



Automatisiertes vs. Autonomes Fahren

von Sebastian Martin

Viele Aspekte deuten darauf hin, dass sich die Form unserer täglichen Fortbewegung und Mobilitätsgewohnheiten in den kommenden Jahren grundlegend verändern wird. Autonome Fahrzeuge werden aktiv am Straßenverkehr teilnehmen. Die hierfür notwendigen Daten werden mithilfe von hochempfindlichen Sensoren und Kameras generiert werden. Die Systeme an Bord der autonomen Fahrzeuge werden die Daten in der Art verarbeiten, dass die Passagiere sicher an ihre Ziele gebracht werden. Zu diesem Zwecke werden die Fahrzeuge sowohl miteinander als auch mit der Verkehrsinfrastruktur Informationen austauschen, um situationsgerecht reagieren zu können. Somit werden dem Autofahrer mehr und mehr Aufgaben durch die automatisierten Fahrfunktionen abgenommen.

Orientierung durch den Begriffschmelze

Im Hinblick auf die verschiedenen Stufen der Fahrzeugautonomie und der damit verbundenen Fähigkeiten der Fahrzeuge, haben sich in den vergangenen Jahren unterschiedliche Begriffe zur Definition des autonomen Fahrens etabliert. So ist die Rede von „selbstfahrend“, „automatisiert“, „assistiert“, „autonom“, „fahrerlos“, „automatisch“, „hochautomatisiert“, „vollautomatisiert“, „teil- und vollständig autonom“, „Automatisierungs-Level 1 bis 5“. Diese Vielzahl verschiedener Begriffe ist typisch für die Anfangsphase neuer Technologien.¹

Deutschland hat durch den Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes,

das die entsprechenden Definitionen der verschiedenen Fahrzeugkategorien beinhaltet, wichtige Voraussetzungen für einen rechtlichen Rahmen für den Einsatz von autonomen Fahrzeugen geschaffen. Die Festlegung von Begrifflichkeiten und Regelungen für das Zusammenwirken zwischen Fahrzeugführer und dem Fahrzeug mit automatisierten Fahrfunktionen sind die Basis für die notwendige Rechtssicherheit.²

Der entscheidende Unterschied der Automatisierungsgrade besteht in der Differenzierung zwischen teilautomatisiertem, hochautomatisiertem und vollautomatisiertem Fahren. Unterscheidungsmerkmal ist hierbei die Notwendigkeit von Eingriffen durch einen menschlichen Fahrer.

- Ist für die Fortbewegung des Fahrzeuges kein menschlicher Fahrer notwendig, da das Fahrzeug alle Fahraufgaben unter allen vorstellbaren Fahrbedingungen und Situationen auf allen Straßen und diese mit der gleichen Sicherheit wie ein menschlicher Fahrer beherrscht, so wird dieses System als autonomes „vollautomatisiertes“ Fahrsystem und das Fahren als autonomes Fahren bezeichnet. Das Auto hat in diesem Fall nur noch Passagiere, aber keinen Fahrer.³ Das autonome Fahren ist somit gleichbedeutend mit dem fahrerlosen Fahren.
- In die Kategorie des hochautomatisierten Fahrens fallen Systeme, welche in der Lage sind, sowohl die Quer- als auch die Längsführung eines Fahrzeuges für

¹ RA Dr. Benedikt Wolfers (2017): Selbstfahrende Autos: Ist das erlaubt? S.3

² Bundesrat, (2017): Gesetzentwurf der Bundesregierung, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes. BR-Drs. 69/17

³ RA Dr. Benedikt Wolfers (2017): Selbstfahrende Autos: Ist das erlaubt? S.4

einen bestimmten Zeitraum und für (vor-) definierte Situationen zu übernehmen. Der Fahrer ist dabei nicht verpflichtet, das System fortwährend zu überwachen. Wird die Übernahme der Fahrzeugführung durch den Fahrer erfordert, wird dieser durch das System dazu aufgefordert.

