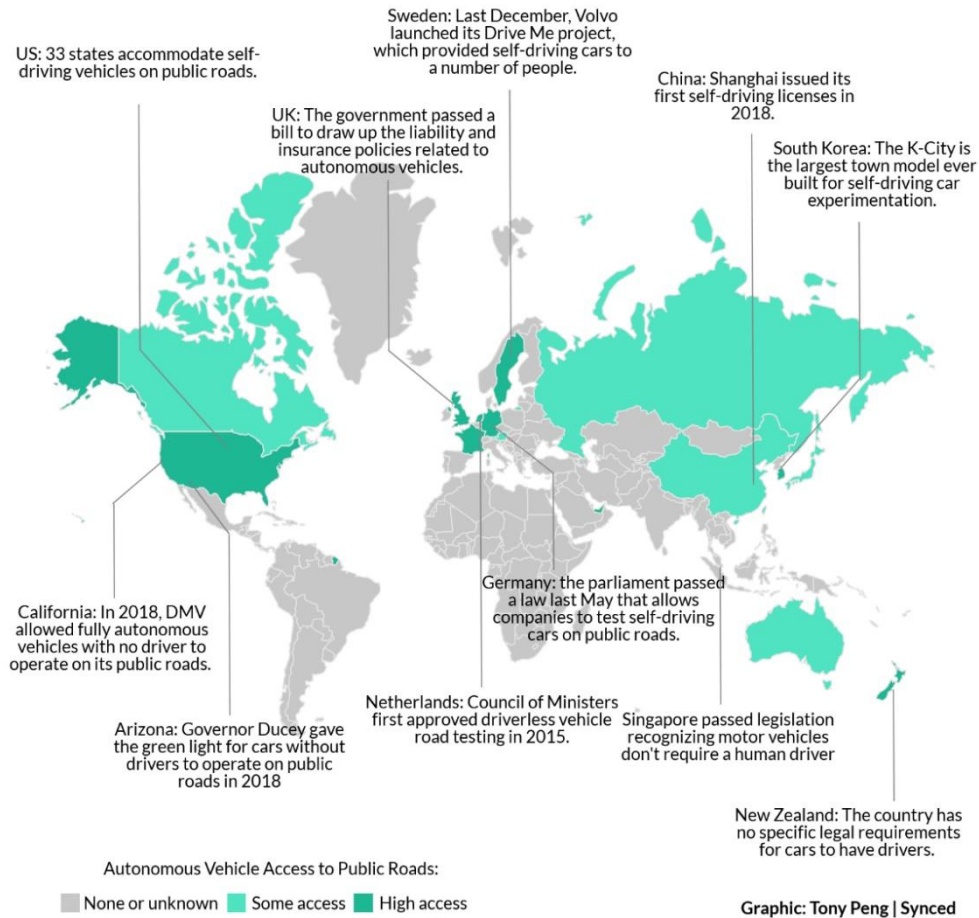


Abbildung 6 Globale Rechtssituation der relevanten Staaten (Global Survey of Autonomous Vehicle Regulations, 2018). Aktuell testen ca. 50 Firmen ihre Fahrzeuge in Kalifornien.

## 18. Welche Daten muss ich zur Verfügung stellen, wenn ich automatisiert fahren möchte? Werde ich dadurch zum „gläsernen“ Menschen?

Diese Frage stellt sich nicht erst mit der Weiterentwicklung selbstfahrender Fahrzeuge. Der verstärkte Einsatz von Sensoren in den Fahrzeugen führte zu einem größeren Angebot an „Connected Services“. Ein zusätzlicher Treiber ist der seit März dieses Jahres verpflichtende „eCall“ für neu zugelassene Fahrzeuge. Für diese automatische Unfallverständigung muss im Fahrzeug eine SIM-Karte verbaut werden. Diese ermöglicht einen permanenten Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Hersteller. Für die „Connected Services“ werden Daten zum Fahrverhalten und zum Fahrzeug erfasst und an den Hersteller übertragen. Positions- und Geschwindigkeitsdaten, Fahrzeugzustandsdaten, Fahrzeugfehlerdaten und weitere Sensordaten werden dabei genutzt. Mit Handy-Apps werden dann Services wie „Predictive Maintenance (präventive Wartung)“, Verriegelung via Handy oder Stauwarnungen bereitgestellt. Bei der „Predictive Maintenance“ werden, ausgehend von den erhobenen Daten, frühzeitig Wartungen und Reparaturen vorgeschlagen, um potentiell teurere Schäden zu vermeiden. Die gesammelten

Daten lassen allerdings zeitgleich Rückschlüsse auf das Nutzungsverhalten zu. Bis vor kurzem waren die dafür verwendeten Daten kaum nachvollziehbar. Mit der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sind die Hersteller nun verpflichtet, Auskunft über Erfassung personenbezogener Daten und deren Nutzung zu geben. Die DSGVO gilt in allen EU-Mitgliedstaaten seit dem 25. Mai 2018.

