

Wenn das Auto die Kontrolle übernimmt

Ein Blick in die Zukunft des autonomen Fahrens



Wenn das Auto die Kontrolle übernimmt

Ein Blick in die Zukunft des autonomen Fahrens



DAS AUTONOME FAHRZEUG KOMMT ...	4
---------------------------------	---



DIE ENTWICKLUNG DES AUTONOMEN FAHRENS	6
---------------------------------------	---

1. Stufen der „Auto-nomie“ 6
2. Zentrale Funktionen selbstfahrender Fahrzeuge 8
3. Das zukünftige Ökosystem des autonomen Fahrens 12
4. Szenarien der Marktdurchdringung 15



SZENARIO EINS (UM 2020): Autonome Fahrzeuge erobern die Straßen	18
--	----

1. Teilen statt Besitzen 19
2. Autonome Fahrzeuge im Personen- und Kraftverkehr 20
3. Minimale Änderungen im Fahrgastrraum 21
4. Neue Versicherungsfragen 22
5. Szenario eins – das Wichtigste im Überblick 22

SZENARIO ZWEI (UM 2050): Überwiegend autonome Fahrzeuge auf den Straßen	24
--	----

1. Die Automobilbranche wandelt sich – neuer Aftersales 24
2. Neues Verhältnis zwischen Kunden und OEM 25
3. Mechaniker werden zu IT-Spezialisten 26
4. Carsharing nimmt weiter zu 27
5. Werden Versicherungen überflüssig? 28
6. Neue Formen der Gebührenerhebung und Rechnungsstellung 29
7. Was passiert mit Führerschein und Fahrlehrern? 30
8. Der Fahrzeuginnenraum als Wohnzimmer oder Büro 32
9. Personennahverkehr wird flexibler 34
10. Wie verändern sich der Verkehr, Städte und das Leben? 37
11. Szenario zwei – das Wichtigste im Überblick 38



IV.

SZENARIO DREI (UM 2060): Eine Welt mit ausschließlich vollautomatisierten Fahrzeugen 40

1. Carsharing als Zukunftsmodell 40
2. Herausforderungen für Autobauer 43
3. Das Aftersales-Geschäft der Zukunft 44
4. Möglichkeiten der Freizeitnutzung während der Fahrt 47
5. Die Städte wandeln sich 48
6. Positiver Einfluss auf die Umwelt 51
7. Autonome Fahrzeuge übernehmen Jobs 51
8. Szenario drei – das Wichtigste im Überblick 52



V.

VORAUSSETZUNGEN FÜR AUTONOME FAHRZEUGE IM ALLTAG 54

1. Technologische Reife 56
2. Sicherheit 64
3. Rechtliche Rahmenbedingungen 66
4. Gesellschaftliche Akzeptanz 67
5. Preisliche Wettbewerbsfähigkeit 71

FAZIT 74

ÜBER DEN AUTOR 77

QUELLEN 78

DAS
AUTONOME
FAHRZEUG
KOMMT

■ ■ ■

... daran besteht kein Zweifel. Die Frage ist nur:

WANN

werden die ersten autonomen Fahrzeuge auf den Straßen erscheinen?

WIE

wird sich die Anzahl autonomer Fahrzeuge am Markt entwickeln?

WELCHE

Voraussetzungen gibt es für den Erfolg autonomer Fahrzeuge?

Welche technologischen und gesetzlichen Voraussetzungen müssen erfüllt sein bzw. sind zu schaffen und was können (und müssen) Automobil- und Zuliefererindustrie bereits heute tun, um die Weichen für die Zukunft zu stellen – eine Zukunft, die dem autonomen Fahren gehört?

Auf diese Fragen gibt Ihnen das vorliegende Whitepaper von NTT DATA Antworten: Wir, die wir seit über einem halben Jahrhundert einen klaren Schwerpunkt auf innovativen IT-Lösungen für die Automobil- und Zuliefererindustrie haben, skizzieren in drei Szenarien für die Jahre 2020, 2050 und 2060 eine Reihe von

Veränderungen, die das autonome Fahren mit sich bringen wird – für die Fahrer ebenso wie für die Automobil- und Zuliefererindustrie. Dabei greifen wir jeweils zentrale Punkte heraus, zum Beispiel die komplette Umgestaltung des Fahrgasträums, den vollkommen neuen Stellenwert von Carsharing oder grundlegende Änderungen im Aftersales.

Neben den drei Zukunftsszenarien befassen wir uns eingehend mit der Frage, was die elementaren Bausteine des autonomen Fahrens sind – im Hinblick auf Technologie, Sicherheit und rechtliche Rahmenbedingungen.

Wir wünschen Ihnen eine interessante Lektüre!