- Teilautomatisierte Systeme sind hingegen lediglich in der Lage, die Quer- und Längsführung des Fahrzeuges für einen definierten Zeitraum oder im Rahmen einer spezifischen Aufgabe zu übernehmen. Der Fahrer des teilautomatisierten Fahrzeuges muss die Fahrt fortlaufend überwachen und jederzeit in der Lage sein, die Führung des Fahrzeuges vollständig zu übernehmen.⁴

Assistenzsysteme

Als Assistenzsysteme werden Systeme bezeichnet, die den Fahrer beim Führen des Fahrzeuges unterstützen, wobei sich fast alle dieser Assistenten durch eine autonome Funktionalität auszeichnen. Indem sie eine bestimmte Funktion ausführen, erhöhen sie die Möglichkeiten des Fahrers zur Aufnahme von Informationen. Bekannte Beispiele für derartige Systeme sind Reifendruckkontrollsysteme, adaptives Kurvenlicht, Antiblockiersysteme, elektronische Stabilitätsprogramme, Kollisionswarnsysteme und seit jüngstem auch Nachtsichtsysteme.⁵ Hierdurch werden die sensorischen Fähigkeiten des Fahrers ergänzt und die Fahrsicherheit erhöht. Diese Systeme verfügen jedoch über keinerlei Funktionalitäten hinsichtlich Entscheidungen, Aktionsausführung oder Kontrolle der Handlungseffekte.

Systeme, die unmittelbar korrigierend in die Längs- oder Querdynamik des Fahrzeugs eingreifen, werden als aktive Assistenzsysteme bezeichnet. Zu diesen gehört beispielsweise

das Antiblockiersystem. Andere Systeme werden als passive Systeme bezeichnet, wie etwa ein Nachtsichtgerät, welches ausschließlich Informationen zur Verfügung stellt, aber keine weiteren Aufgaben übernimmt. In der Regel hat der Fahrer eines Fahrzeuges keine Möglichkeit, die im Fahrzeug verbauten Assistenzsysteme in ihrer Funktionalität entscheidend zu beeinflussen.⁶

Eine Sonderform der Assistenzsysteme stellen Parkassistenzsysteme dar, welche das Einparken von Fahrzeugen in Parklücken und damit Lenkaufgaben übernehmen.

In den vergangenen Jahren hat eine Vielzahl innovativer Assistenzsysteme Einzug in den Markt gehalten. Das Spektrum der Technologien reicht vom inzwischen etablierten Elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP) bis hin zu Adaptiven Geschwindigkeitsregelungen, Spurhalteassistenten, Totwinkel-Assistenten bis hin zu dem bereits erwähnten Nachtsichtsystem.⁷

Automatisierte Fahrsysteme

Im Gegensatz zu den Assistenzsystemen können hoch- und vollautomatisierte Fahrsysteme das Beschleunigen und Abbremsen sowie das Lenken eines Fahrzeugs in bestimmten Situationen und für einen definierten Zeitraum übernehmen.

Diese Systeme sind auf einen spezifischen Anwendungsfall beschränkt und dürfen nur für diesen eingesetzt werden. Sie haben innerhalb dieses jeweiligen Anwendungsfalles ihre Grenzen und sind – je nach Automatisierungsgrad – in der Lage, bestimmte aber nicht zwingend alle denkbaren Verkehrssituationen zu bewältigen.

Ein Beispiel für hochautomatisierte Fahrsysteme ist der Stauassistent, welcher die Fahrzeugsteuerung auf Autobahnen in Stausituationen bis zu

einer bestimmten Geschwindigkeit übernehmen kann. Der Assistent erkennt Geschwindigkeitszeichen und beachtet diese, er kann jedoch nicht auf alle denkbaren Fahrsituationen angepasst reagieren.

Der Fahrer eines Fahrzeuges mit hoch- oder vollautomatisiertem Fahrsystem muss dementsprechend die Leistungsfähigkeit des Systems kennen und in Situationen jenseits der Leistungsgrenzen situationsangepasst reagieren.

Die Unterscheidung zwischen hoch- und vollautomatisierten Fahrsystemen ist somit am Grad der Automatisierung festzumachen.

Laut § 1a Abs. 2 StVG ÄndEntw sind Kraftfahrzeuge mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion Fahrzeuge, „die über eine technische Ausrüstung verfügen,

1. die zur Bewältigung der Fahraufgabe – einschließlich Längs- und Querverführung – das jeweilige Kraftfahrzeug nach Aktivierung steuern kann,
2. die in der Lage ist, während der hoch- oder vollautomatisierten Fahrzeugsteuerung den an die Fahrzeugführung gerichteten Verkehrsvorschriften zu entsprechen,
3. die jederzeit durch den Fahrzeugführer manuell übersteuerbar oder deaktivierbar ist,
4. die die Erforderlichkeit der eigenhändigen Fahrzeugsteuerung durch den Fahrzeugführer erkennen kann und
5. die dem Fahrzeugführer die Erfordernis der eigenhändigen Fahrzeugsteuerung rechtzeitig optisch, akustisch oder taktil anzeigen kann“⁸