Die „Connected Services“ können von Fahrzeugbesitzenden auch abgelehnt werden. Man muss sich also entscheiden: Will man die neuen Technologien nutzen, dann ist damit auch die Weitergabe von Daten verbunden. Will man andererseits möglichst wenig personenbezogene Daten zur Verfügung stellen, muss man auf die neuen Service- und Komfort-Angebote der Hersteller teilweise verzichten. Das Problem der persönlichen Überwachung wird bei zunehmender Automatisierung noch gravierender werden. Soll automatisiert gefahren werden, müssen Daten abgegeben werden. Die übertragene Datenmenge wird weiter zunehmen, etwa für die Übertragung hochgenauer und aktueller Karten oder „Over the Air“- Safety Updates [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45]. Personenbezogene Daten werden entsprechend anonymisiert (z.B. „Verpixelung“ von Personen, Kennzeichen etc.). Der Datenspeicher („Black Box“) ist in den meisten Ländern, die das Testen automatisierter Fahrzeuge erlauben, verpflichtend. Dies bedeutet, dass automatisierte Testfahrzeuge sämtliche Sensordaten des Fahrzeuges temporär und zeitlich begrenzt speichern müssen (jeweils die letzten 30 Sekunden). Diese Daten werden allerdings nicht übertragen. Stationäre Sensoren, Road Site Units und generell V2I Einrichtungen verfügen ebenfalls über personenbezogene Informationen. Auch diese werden anonymisiert.

Generell kann festgehalten werden, dass ohne das Bereitstellen und Übertragen von personenbezogenen Daten, das vernetzte und automatisierte Fahren oder die damit verbundenen Services nur sehr eingeschränkt, bis gar nicht genutzt werden können.

## 19. Wer haftet, wenn das automatisierte Fahrzeug durch einen Fehler einen Unfall verursacht?

Zivilrechtliche Haftungsansprüche sind in Österreich aus dem ABGB (Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch), dem EKHG (Eisenbahn- und Kraftfahrzeughaftpflichtgesetz) und dem PHG (Produkthaftungsgesetz) ableitbar. Hierbei wird zwischen Verschuldungshaftung und verschuldungsunabhängiger Haftung (Gefährdungshaftung) unterschieden. Je nach Rechtsgrundlage ändert sich der Haftende. Ein Unfall mit einem automatisierten Fahrzeug kann aber auch strafrechtliche Relevanz haben.

### Zivilrechtliche Haftung (ABGB und EKHG)

Sehr vereinfacht gesprochen: Nach dem ABGB gilt, dass die lenkende Person bei Verschulden einen sorgfaltswidrig entstandenen Schaden wieder gut zu machen hat. In Bereichen, in denen das EKHG gilt, tritt das ABGB hinter dieses zurück.

Anders als beim ABGB gilt beim EKHG: Es haftet die kraftfahrzeughaltende Person für Schäden, die während des Betriebes des Kraftfahrzeuges entstanden sind, unabhängig davon, ob er oder sie den Schaden selbst verursacht hat, oder ob er/sie sich zur Zeit des schädigenden Ereignisses überhaupt im Fahrzeug befunden hat. Der Betrieb eines Kraftfahrzeuges birgt weitreichende Gefahren - im Gegenzug für die Erlaubnis - diese gefährliche Tätigkeit in der Öffentlichkeit auszuüben, hat der Gesetzgeber festgehalten, dass eben die fahrzeughaltende Person, unabhängig von Verschulden und Rechtswidrigkeit, haften soll <sup>9</sup>.

<sup>9</sup> [https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/downloads/laendervergleich\\_ua.pdf](https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/downloads/laendervergleich_ua.pdf)

Eine Haftungsbefreiung für den Haltenden gibt es, wenn ein Unfall aufgrund von Unvorhergesehenem geschieht und nicht auf das Versagen von Vorrichtungen zurückzuführen ist. Im Umkehrschluss ist bei Ereignissen, die auf dem Versagen von Vorrichtungen beruhen, der Haltende haftungspflichtig. Bei einem Fehler, den ein automatisiertes Fahrzeug macht, ist das definitiv gegeben.