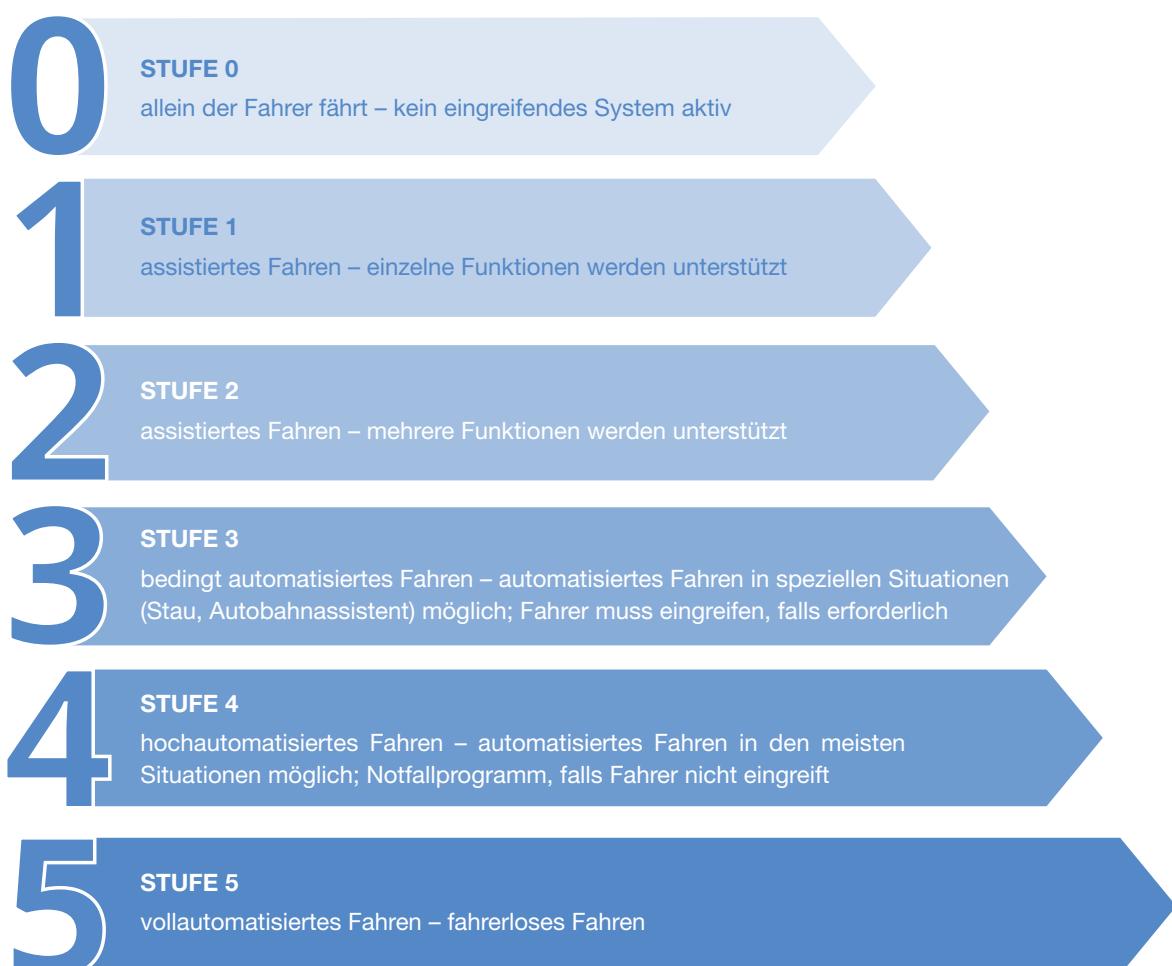


I. DIE ENTWICKLUNG DES AUTONOMEN FAHRENS

Bei der Betrachtung des autonomen Fahrens ist es wichtig zu verstehen, dass „autonom“ nicht ausschließlich vollkommen selbstfahrende Fahrzeuge meint, welche keinen Fahrer mehr benötigen. Sondern vielmehr verwenden Hersteller und öffentliche Institutionen unterschiedliche Stufen der Automatisierung beziehungsweise der Autonomie. In diesem Whitepaper beziehen wir uns auf die folgende Einteilung basierend auf der Norm SAE J3016:

1. Stufen der „Auto-nomie“

Die verschiedenen Entwicklungsstufen des autonomen Fahrens





Stufe 1 haben, abgesehen von Oldtimern, alle Fahrzeuge heute bereits erreicht – die meisten sogar Stufe 2. Funktionen wie die dynamische Abstandsregelung, der Notbrems- oder Spurhalteassistent sind heute bereits in Premium-Modellen verfügbar. Automatisches Einparken ist ebenfalls in einer Reihe von Modellen nutzbar. Technisch gesehen stehen Fahrzeuge für die Stufen 3 und 4 bereit

und könnten abhängig von den Rahmenbedingungen bald auf den Markt kommen. Viele Hersteller avisieren für den Markteintritt das Jahr 2020. Bis jedoch Fahrzeuge der Stufe 5 in nennenswerter Anzahl verkauft werden, wird es wohl noch einige Jahre dauern. Unserer Einschätzung nach wird eine verstärkte Verbreitung um 2050 zunächst über das Premium-Segment beginnen.

2. Zentrale Funktionen selbstfahrender Fahrzeuge

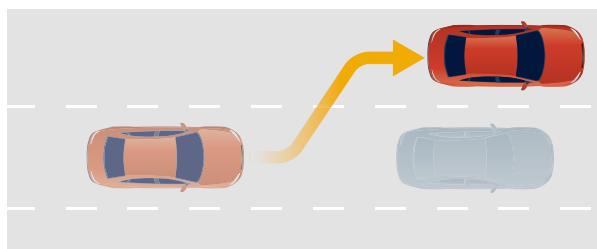
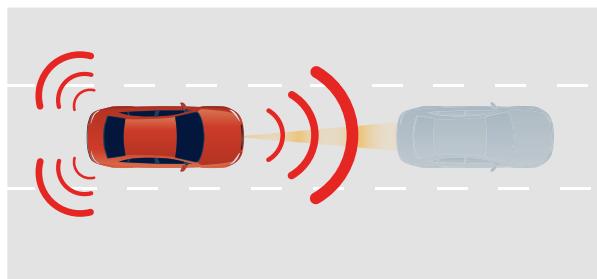
VORAUSSCHAUENDE ROUTENOPTIMIERUNG

Mittels Internetverbindung und präziser Daten zu Standort und Verkehr kann die künstliche Intelligenz eines selbstfahrenden Fahrzeugs die Route vorausschauend optimieren, zu viel Verkehr vermeiden und die Fahrzeit verkürzen. Mithilfe der Daten lässt sich auch die optimale Startzeit ermitteln, um rechtzeitig am Ziel anzukommen. Möglicherweise wird man in Zukunft analog zum Flugverkehr ein Startfenster zugeteilt bekommen.



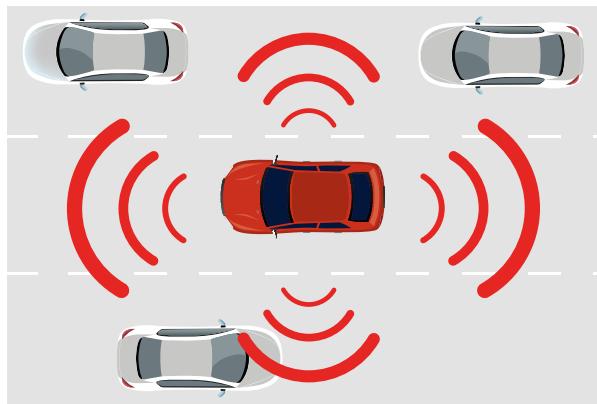
KOLLABORATIVER SPURWECHSEL ODER KOLLABORATIVES ABBIEGEN

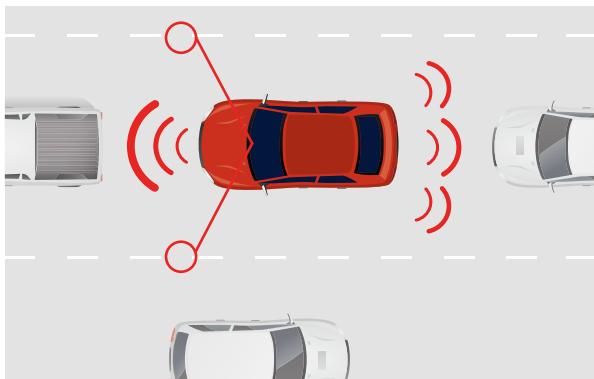
Das System sucht per Radar, Laser oder Kamera nach einer Lücke, um sicher die Spur zu wechseln oder abzubiegen. Bevor das System den Prozess in Gang setzen kann, muss es den Spurwechsel oder das Abbiegemanöver an die Fahrzeuge in der Umgebung kommunizieren – durch Blinken oder Car-to-Car-Kommunikation.