4 Andrej Cacilo (Fraunhofer IAO); Sarah Schmidt (Fraunhofer IAO); Philipp Wittlinger (Fraunhofer IAO); Florian Herrmann (Fraunhofer IAO); Wilhelm Bauer (Fraunhofer IAO); Oliver Sawade (Fraunhofer FOKUS); Hannes Doderer (IKEM); Matthias Hartwig (IKEM); Scholz Volker (Fraunhofer IAO); (2015): Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – Industriepolitische Schlussfolgerungen Dienstleistungsprojekt 15/14. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMW). S.22

5 Tausend kleine Helferlein - Wie funktioniert welcher Assistent im Auto? (Montag, 25. Dezember 2017), Wie funktioniert welcher Assistent im Auto? Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.n-tv.de/auto/Wie-funktioniert-welcher-Assistent-im-Auto-article20198804.html>

6 Bernd Ludwig (2015): Planbasierte Mensch-Maschine-Interaktion in multimodalen Assistenzsystemen. S.7

7 Jens Plättner (iQST GmbH); Michael Hüttinger (TÜV SÜD Automotive GmbH); Michael Reit (FleetCompany GmbH); Tobias Ständer (iQST GmbH); Udo Steininger (TÜV SÜD Automotive GmbH); 2010: Fahrerassistenzsysteme im Spannungsfeld von Kundenerwartungen und Herstellerambitionen. S.1

8 Straßenverkehrsgesetz (StVG), (neugefasst durch B. v. 05.03.2003 BGBl. I S. 310, 919; zuletzt geändert durch Artikel 1 G. v. 05.12.2019 BGBl. I S. 2008): §1a Kraftfahrzeuge mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion

Hoch- und vollautomatisierte Fahrsysteme besitzen somit die Fähigkeit zu erkennen, wann ihre Anwendungsvoraussetzungen nicht erfüllt sind und fordern in Folge den Fahrer auf, die Verantwortung für die Fahrzeugführung zu übernehmen. Gleiches gilt bei einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Systems wie etwa eine Verschlechterung der Witterungsbedingungen, welche sich entsprechend nachteilig auf die Sensoren des Fahrzeuges auswirken.⁹

Level der Automatisierung des Fahrens

In welchem Umfang ein Fahrzeug die Aufgaben des Fahrers übernehmen wird und wie Mensch und Maschine heute und zukünftig interagieren werden, erfolgt in unterschiedlichen Entwicklungsschritten.

Man spricht hierbei von den fünf Level der Automatisierung von Fahrzeugen:

Level 0 Driver only bezeichnet Systeme, bei welchem der Fahrer lenkt und vollkommen ohne Unterstützung durch das Fahrzeug fährt.

Level 1 Fahrerassistenzsysteme umfasst Systeme, die den Fahrer bei der Fahraufgabe unterstützen und für mehr Komfort und Sicherheit sorgen. Zu diesen Systemen gehören beispielsweise die Geschwindigkeitsregelung mit Stop&Go-Funktion, welche den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug selbstständig reguliert oder die Personen- und Auffahrwarnung, welche durch einen automatisch eingeleiteten Bremsvorgang Kollisionen verhindern soll. Das European New Car Assessment Programme bzw. Europäisches Neuwagen-Bewertungs-Programm, kurz Euro NCAP bezeichnete diese Funktionen als besonders wegweisende Innovationen auf dem Gebiet der Unfallvermeidung.

Level 2 Teilautomatisiertes Fahren unterstützt den Fahrer mit Systemen wie etwa dem Lenk- und Spurführungsassistent inklusive Stauassistent. Fahrzeuge mit diesen Systemen können automatisch bremsen, beschleunigen