### Strafrecht

Das österreichische Strafrecht ist als Schuldstrafrecht ausgestaltet, d.h. keine Strafe ohne Schuld. Je komplexer ein System ist, umso schwerer lässt sich im Schadensfall feststellen, wo der Fehler zu lokalisieren ist und wer diesen Fehler schuldhaft verursacht hat. Zur Begründung einer Strafbarkeit ist der individuelle, persönliche Schuldvorwurf grundsätzlich unabdingbar. Eine strafrechtliche Haftung von Halter/Halterin, Fahrzeugführer/Führerin, Softwareentwickler oder Hersteller sind allesamt möglich und im Einzelfall zu prüfen [46].

### Produkthaftung

Verkauft ein Hersteller ein fehlerhaftes Produkt ist er im Zuge der Produkthaftung für etwaige Schäden, die durch das Produkt entstehen, haftbar. Er kann allerdings Regressforderungen gegen Zulieferer (z.B. etwa Softwareentwickler) geltend machen. Es ist anzunehmen, dass Ansprüche nach dem Produkthaftungsgesetz im Bereich automatisierter Fahrzeuge an Bedeutung gewinnen werden.

### Ausblick

Bei höher automatisierten Fahrzeugen wird der Anspruch an die Sorgfaltspflicht der lenkenden Person vermutlich sinken. Somit werden verschuldensabhängige Haftungsansprüche aufgrund von Sorgfaltswidrigkeiten unwichtiger werden. Verschuldungsunabhängige Haftungsansprüche bzw. Ansprüche nach dem PHG werden sukzessive an Relevanz gewinnen und der Kreis potentieller Haftungsgegner tendenziell zunehmen [47].

## 20. Wie wird sichergestellt, dass bei Tests zum automatisierten Fahren keine Unfälle passieren?

In Österreich gibt es genaue Auflagen, unter denen die Tests stattfinden dürfen. Zunächst ist eine Testbewilligung über das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) zu beantragen. Die AustriaTech unterstützt mit ihrer Expertise das Ministerium, damit nur kompetente und entsprechend erfahrene Institutionen Testgenehmigungen erhalten. Ein AutobahnpiLOT darf beispielsweise auf öffentlichen Straßen nur getestet werden, wenn das System vorab mindestens 10.000 Testkilometer (z.B. auf nicht öffentlichen Straßen) zurückgelegt hat. Im Rahmen der Antragsstellung sind u.a. folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Funktion wird getestet?
- Wo wird getestet?
- Welche Testfahrenden mit welcher Ausbildung sind als Sicherheitsfahrer oder Fahrerin vorgesehen?
- Summe der bisher insgesamt real, virtuell und experimentell zurückgelegten Testkilometer mit dem zu testenden System?
- Wie wird eine Sicherheitsgefährdung verhindert?

- Wie wird das System deaktiviert?
- Haben die Testfahrenden der Datenaufzeichnung während der Tests bereits schriftlich zugestimmt?
- Wurde eine Risikoanalyse der zu testenden Fahrfunktionen durchgeführt und entsprechende risikominimierende Maßnahmen umgesetzt? Welche Methode(n) zur Risikoanalyse wurden angewendet?
- Bei Tests auf Autobahnen: Wie erkennt das Testfahrzeug, dass eine Rettungsgasse zu bilden ist?
- Sind die Testfahrzeuge optisch und akustisch jederzeit gut wahrnehmbar, damit Personen, die aus dem Vertrauensgrundsatz fallen (Menschen mit besonderen Bedürfnissen, Kinder, etc.) die Testfahrzeuge unter allen Umständen wahrnehmen können?
- Wird der „Code of Practice“ eingehalten?