KOLLISIONSVERMEIDUNG

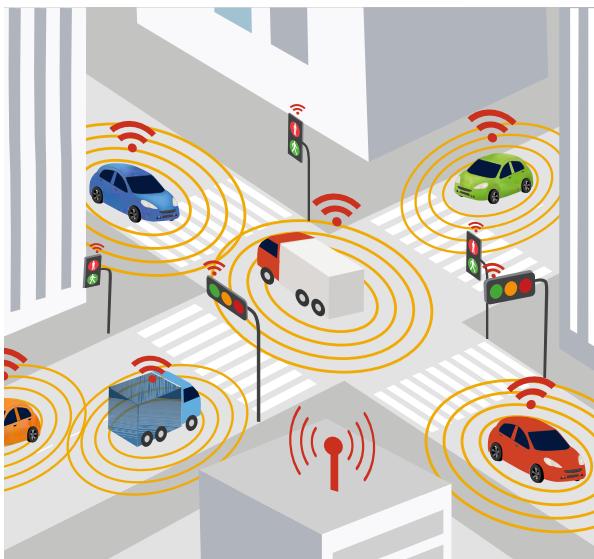
Das System basiert auf Radar-, Laser- oder Kamera-Technologie, die Zusammenstöße auf Basis einer stetigen 360-Grad-Überprüfung der Umgebung (andere Fahrzeuge, Fußgänger, Fahrräder) verhindert. Das System leitet eine Notbremsung oder ein Ausweichmanöver ein, wenn eine Kollision droht.





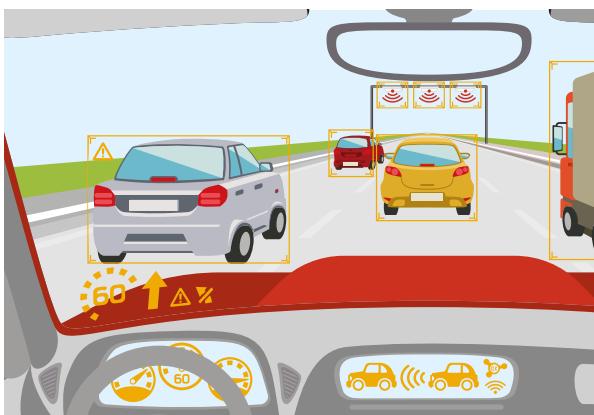
SPURHALTEASSISTENT

Ohne menschliche Steuerung braucht das selbstfahrende Fahrzeug Funktionen, um konstant die Spur halten zu können: Sensoren oder Kameras müssen die Spur erkennen und das Fahrzeug innerhalb der Fahrbahnmarkierung halten. Sie müssen schnell auf ungewöhnliche Bewegungen des Fahrzeugs reagieren und es wieder auf den richtigen Weg bringen.



AMPELSTOPP UND VERKEHRSSCHILDERRKENNUNG

Das selbstfahrende Fahrzeug muss Verkehrsschilder und Ampeln erkennen und sich entsprechend der Regeln verhalten. Dies kann durch Kameras passieren, die Ampeln oder Schilder erkennen können, oder durch Car-2-X-Kommunikation, bei der Ampeln oder Straßenschilder entsprechende Informationen direkt an das Fahrzeug senden. In Zukunft könnte das Fahrzeug auch dynamische Verkehrsregelinformationen von einer zentralen Stelle erhalten.

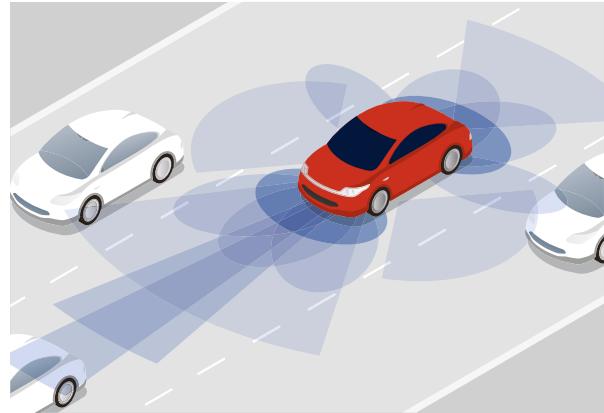


KOLLABORATIVE GESCHWINDIGKEITSKONTROLLE

Durch Radarsensoren misst das Fahrzeug den Abstand zu Hindernissen und anderen Fahrzeugen in der Umgebung. Mit Sensordaten kann die Technologie die Geschwindigkeit an die Verkehrssituation anpassen und plötzliche Geschwindigkeitsänderungen aufgrund von umliegenden Einflüssen vorhersagen. So ist es möglich, einen sicheren Abstand zu wahren und die Geschwindigkeit entsprechend anzupassen – für einen optimalen Verkehrsfluss.

AUTOMATISCHE ABSTANDSHALTUNG

Radarsensoren messen den Abstand zum nächsten Fahrzeug. Sensordaten sorgen dafür, dass das Fahrzeug seine Geschwindigkeit an das voranfahrende Fahrzeug anpasst. So ist jederzeit ein sicherer Abstand gegeben und die Geschwindigkeitsvorschriften werden eingehalten.



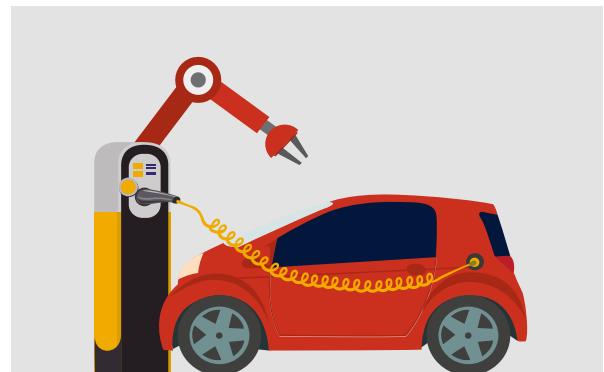
AUTOMATISCHES EINPARKEN

Mit Hilfe von Kameras und Ultraschall-Technologie findet das Fahrzeug eine Parklücke und parkt eigenständig ein. Durch Kommunikation mit dem Connected Car Backend ist das autonome Fahrzeug stets über aktuell oder prognostiziert verfügbare Parkplätze informiert.