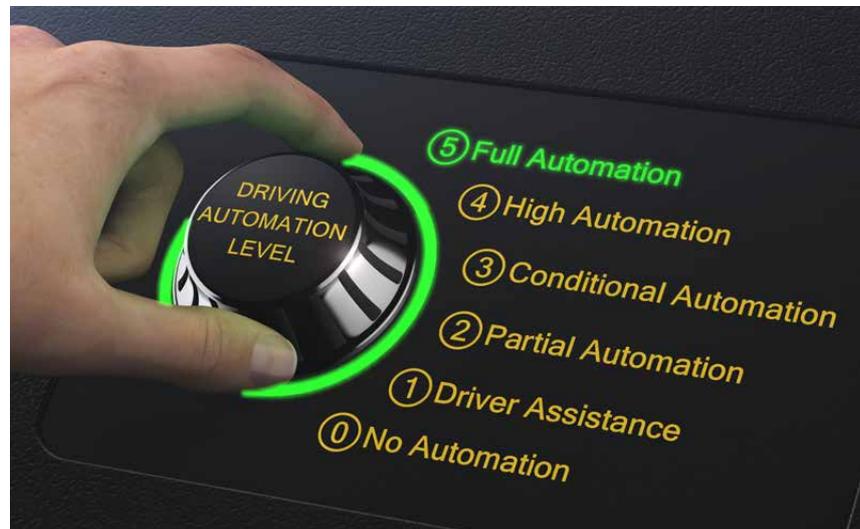


Abbildung 1: Level der Automatisierung des Fahrens
Quelle: adobe Stock

und im Gegensatz zu Level 1 auch das Steuern des Fahrzeuges im Verkehrsfluss übernehmen. Mit der Funktion des fahrzeuggesteuerten Einparkens besteht darüber hinaus die Möglichkeit, das Fahrzeug fahrerlos in enge Parkbuchten einzuparken. Ebenso wie bei Level 1 hat der Fahrer bei Level 2 jedoch stets die Verantwortung über das Fahrzeug und kann sich nicht vom Verkehrsgeschehen abwenden.

Level 3 Hochautomatisiertes Fahren lässt den Fahrer zunehmend Freiheit gewinnen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann er sich dauerhaft vom Verkehrsgeschehen abwenden und die Fahraufgabe vollständig dem Fahrzeug delegieren. Ab dieser Entwicklungsstufe ist das Fahrzeug mittels hochautomatisierter Systeme in der Lage, längere Strecken in bestimmten Verkehrssituationen, wie beispielsweise Autobahnfahrten, vollständig autonom zu fahren. Der Fahrer muss jedoch in der Lage sein, die Fahraufgabe innerhalb von wenigen Augenblicken, wie etwa bei Baustellensituationen, wieder zu übernehmen.¹⁰ Ziel führender Automobilhersteller ist es, bis 2021 diese Technologie auf dem Markt zu etablieren.¹¹

Level 4 Vollautomatisiertes Fahren stellt die Vorstufe zum vollständig autonomen Fahren dar. Bei dieser Automatisierungsstufe fährt und navigiert das Fahrzeug den überwiegenden Teil seiner Fahrt selbständig. Ab dieser Stufe ist die Technologie so weit entwickelt, dass das Fahrzeug selbst hochkomplexe urbane Verkehrssituationen, wie beispielsweise plötzlich auftretende Baustellen, ohne Eingriff des Fahrers meistert. Die Fahrtüchtigkeit des Fahrers muss dennoch gegeben sein, damit dieser im Bedarfsfall die Fahraufgabe übernehmen kann. Denkbar wäre ab dieser Automatisierungsstufe aber beispielsweise, dass der Fahrer während der Fahrt zeitweise schläft. Ignoriert der Fahrer die Warnhinweise des Fahrzeuges in einer kritischen Situation, besitzt das Fahrzeugsystem die Autorität, den Wagen in einen sicheren Zustand zu überführen, z. B. anzuhalten.

Level 5 Autonomes Fahren bezeichnet Systeme, mit deren Hilfe sich das Fahrzeug vollständig fahrerlos und somit autonom fortbewegt. Während die Automatisierungsstufe 4 noch einen Fahrer voraussetzt, kommt das Fahrzeug in Level 5 ganz ohne Fahrer aus. Somit ist beim

⁹ RA Dr. Benedikt Wolfers (2017): Selbstfahrende Autos: Ist das erlaubt? S.4

¹⁰ BMW AG, (27.03.2010): Die fünf Stufen bis zum autonomen Fahren. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.bmw.com/de/automotive-life/autonomes-fahren.html>

¹¹ Hannes Rügheimer (20.03.2019): 5G: So wichtig ist das schnelle Netz für autonomes Fahren. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://aiomag.de/5g-so-wichtig-ist-das-schnelle-netz-fuer-autonomes-fahren-6681>

vollständig autonomen Fahren weder eine Fahrtüchtigkeit noch eine gültige Fahrerlaubnis des Fahrers erforderlich – Lenkrad als auch Pedalerie sind damit überflüssig. Das Fahrzeug übernimmt ab dieser Stufe alle Fahrfunktionen, wodurch alle Personen im Wagen zu Passagieren werden.