Jeder Fahrzeugtest muss vorab dem bmvit schriftlich angekündigt und detailliert beschrieben werden. Weiters dürfen nur namentlich genannte und eigens dafür geschulte Fahrer und Fahrerinnen diese Tests durchführen und müssen diese permanent überwachen. Die Testfahrzeuge sind vor den Tests zusätzlich mit einem Unfalldatenspeicher auszurüsten. Ähnlich sieht die Situation in den USA aus. Dort wird seit längerem an einem einheitlichen Bundesgesetz gearbeitet. Der SELF DRIVE ACT wurde rasch vom Repräsentantenhaus bestätigt, hängt aber aktuell im Senat. Daher hängen die Vorgaben für die Tests von den Vorgaben der einzelnen Bundesstaaten ab (wie in Europa). Einige Vorgaben für Tests mit Testfahrenden sind, etwa in Kalifornien, dem österreichischen ähnlich (Vorabtests, nachweislich ausgebildete Testfahrende, Datenaufzeichnung). Zusätzlich müssen die testenden Firmen, die Anzahl an Disengagements (Situationen, in der der Fahrzeugführende übernehmen muss) dem Departement for Motor Vehicles bekannt geben. Kalifornien hat innerhalb der USA eine Vorreiterrolle. Es hat als erster Bundesstaat auch das fahrerlose Testen von selbstfahrenden Fahrzeugen erlaubt [48] [49] [50] [51].

## 21. Wird in Zukunft vorgegeben, wann, wo und wie ich automatisiert fahren darf?

Aus heutiger Sicht lässt sich das nicht eindeutig sagen. Es gibt noch zu viele ungeklärte Rahmenbedingungen. Ein mögliches Szenario wäre automatisiertes Fahren primär dort zu erlauben, wo eine ausreichende Infrastruktur vorhanden ist. Ein wichtiger Schritt dazu ist der Ausbau der neuesten Telekommunikationstechnologie (5G). Österreich hat kürzlich einen 3-stufigen Ausbauplan bis 2025 beschlossen [52] [53] [54] [55] [56] [57].

Ein weitgehend akzeptiertes Szenario ist die stufenweise Einführung von automatisierten Fahrzeugen. Aufgrund der geringeren Komplexität der Umgebung ist eine vorgezogene Einführung auf Autobahnen sehr realistisch. Aktuell wird diskutiert, dass automatisiertes Fahren anfänglich nur in ausgewählten Streckenabschnitten, mit reduzierter Geschwindigkeit oder unter günstigen Rahmenbedingungen (abhängig von Wetter, Verkehr, Uhrzeit etc.) erlaubt wird. Ähnlich der Einteilung der Fahrzeuge nach ihrem Automatisierungs-Level könnte auch das Straßennetz, in Abhängigkeit der vorhandenen technologischen Ausrüstung, kategorisiert werden. Es ist durchaus möglich, dass auch gewisse, besonders kritische Gebiete wie Schulen oder Kindergärten, vorerst ausgenommen werden. Die Nutzung einer eigenen Fahrspur für Automatisierte Fahrzeuge auf Autobahnen wird in Österreich abgelehnt, da meist nur zwei oder



drei Fahrspuren zur Verfügung stehen. Eine Einschränkung hätte massive Auswirkungen auf den übrigen (nicht-automatisierten) Verkehr.

## 22. Darf ich zukünftig mit konventionellen Fahrzeugen auf der Autobahn überhaupt noch fahren?

Diese Frage ist zurzeit mit einem „Ja“ zu beantworten. Aus derzeitiger Sicht wird der Mischverkehr, bestehend aus automatisierten und konventionell gelenkten Fahrzeugen, noch lange (mehrere Jahrzehnte) vorhanden sein. Mit einem Verbot von konventionellen Fahrzeugen ist derzeit nicht zu rechnen. In ferner Zukunft kann es allerdings möglich sein, dass jedes Fahrzeug einen Sender mitführen muss, um ständig die aktuelle Position an andere Fahrzeuge übermitteln zu können. Dies würde eine effiziente Steuerung der Automatisierten Fahrzeuge und des gesamten Verkehrs ermöglichen. Bereits heute werden zahlreiche Bewegungsdaten über die Nutzung von Navigationseinrichtungen und Smartphones an diverse Dienste übermittelt. Die grundsätzliche Entscheidung, wer, wann, wo fahren darf, ist jedenfalls im politischen Umfeld zu sehen.