SELBST-TANKEN/SELBST-AUFLADEN

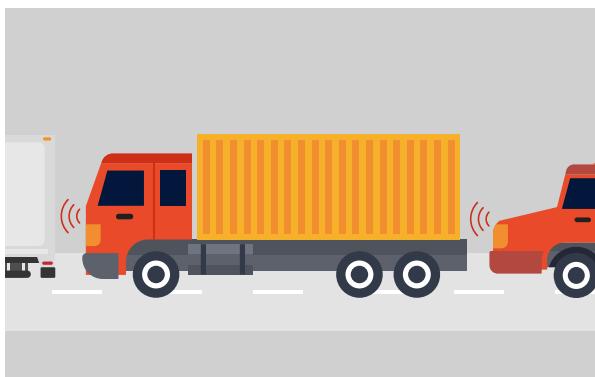
Selbstfahrende Fahrzeuge, ob elektrisch oder (noch) kraftstoffbetrieben, fahren selbstständig zur Ladestation oder zur Tankstelle. Die Betankung erfolgt dann entweder durch einen Menschen oder durch Robotersysteme, die Netzstecker oder Kraftstoffdüsen an das Fahrzeug anschließen.





KOLLABORATIVES ÜBEROLEN

Ein Fahrzeug kommuniziert ein geplantes Überholmanöver an die umgebenden Fahrzeuge. Diese passen ihr Verhalten entsprechend an, sodass der Überholvorgang problemlos erfolgen kann.



FAHREN IN KOLONNEN (PLATOONING)

Mehrere Fahrzeuge (vor allem LKWs) fahren dicht hintereinander, um den Kraftstoffverbrauch durch verringerten Luftwiderstand zu reduzieren.



WARTUNGS- UND REPARATURMANAGEMENT

Vollautomatisierte Fahrzeuge können eine erforderliche Reparatur oder Wartung selbst erkennen und sich eigenständig verwalten. Die Fahrzeuge können Ersatzteile bestellen, einen Termin mit der Werkstatt vereinbaren und selbst dort hinfahren. Auch der Abrechnungs- und Bezahlvorgang kann – nach Freigabe durch den Eigentümer – fast vollständig automatisiert werden.

3. Das zukünftige Ökosystem des autonomen Fahrens

OVER-THE-AIR SOFTWARE UPDATE

Regelmäßige Over-the-Air Software Updates – für neue Funktionen, mehr Kundennutzen und vor allem mehr Sicherheit.



NEUES GESCHÄFTSMODELL

Carsharing-Plattformen für autonome Fahrzeuge werden entstehen. Nutzer können Fahrzeuge buchen und autonome Fahrzeuge können ihre voraussichtliche Verfügbarkeit ständig aktualisieren.



AUFTANKEN UND AUFLADEN

Autonome Fahrzeuge werden sich eigenständig auftanken oder aufladen lassen. Dies wird mittels Induktion oder durch Roboter an der Ladestation oder Tankstelle erfolgen.

PRIVATER EIGENTÜMER UND FLOTTENBETREIBER

Zukünftig werden mehr Fahrzeuge im Flottenbesitz als im Privatbesitz sein. Das Fahren wird zur Mobilitätsdienstleistung.



CYBER-SICHERHEIT UND VERTRAULICHKEIT

Schutz der Fahrzeug-IT und vernetzter Backend-Systeme vor Hackerangriffen ebenso wie Schutz personenbezogener Daten und der Privatsphäre der Insassen.



VERKEHRSINFRASTRUKTUR

In der Welt des autonomen Fahrens kann die Verkehrsinfrastruktur auf das absolute Minimum beschränkt werden. Denn die Autos kennen immer die aktuellste virtuelle Beschilderung.



NAVIGATION

Verwendung eines hochgenauen Satellitenpositionierungssignals in Kombination mit exakten Straßenkarten für eine detaillierte Positionsbestimmung.

ELEKTRONISCHE STEUEREINHEITEN UND FUNKTIONEN

ECUs erhalten Befehle, um Funktionen des Fahrzeugs wie Beschleunigung, Bremse oder Lenkung zu steuern.

DATEN VOR ORT

Das massive Datenvolumen eines Fahrzeugs kann nicht über das Mobilfunknetz übertragen und verarbeitet werden. Eine lokale Datenverarbeitung ist somit erforderlich.



HOCHENTWICKELTES FAHRERASSISTENZSYSTEM (ADAS)

Das Fahrzeug nutzt Sensordaten und externe Daten (z. B. über Verkehr, Wetter, Car-to-X), um das nächste Fahrmanöver optimal zu bestimmen.

NEUE INNENRAUMGESTALTUNG

Das autonome Fahrzeug wird zum zweiten Wohnzimmer oder Büro mit hoch ausgereiftem Infotainment. Dafür werden spezielle Displays und Innenraumausstattungen entwickelt.









4. Szenarien der Marktdurchdringung

Elon Musk sagte 2014 voraus, dass die Technologie für vollständig selbstfahrende Fahrzeuge in fünf bis sechs Jahren vorhanden sein werde¹. Dies würde eine Serienreife ab 2020 implizieren. Eine Studie aus dem Jahr 2015 geht davon aus, dass Verbraucher die neue automobile Technologie bis 2030 angenommen haben werden. Bis 2050 sollen autonome Fahrzeuge sogar das vorrangige Fortbewegungsmittel werden².

Auf der anderen Seite sagt Chris Dixon³, Partner bei der Investment Firma Andreessen Horowitz im Silicon Valley, dass die Straßen schon in zwei bis zehn Jahren voll mit fahrerlosen Fahrzeugen sein werden – je nachdem, welches Land man betrachte.

Diese unterschiedlichen Aussagen belegen die Schwierigkeit bei der Prognose der Verbreitung selbstfahrender Fahrzeuge. Neben dem Marktbedarf gibt es viele weitere Faktoren, die Einfluss auf die Marktdurchdringung haben. So muss man beispielsweise berücksichtigen, wie viele Neufahrzeuge jedes Jahr verkauft werden, wie der Fahrzeugbestand im Markt ist und wie viele alte Fahrzeuge jedes Jahr durch Verschrottung oder Stilllegung aus dem Verkehr genommen werden.