Gegenwärtig sind Level 3, 4 und 5 noch Zukunftsmusik. Die Komplexität und die Anforderungen an die technischen Lösungen, welche die Sicherheit dieser Automatisierungsstufen gewährleisten, sind ausgesprochen hoch. Aus diesem Grunde werden komplett autonom fahrende Fahrzeuge zunächst mit relativ geringen Geschwindigkeiten im Stadtverkehr eingesetzt werden. Auch wenn diese Systeme die Fahrt auf Autobahnen voraussichtlich ohne weiteres meistern werden, wird sich ihr Einsatz zu Beginn auf Innenstädte und dort auf begrenzte Bereiche konzentrieren, um weitere Erfahrungen zur Interaktion von autonomen Fahrzeugen mit der Verkehrsinfrastruktur, anderen Verkehrsteilnehmern sowie klimatischen Einflüssen zu sammeln. Fahrerassistenzsysteme von Level 1 sind hingegen heute weit verbreitet.

Technische Herausforderungen

Was menschliche Autofahrer in der Regel intuitiv verhindern, stellt das autonome Fahren vor größere Herausforderungen. Denn während in hochdynamischen Verkehrssituationen die Sensoren des Fahrzeuges beispielsweise ein unerwartet von der Seite kommendes Fahrzeug erkennen und identifizieren, vergeht wertvolle Zeit. Die Autoindustrie setzt somit im Zusammenhang mit dem autonomen Fahren, den benötigten sehr kurzen Reaktionszeiten und der modernen Mobilität hohe Erwartungen in den Mobilfunkstandard 5G, welcher die fünfte Generation im Mobilfunk und somit den Nachfolger der aktuellen LTE/4G-Technik darstellt.

Das 5G-Netz soll ermöglichen, dass sich autonom fahrende Fahrzeuge frühzeitig über ihre Absichten informieren und gegenseitig abstimmen. Dies ist auch ein Grund, warum die fünfte Mobilfunkgeneration wesentlich mehr Funktionalitäten bieten soll als nur höhere Datenraten. Die zwei entscheidendsten



Abbildung 2: Vielfältige Verkehrsinformationen müssen je nach Level der Automatisierung von den Fahrzeugsystemen zeitgleich erfasst und korrekt verarbeitet werden, um eine sichere Fahrt zu gewährleisten.

Quelle: adobe Stock

Neuerungen gegenüber den üblichen Standards 4G/LTE oder 3G/UMTS sind, dass 5G wesentlich mehr Endgeräte in einer Funkzelle versorgt und dass das neue 5G-Netz Reaktionszeiten bietet, welche weit über den heutigen Standards liegen. Waren die 3G und 4G Standards vor allem für Smartphones konzipiert, kommen bei 5G hohe Zahlen vernetzter Geräte im „Internet of Things“ und somit nicht zuletzt vernetzte Fahrzeuge für autonomes Fahren hinzu.¹²

Gesellschaftliche Aspekte

Die technologische Seite des autonomen Fahrens ist jedoch nur eine Seite der Medaille, da autonome Fahrzeuge Auswirkungen auf unsere Gesellschaft haben werden, welche gegenwärtig noch nicht abgeschätzt werden können. Im Rahmen der Etablierung dieser neuen Technologie werden zahlreiche juristische, ethische, soziale, verkehrstechnische und psychologische Fragen aufgeworfen und kritisch hinterfragt. Deren Beantwortung ist dabei maßgeblich für den Erfolg bzw. den Zeitraum bis zur Etablierung der Technologie. Dementsprechend wurde von

Bundesminister Alexander Dobrindt im Oktober 2016 die Ethik-Kommission zum automatisierten Fahren eingesetzt, um diesen Paradigmenwechsel sowie die damit einhergehenden Fragen zu diskutieren und um klare Leitlinien für Algorithmen zu entwickeln.¹³

Drängend sind in diesem Zuge beispielsweise auch Fragen nach der Datensicherheit bzw. welche Aspekte zu berücksichtigen sind, sollte ein autonomes Fahrzeug Ländergrenzen überschreiten. Es stellt sich darüber hinaus die Frage, wie wir mit den umfangreichen Eingriffen in unsere mobile Autonomie umgehen werden. Weitere entscheidende Fragen sind rechtlicher Natur, wie etwa die Haftungsfrage von Versicherungen bei Unfällen durch autonome Fahrzeuge?