## 23. Brauche ich in Zukunft überhaupt noch einen Führerschein?

In den kommenden Jahren wird ein Führerschein weiterhin unerlässlich sein, um ein Fahrzeug zu lenken. Solange die lenkende Person für das Fahrzeug verantwortlich bleibt, ist das Erlernen ausreichender Fähigkeiten notwendig. Die Komplexität der Technologie steigt. Es ist durchaus denkbar, dass neue Lerninhalte, wie der Umgang mit automatisierten Fahrzeugen und deren Überwachung einen neuen Ausbildungsschwerpunkt darstellen können. Um zukünftig die komplette Verantwortung an das Fahrzeug abgeben zu können (entspricht Automatisierungs-Level 5), muss das Fahrzeug System- und Komponentenausfälle selbstständig erkennen und (zumindest über eine gewisse Distanz) sicher kompensieren können [58].

## 24. Literaturverzeichnis

- [1] [Online]. Available: <https://www.daimler.com/innovation/autonomes-fahren/special/definition.html#tab-module-806853>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [2] [Online]. Available: [https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/downloads/actionplan\\_automated\\_driving\\_2016-2018.pdf](https://www.bmvit.gv.at/en/service/publications/downloads/actionplan_automated_driving_2016-2018.pdf). [Zugriff am 13 09 2018].
- [3] [Online]. Available: <https://www.greengear.de/autonomes-fahren-vorteile-nutzen-fazit/>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [4] [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/technology/2018/jun/12/motorists-misled-autonomous-driving-aids-tesla-nissan-report>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [5] [Online]. Available: [https://www.bussgeldkatalog.org/autonomes-fahren/#autonomes\\_fahren\\_vor-\\_und\\_nachteile](https://www.bussgeldkatalog.org/autonomes-fahren/#autonomes_fahren_vor-_und_nachteile) . [Zugriff am 05 09 2018].
- [6] [Online]. Available: <https://www.pkw.de/ratgeber/autonews/selbstfahrende-autos> . [Zugriff am 05 09 2018].
- [7] [Online]. Available: <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/kompetenzkarte/kompetenzkarte.pdf> . [Zugriff am 05 09 2018].
- [8] [Online]. Available: <https://www.alp-lab.at/> . [Zugriff am 05 09 2018].
- [9] BMVIT, *codeofpractice\_20160607\_endfassung*, 2017.
- [10] *testantrag\_datenbekanntgabeautomatfahrv\_v01*.
- [11] *Presentation\_Infineon\_\_Watzenig\_2018\_v02 - Copy*, 2018.
- [12] [Online]. Available: <https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/faq/hintergrundinfos.html>. [Zugriff am 03 09 2018].
- [13] [Online]. Available: <http://www.valeo.co.jp/en/journalists/news/valeo-presents-its-new-technologies-for-the-cars-of-tomorrow-at-the-paris-motor-show-1944.html>. [Zugriff am 03 09 2018].
- [14] [Online]. Available: <http://video.sae.org/12303/> . [Zugriff am 03 09 2018].
- [15] [Online]. Available: ] <https://www.digitaltrends.com/cars/google-waymo-self-driving-challenges/> . [Zugriff am 03 09 2018].

- [16] [Online]. Available: <https://www.ficosa.com/products/underhood/sensor-and-camera-cleaning/>. [Zugriff am 03 09 2018].
- [17] [Online]. Available:  
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009740>. [Zugriff am 03 09 2018].
- [18] H. Fuchs, F. Hofmann, H. Löhr und G. Schaaf, „Vehicle-2-X,“ in *Handbook of Driver Assistance Systems*, Switzerland, Springer International Publishing, 2016, pp. 663-700.
- [19] „Kabellose Vernetzung: Freie Fahrt für Fahrzeuge der nächsten Generation,“ 13 September 2018. [Online]. Available: <https://www.zdnet.de/88288552/kabellose-vernetzung-freie-fahrt-fuer-fahrzeuge-der-naechsten-generation/>.
- [20] P. Vetter, „Fehlendes Tempolimit bremst autonome Autos aus,“ Welt.de, 29 April 2018. [Online]. Available: <https://www.welt.de/wirtschaft/article175913838/Autonomes-Fahren-Ohne-Tempolimit-entstehen-Probleme.html>. [Zugriff am 13 September 2018].
- [21] K. Hnatek-Petrak und M. Vergeiner, „Der Sicherheitsabstand beim Hintereinanderfahren,“ 2002. [Online]. Available:  
<https://www.kfv.at/fileadmin/content/Taetigkeitsbereich/ZVR/2002/10.pdf>.
- [22] S. E. e. a. SHLADOVER, „Cooperative adaptive cruise control: Definitions and operating concepts,“ *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Nr.2489, pp. 145-152, 2015.
- [23] „Platooning,“ [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Platooning>. [Zugriff am 13 September 2018].
- [24] „Platooning,“ Ingenieur.de, 12 Februar 2018. [Online]. Available:  
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/verkehr/platooning/>. [Zugriff am 13 September 2018].
- [25] D. D. H. (ASFINAG), *20180612\_Platooning\_Hintenaus*, 2018.
- [26] ASFINAG, *Fact Sheet Platooning\_final\_V2*.
- [27] S. International, „Overview of Recommended Practice - SAE J3061TM. Cybersecurity Guidebook for Cyber-Physical Vehicle Systems,“ Juni 2016. [Online]. Available:  
[https://nmi.org.uk/wp-content/uploads/2016/06/4\\_SAE-J3061-and-friends-for-NMI-Jun-16.pdf](https://nmi.org.uk/wp-content/uploads/2016/06/4_SAE-J3061-and-friends-for-NMI-Jun-16.pdf). [Zugriff am 13 September 2018].
- [28] „Keys to Creating a Cybersecurity Process from the J3061 Process Framework C1730,“ SAE International, [Online]. Available: <https://www.sae.org/learn/content/c1730/>. [Zugriff am 13 September 2018].
- [29] I. u. T. Bundesministerium für Verkehr, „C-ITS Strategie Österreich,“ Juni 2016. [Online]. Available:

<https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/verkehr/gesamtverkehr/downloads/citsstrategie.pdf>. [Zugriff am 13 September 2018].

[30] F. Greis, „Die Ethik der Vollbremsung,“ Golem.de, 30 September 2016. [Online]. Available: <https://www.golem.de/news/autonomes-fahren-die-ethik-der-vollbremsung-1609-123542.html>. [Zugriff am 13 September 2018].

[31] „Self-driving car,“ [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving\\_car#Vehicular\\_communication\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Self-driving_car#Vehicular_communication_systems). [Zugriff am 12 September 2018].

[32] [Online]. Available: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011384>. [Zugriff am 03 09 2018].

[33] [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0283&from=EN>. [Zugriff am 03 09 2018].

[34] [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A42008X0527%2801%29>. [Zugriff am 03 09 2018].

[35] [Online]. Available: [https://rp-online.de/leben/auto/news/autonomes-fahren-level-3-was-der-audi-a8-alles-kann\\_aid-16474297](https://rp-online.de/leben/auto/news/autonomes-fahren-level-3-was-der-audi-a8-alles-kann_aid-16474297). [Zugriff am 04 09 2018].

[36] [Online]. Available: [http://www.ertug.eu/fileadmin/Driving\\_Future\\_Platform/Autonomous\\_Driving\\_and\\_R\\_D/3\\_-\\_Armin\\_Graeter\\_\\_ERTRAC\\_Roadmap.pdf](http://www.ertug.eu/fileadmin/Driving_Future_Platform/Autonomous_Driving_and_R_D/3_-_Armin_Graeter__ERTRAC_Roadmap.pdf). [Zugriff am 04 09 2018].

[37] [Online]. Available: <https://www.daimler.com/innovation/case/autonomous/rechtlicher-rahmen.html>. [Zugriff am 04 09 2018].

[38] [Online]. Available: [https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/downloads/laendervergleich\\_ua.pdf](https://www.bmvit.gv.at/verkehr/automatisiertesFahren/downloads/laendervergleich_ua.pdf). [Zugriff am 04 09 2018].

[39] [Online]. Available: <https://www.srf.ch/news/schweiz/wie-uns-autobauer-ausspaehen>. [Zugriff am 04 09 2018].

[40] [Online]. Available: <https://www.oeamtc.at/presse/oeamtc-fordert-klare-regeln-fuer-digitalisierung-im-auto-22742938>. [Zugriff am 04 09 2018].

[41] [Online]. Available: <https://ngin-mobility.com/artikel/daten-im-auto-drehmoment/>. [Zugriff am 04 09 2018].

[42] [Online]. Available: <https://www.bmw.de/datenschutz#wann-erhebt-und-verarbeitet-bmw-personenbezogene-daten->. [Zugriff am 04 09 2018].