Darüber hinaus sind für eine verlässliche Prognose Daten aus der Vergangenheit und Vorhersagen über Trends in der Automobilindustrie notwendig. Experten rechnen für die Zukunft mit stagnierenden oder gar rückläufigen Autoverkäufen in den reifen Märkten. Zudem werden Geschäftsmodelle wie Carsharing den Abverkauf an Neuwagen im Markt weiter negativ beeinflussen.

Weltweit gibt es derzeit rund 1,2 Milliarden Fahrzeuge im Bestand. Rund 73 Prozent davon entfallen auf die entwickelten Märkte, was etwa 870 Millionen Fahrzeugen entspricht. Heute besitzt rund jede sechste Person weltweit ein Fahrzeug und in den entwickelten Märkten ist es sogar jeder Dritte.

Um 2020, wenn selbstfahrende Fahrzeuge voraussichtlich im Handel erhältlich sein werden, wird die Zahl verkaufter autonomer Fahrzeuge mit einem Anteil von rund einem

Prozent an der Gesamtheit verkaufter Neuwagen immer noch sehr klein sein. Doch mit steigendem Interesse an der Technologie, Weiterentwicklungen und sinkenden Preisen aufgrund von Skaleneffekten wird der Anteil autonomer Fahrzeuge an den Neuverkäufen rasch auf 50 Prozent in den frühen und 100 Prozent in den späten 2040ern steigen. Dann wird der Anteil selbstfahrender Fahrzeuge im gesamten Fahrzeugbestand des Marktes schnell zunehmen.

Die autonome Technologie wird die durch Menschen verursachten Unfälle und Umweltschäden reduzieren. Eine gesetzliche Verpflichtung zum flächendeckenden Einsatz der Technologie, zum Beispiel bei der Einführung von Sicherheitsgurten oder Airbags, erscheint auch bei „Self-driving Cars“ (SDC) realistisch. Auf diesem Wege wird eine 100-prozentige Marktdurchdringung in einem überschaubaren Zeitraum bis ungefähr 2060 möglich.

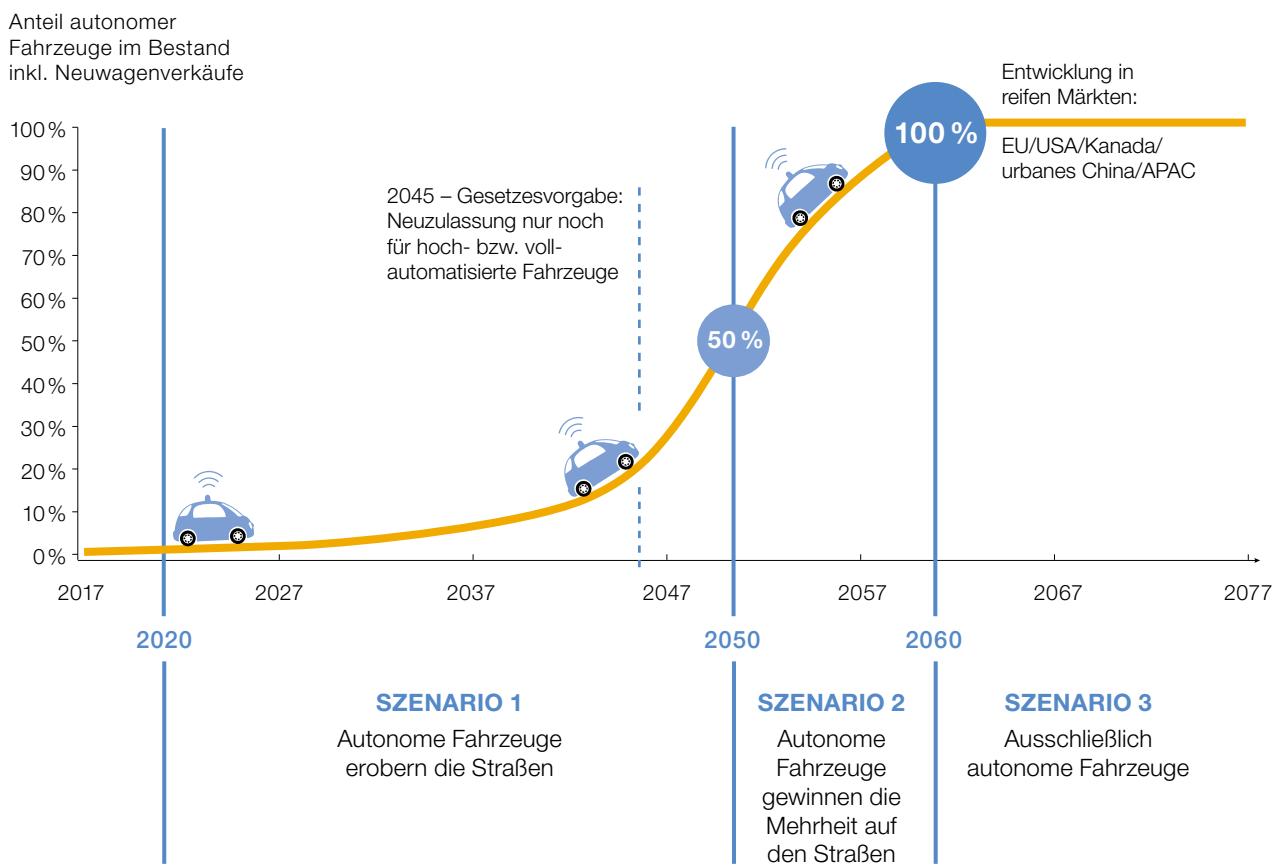
Die vorliegenden Einschätzungen basieren auf der globalen Annahme, dass neu registrierte Fahrzeuge ab dem Jahr 2045 mindestens hochautomatisiert (Stufe 4) sein müssen und nach einer Umrüstungsphase von 15 Jahren ab 2060 ausschließlich autonome Fahrzeuge (Stufe 4 und 5) auf den Straßen erlaubt sind. Damit wäre ab dem Jahr 2045 eine Phase der Umrüstung zu erwarten. Nicht und bedingt autonome Fahrzeuge müssen von den Straßen weichen. Deshalb wird die Anzahl stillgelegter bzw. verschrotteter Fahrzeuge beträchtlich steigen. Infolgedessen wird die Zahl verkaufter Neuwagen in dieser Zeit ebenfalls steigen.