Zu berücksichtigen sind außerdem auch komplexe Fragestellungen, die sich aus der Tatsache ergeben, dass Automobilhersteller internationale Akteure sind und selbstfahrende Fahrzeuge in verschiedenen Ländern mit ihren spezifischen

¹² BMW AG (27.03.2010): Die fünf Stufen bis zum autonomen Fahren. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.bmw.com/de/automotive-life/autonomes-fahren.html>

¹³ David Fluhr (17.01.2018): Bosch: Serienreife 2021. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.autonomes-fahren.de/bosch-serienreife-2021>

Gesetzgebungen und Regularien zum Einsatz kommen werden.

Die fortschreitende Entwicklung dieser Technologie wirft auch die provokante Frage auf, ob Menschen künftig überhaupt noch die Berechtigung haben werden, aktiv ein Fahrzeug zu steuern, sollte die Technologie der Fahrroboter die Sicherheit im Straßenverkehr nachweislich erhöhen.

Ausblick

Gegenwärtig zeigen sich bei der Diskussion dieser künftigen Mobilitätsform drei Aspekte als entscheidende Faktoren. Einerseits wird ethischen Fragen eine Schlüsselfunktion zugesprochen, denn erst wenn es gelungen ist, autonom fahrenden Fahrzeugen eine Art von

Entscheidungsethik einzuprogrammieren, ist diese Technologie geeignet, sich in der Praxis zu behaupten. Im Besonderen gilt dies für Situationen, in denen im Falle einer unvermeidbaren Kollision das Fahrzeug eine Abwägung treffen muss, welches Verhalten den Passagieren und Personen außerhalb des Fahrzeugs den geringsten Schaden zufügen wird. Andererseits stellt sich die Frage nach den Konsequenzen, welche sich für die Gesetzgebung wie beispielsweise die Straßenverkehrsordnung ergeben werden. Darüber hinaus ist die Leistungsfähigkeit der maschinellen Wahrnehmung zu diskutieren, da Kameras, Sensoren oder andere elektronische Komponenten mit der Zeit verschleißend und somit im Lauf der Zeit unzuverlässiger werden, wodurch das Sicherheitsrisiko steigt.

Das autonome Fahren kann jedoch bei erfolgreicher Beantwortung der notwendigen Fragen viele neue Chancen eröffnen wie etwa eine Reduzierung bzw. effizientere Ausnutzung von Verkehrsflächen im Verkehrsfluss oder die Verringerung des Parkraumbedarfs in der Innenstadt. Darüber hinaus bietet die moderne Technologie des autonomen Fahrens laut dem US-Marktforschungsunternehmen Navigant Research ein enormes Wachstumspotenzial. So soll sich der weltweite Umsatz mit den entsprechenden Technologien des autonomen Fahrens zwischen 2016 und 2025 annähernd vervierhundertfachen, was einem Zuwachs des Marktvolumens von 96 Millionen US-Dollar auf 36 Milliarden US-Dollar entspricht.¹⁴

14 Yannick Polchow (12.08.2015): Car-to-X - Blick in die Sterne. Abgerufen am 24.04.2020 von <https://www.car-it.com/blick-in-die-sterne/id-0043586>



Über den Autor

Sebastian Martin hat Kunststoff- und Elastomertechnik an den Hochschulen für angewandte Wissenschaften Rosenheim und Würzburg studiert. Die Schwerpunkte seiner Arbeit liegen in den Themenbereichen Digitalisierung, nachhaltige Technologien und Energieeffizienz.

s.martin@atenekom.eu

Über die atene KOM

Die atene KOM GmbH aus Berlin begleitet den öffentlichen Sektor bei der Projektentwicklung in den Bereichen Digitalisierung, Energie, Mobilität, Gesundheit und Bildung.

Wir bringen Kommunen, Landkreise und Unternehmen zusammen und entwickeln gemeinsam die Infrastruktur für die Zukunft. Die Stärkung des ländlichen Raums steht im Fokus unserer Arbeit.

www.atenekom.eu