- [43] [Online]. Available: [https://www.adac.de/infotestrat/technik-und-zubehoer/fahrerassistenzsysteme/daten\\_im\\_auto/](https://www.adac.de/infotestrat/technik-und-zubehoer/fahrerassistenzsysteme/daten_im_auto/). [Zugriff am 04 09 2018].
- [44] [Online]. Available: [https://myc-profile.bmwgroup.com/api/gateway/contentserver/staticcontent/Angular/gdpr/v2/?target=bmw-browser#/legal-docs-content?version=2018.08.14&fileName=Bmw\\_cd\\_pp\\_de-de.json](https://myc-profile.bmwgroup.com/api/gateway/contentserver/staticcontent/Angular/gdpr/v2/?target=bmw-browser#/legal-docs-content?version=2018.08.14&fileName=Bmw_cd_pp_de-de.json). [Zugriff am 04 09 2018].
- [45] [Online]. Available: <https://www.recht-viernull.com/regulierung/strafrechtliche-fragen-des-autonomen-fahrens/>. [Zugriff am 04 09 2018].
- [46] [Online]. Available: <https://www.recht-viernull.com/regulierung/strafrechtliche-fragen-des-autonomen-fahrens/>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [47] I. Eisenberger, Autonomes Fahren und Recht, 2017.
- [48] [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2018/06/05/us-needs-to-pass-self-driving-car-legislation-now.html>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [49] [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2018/04/02/california-dmv-has-new-regulations-for-self-driving-car-companies/>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [50] [Online]. Available: [https://www.dmv.ca.gov/portal/wcm/connect/f8eb6c00-6039-4e4c-82b0-2e9c4b18c38b/ol311.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT\\_TO=url&CACHEID=ROO-TWORKSPACE-f8eb6c00-6039-4e4c-82b0-2e9c4b18c38b-mmD3zOr](https://www.dmv.ca.gov/portal/wcm/connect/f8eb6c00-6039-4e4c-82b0-2e9c4b18c38b/ol311.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROO-TWORKSPACE-f8eb6c00-6039-4e4c-82b0-2e9c4b18c38b-mmD3zOr). [Zugriff am 05 09 2018].
- [51] [Online]. Available: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009740>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [52] [Online]. Available: <https://www.all-electronics.de/c-v2x-5g-autonomes-fahren/3/>. [Zugriff am 05 09 2019].
- [53] [Online]. Available: [https://www.codecs-project.eu/fileadmin/user\\_upload/pdfs/Workshop\\_Hybrid\\_Communication/1\\_3\\_Volkswagen\\_Kwoczek.pdf](https://www.codecs-project.eu/fileadmin/user_upload/pdfs/Workshop_Hybrid_Communication/1_3_Volkswagen_Kwoczek.pdf). [Zugriff am 05 09 2018].
- [54] [Online]. Available: [https://www.itu.int/en/fnc/2018/Documents/4\\_Nigel\\_Jefferies.pdf](https://www.itu.int/en/fnc/2018/Documents/4_Nigel_Jefferies.pdf). [Zugriff am 05 09 2018].
- [55] [Online]. Available: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/cellular-vehicle-to-everything-c-v2x-technologies.pdf>. [Zugriff am 05 09 2018].
- [56] [Online]. Available: [https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2017/12/C-2VX-Enabling-Intelligent-Transport\\_2.pdf](https://www.gsma.com/iot/wp-content/uploads/2017/12/C-2VX-Enabling-Intelligent-Transport_2.pdf). [Zugriff am 05 09 2018].

- [57] [Online]. Available:  
[https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/downloads/5Gstrategie\\_ua.pdf](https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/downloads/5Gstrategie_ua.pdf). [Zugriff am 05 09 2018].
- [58] [Online]. Available: [https://de.nttdata.com/-/media/nttdatagermany/files/2017\\_de\\_studie\\_autonomes\\_fahren.pdf](https://de.nttdata.com/-/media/nttdatagermany/files/2017_de_studie_autonomes_fahren.pdf). [Zugriff am 06 09 2018].
- [59] [Online]. Available: <https://investinaustria.at/de/blog/2018/05/autonomes-fahren.php> . [Zugriff am 05 09 2018].
- [60] [Online]. Available: <https://www.next-mobility.news/automatisiertes-fahren-redundanz-diversitaeres-design-verhindern-ausfaelle-a-675657>. [Zugriff am 03 09 2018].
- [61] Ye Li, Hao Wang, Wei Wang, Lu Xing, Shanwen Liu, Xueyan Wei, „Evaluation of the impacts of cooperative adaptive cruise control on reducing rear-end collision risks on freeways,“ *Accident Analysis & Prevention, Volume 98*, pp. 87-95, 2017.