Sobald die gesetzliche Vorschrift für die Verpflichtung von autonomeren Fahrzeugen in Kraft tritt, wird die Wachstumsrate verkaufter Neuwagen in unserem Szenario zunächst steigen. Ihren Höhepunkt wird diese in der Mitte der 15-jährigen Umrüstungsperiode erreichen und danach wieder abflachen, bis alle verbliebenen nicht autonomeren Fahrzeuge ersetzt sein müssen. Zum Ende dieser Periode ist ein Sinken der Anzahl verkaufter Neuwagen zu erwarten. Denn der Markt wird dann laut unserer Berechnungen mit autonomeren Fahrzeugen gesättigt sein.

Im vorliegenden Whitepaper möchten wir die Verbreitung des autonomen Fahrens anhand von drei Szenarien detaillierter betrachten. Die Einteilung der vorgestellten Szenarien basiert auf einer Reihe von Annahmen und Einschätzungen sowie Vorhersagen für die Zukunft und

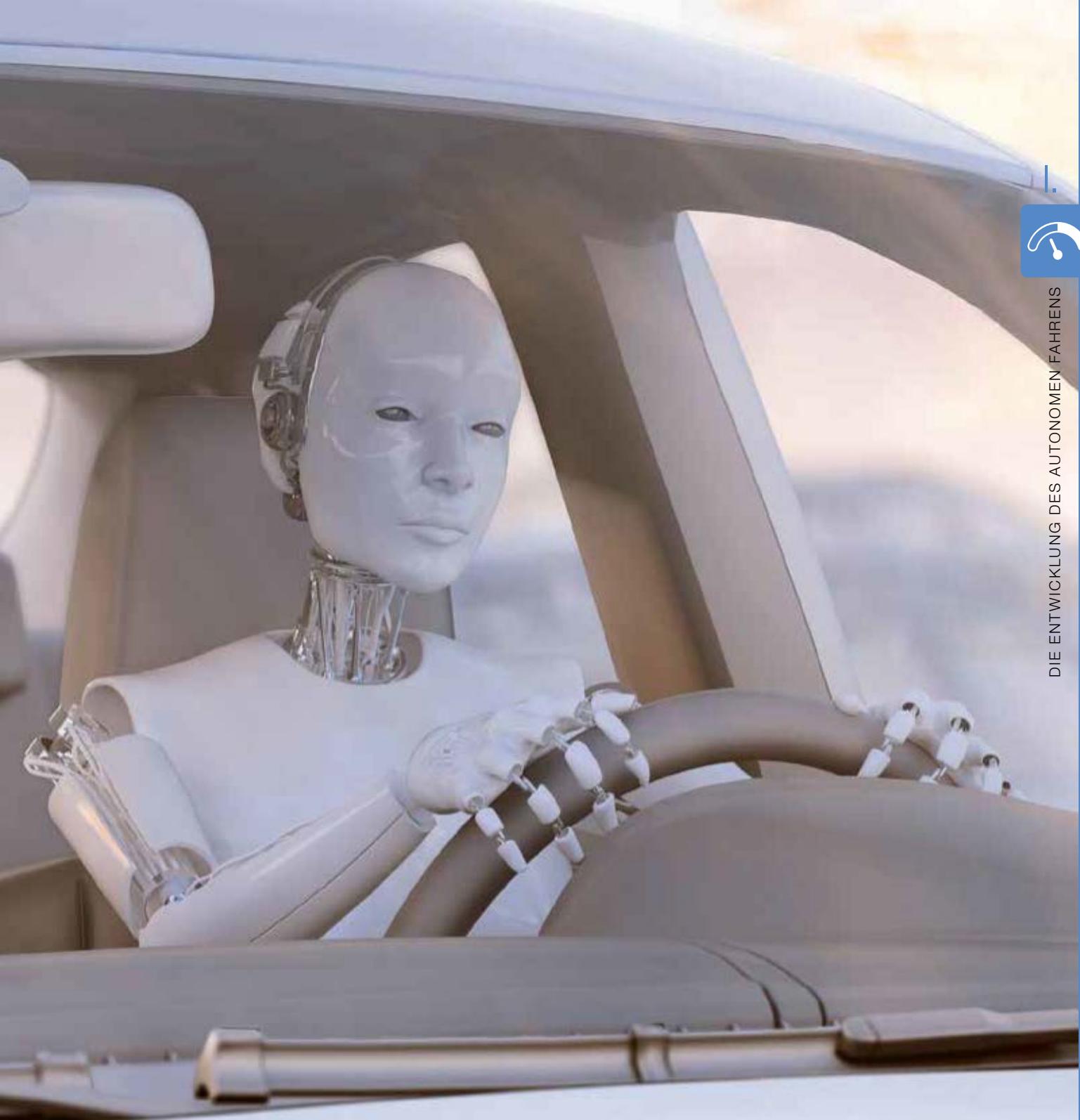
Erfahrungen aus der Vergangenheit. Diese Szenarien der Marktentwicklung erheben nicht den Anspruch einer umfassenden Marktanalyse und -prognose. Vielmehr verfolgen wir damit das Ziel, die mögliche Entwicklung des Ökosystems rund um die SDCs zu formulieren.

Die drei Szenarien der Marktdurchdringung des autonomen Fahrens (Basierend auf eigenen Berechnungen)



HINWEIS ZU UNSEREN DREI SZENARIEN

Im Folgenden werden wir im Detail auf die drei dargestellten Szenarien des autonomen Fahrens eingehen und die jeweiligen Auswirkungen in unterschiedlichen Dimensionen beleuchten. Die Szenarien bauen inhaltlich aufeinander auf. Deshalb werden wir in den Szenarien zwei und drei jeweils nur die Neuerungen bzw. die Änderungen beschreiben.



„Wir werden in 20 Jahren nur noch mit Sondererlaubnis selbstständig Auto fahren dürfen, weil wir das größte Risiko sind als Menschen. Es wird das autonome Fahren geben. Das wird sehr viel ressourcenschonender sein.“

Angela Merkel, Bundeskanzlerin der Bundesrepublik Deutschland



||.

SZENARIO EINS (UM 2020): Autonome Fahrzeuge erobern die Straßen

Mit der stetigen Weiterentwicklung autonomer Technologie kommen erste selbst-fahrende Autos serienmäßig auf die Straßen und verändern nachhaltig Verkehr, Ökosystem und unser Leben.

Hochautomatisierte Fahrzeuge in Serie.

Szenario eins illustriert die nahe Zukunft um das Jahr 2020, in welcher autonome Fahrzeuge zwar bereits in Serie verkauft werden, jedoch noch wenig verbreitet sind. Dabei handelt es sich um hochautomatisierte Modelle (Stufe 4), bei denen das Auto selbstständig fährt, der Fahrer aber bei kritischen Situationen noch immer eingreifen können muss. Die Mehrzahl der Fahrzeuge ist zu Anfang des Szenarios jedoch erst bedingt automatisiert (Stufe 3), aber am Ende des Szenarios setzen sich hochautomatisierte Fahrzeuge weiter durch und bedingt automatisierte Fahrzeuge verschwinden langsam von den Straßen. Vollautomatisierte Fahrzeuge (Stufe 5) sind nur für Forschungszwecke zugelassen.

Neue Geschäftsmodelle.

Die Automobilindustrie steht vor einem grundlegenden Wandel in der Ausrichtung ihrer Geschäftsmodelle. Autonomes Fahren wird sich zunehmend am Endkunden ausrichten und mit der Entstehung neuer Services verbunden sein, welche im heutigen automobilen Ökosystem noch nicht abgebildet sind. Im Zuge der digitalen Transformation werden neue Akteure die Bühne betreten, deren Kerngeschäft bisher nicht primär in der Automobilindustrie lag. Firmen wie Google, Uber, Tencent und viele Start-ups werden ein Umdenken bei etablierten Herstellern und Zulieferern weiter beschleunigen. Bereits heute zeichnet sich ein klarer Trend zu weitreichenden Kooperationen und Partnerschaften ab.





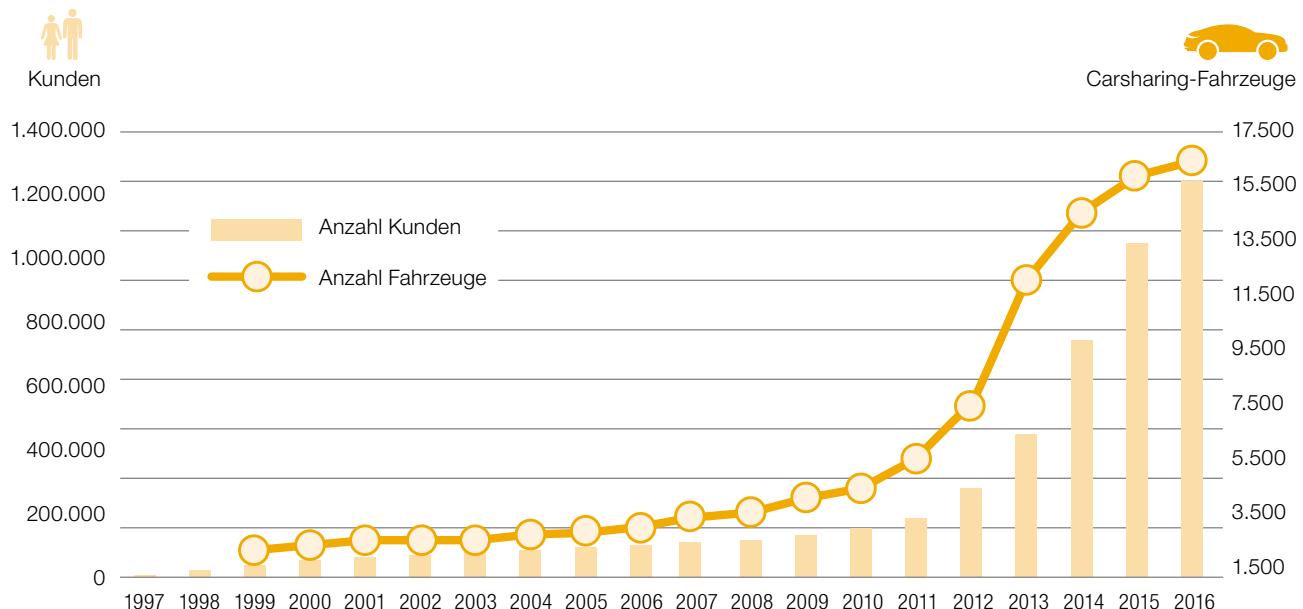
1. Teilen statt Besitzen

Der private Autobesitz unterliegt seit Jahren einem ständigen Wandel. Daher stellt sich auch für autonome Fahrzeuge die Frage, wer die potenziellen Käufer sind. Werden es Privatbesitzer, größere Flottenbetreiber oder gar Firmenwagenflotten sein?

Carsharing zunehmend beliebter.

Die Nutzer haben die Vorteile des Carsharings erkannt. Seit langem werden Geschäftsmodelle wie Carsharing immer interessanter, vor allem für die jüngere Generation. Die Zahl der Carsharing-Nutzer in Deutschland ist von rund 300.000 im Jahr 2012 auf über 1,2 Millionen im Jahr 2016 gestiegen.⁴

Carsharing-Entwicklung in Deutschland⁵



Offensichtlich werden künftig weniger Menschen Autos besitzen. Es ist schwer zu sagen, was genau zu dieser Entwicklung geführt hat: der allgemein veränderte Umgang mit der Mobilität oder der zunehmende Komfort von autonomen Fahrzeugen, der auch das Carsharing angenehmer macht.

Die Aussagen in Bezug auf Carsharing werden jedoch von beiden Determinanten beeinflusst. Autonome Fahrzeuge sind am Anfang teurer. Deshalb könnte Carsharing besonders in den frühen Entwicklungsstadien attraktiver sein. Sinkt der Preis durch das Sharing, wird das Fahren autonomer Fahrzeuge für eine breitere Kundengruppe erschwinglich.



2. Autonome Fahrzeuge im Personen- und Kraftverkehr

Autonome Taxis.

Der Personenverkehr mit Bussen, Zügen und Taxis könnte sich ebenfalls schon bald ändern. In Deutschland gibt es beispielsweise über 53.000 registrierte Taxis. Das bedeutet, dass es etwa genauso viele oder sogar mehr Taxifahrer und weitere Mitarbeiter in dieser Branche gibt.⁶ In den USA sind rund 233.000 Menschen als Taxifahrer beschäftigt.⁷ Die Gehaltskosten haben meist einen signifikanten Anteil an der Preiskalkulation von Taxiunternehmen. Daher wäre die Umstellung auf autonome Taxis eine logische Konsequenz für die Branche, um wirtschaftlicher arbeiten zu können. Ein Pilotprojekt gibt es derzeit in Singapur. Der Stadt-Staat testet bereits autonome Taxis, die in autorisierten Stadtbereichen fahren.⁸

Einsparungen im LKW-Verkehr.

Fahrstunden-Beschränkungen, Fahrermangel sowie Sicherheits- und Kraftstoffkosten – das sind Aspekte,

welche die LKW-Logistik herausfordern. Fahrer von bedingt automatisierten LKWs (Stufe 3) müssen nicht immer lenken. Somit stellt die Zeit-Beschränkung kein Problem mehr da. Das könnte zu Lohneinsparung von bis zu sechs Prozent führen. Jedoch wäre hier eine entsprechende gesetzliche Anpassung notwendig. Darüber hinaus können die LKWs in einem Konvoi fahren („Platooning“) und dank reduziertem Luftwiderstand rund fünf Prozent an Kraftstoffkosten einsparen.

Die Investitionen in autonome Fahrzeuge sind jedoch noch hoch. Um das Jahr 2020 ist es noch nicht sinnvoll, in autonome Fahrzeuge für den Personenverkehr oder hochautomatisierte LKWs zu investieren: Es wird noch ein Fahrer benötigt, womit sich keine Lohnkosten einsparen lassen. Wir gehen daher davon aus, dass es um das Jahr 2020 nur wenige Firmen geben wird, die in Pilotprojekten mit autonom fahrenden Flotten arbeiten.⁹



3. Minimale Änderungen im Fahrgastraum

Marginale Komponentenänderung.

Bei bedingt und hoch automatisierten Fahrzeugen (Stufe 3 und Stufe 4) muss der Fahrer bei Bedarf jederzeit reagieren können. Deshalb wird es im Innenraum des Fahrzeuges keine großen Veränderungen geben. Eventuell werden Komponenten wie Lenkrad und Pedale für Beschleunigung, Bremse oder Kupplung in ihrer Größe geschrumpft und nur noch als Notfunktion mit minimalistischem Design angeboten.

Mehr Infotainment.

Denkbar sind ebenfalls fortgeschrittene Infotainment-Systeme, welche die Möglichkeit bieten, online zu gehen, Musik zu hören oder Filme zu schauen. Radikale Design-Änderungen werden in diesem Szenario noch nicht möglich sein. Daher wird der Innenraum auch für die Original Equipment Manufacturer (OEM) und Zulieferer zunächst noch keine hohe Priorität haben.

Mehr Austausch mit den Mitfahrern.

Auch die Art und Weise, wie Menschen im Fahrzeug sitzen oder sich bewegen, wird sich nur moderat ändern. Das Innovationskonzept ID15 von Johnson Control ermöglicht beispielsweise die Drehung der vorderen Sitzreihe um etwa 18 Prozent. Das macht die Interaktion mit Personen auf der Rückbank bequemer. Dabei ist es trotzdem noch möglich, wenn nötig, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen.

4. Neue Versicherungsfragen

Versicherungsschutz weiterhin notwendig.

In Deutschland kommt es jährlich zu rund 2,5 Millionen Autounfällen. Zwar tragen nur rund zwölf Prozent der betroffenen Personen einen Schaden davon, doch ein Autounfall ist oft teuer.¹⁰ Pro Unfall fallen bei den Versicherungen durchschnittliche Kosten zwischen 740 Euro (Teilkasko) und 3.600 Euro (Haftpflicht) an. Weitere Kosten entstehen für die Autobesitzer.¹¹ Zwar lautet die Prognose, dass autonomes Fahren Unfälle reduziert. Dennoch wird es immer wieder zu Unfällen kommen, solange menschliche Fahrer beteiligt sind. Daher ist eine Versicherung notwendig.

Blackbox wie im Flugzeug.

Die Einführung von autonomen Fahrzeugen ist eine Herausforderung für die klassischen Kraftfahrzeug-Versicherer: Sie müssen neue Produkte auf den Markt bringen und die Versicherungsfrage neu klären. Heute ist der Fahrer als Unfallverursacher für mögliche Schäden verantwortlich. Für Fahrzeuge der Stufe 3 und 4 hat die Bundesregierung Anfang 2017 neue Gesetze eingeführt. Mithilfe einer obligatorischen „Blackbox“ (Fahrtenschreiber), analog zu der im Flugzeug, soll es für Behörden und Versicherungen möglich sein zu unterscheiden, ob ein Unfall durch menschliches Versagen oder durch einen Systemdefekt verursacht wurde. Mit diesen Daten können Haftungsansprüche an den Fahrer oder den Autohersteller geltend gemacht werden.

5. Szenario eins – das Wichtigste im Überblick

SZENARIO EINS UM 2020 – Autonome Fahrzeuge erobern die Straßen



Carsharing

- Wird immer beliebter
- Anstieg Carsharing Nutzer von 2010-2016 um 450 %



Anpassungen im Fahrgastraum

- Marginale Komponentenänderung
- Mehr Austausch mit den Mitfahrern
- Mehr Infotainment



Autonome Fahrzeuge im Personen- und Kraftverkehr

- Erste Nutzung in Pilotprojekten
- Bei LKWs ist eine Einsparung bei den Kraftstoffkosten von bis zu 5 % durch Fahren im Konvoi möglich



Versicherung

- Weniger Unfälle
- Versicherungsschutz ist weiterhin notwendig
- Blackbox zum Fahrtenschreiben ist erforderlich



„Wer nur an die Technik denkt, hat noch nicht erkannt, wie das autonome Fahren unsere Gesellschaft verändern wird.“

Dr. Dieter Zetsche, Vorstandsvorsitzender Daimler AG





SZENARIO ZWEI (UM 2050): Überwiegend autonome Fahrzeuge auf den Straßen

Mit der zunehmenden Zahl autonomer Fahrzeuge auf den Straßen steigt auch ihr Einfluss auf das Ökosystem rund um das Fahrzeug – weitreichende Veränderungen im Straßenverkehr, der Automobilbranche und im alltäglichen Leben sind zu erwarten.

Szenario zwei illustriert die langfristige Zukunft um das Jahr 2050, in der auf den Straßen mehrheitlich autonome Fahrzeuge unterwegs sein werden. Die zunehmende Marktdurchdringung von vollständig autonomen Fahrzeugen der Stufe 5 markiert den Beginn einer neuen Ära. Hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge (Stufe 4 und Stufe 5) prägen das Straßenbild.

1. Die Automobilbranche wandelt sich – neuer Aftersales

Speziell für reife Automobilmärkte wie Deutschland oder die USA ist Aftersales eine tragende Säule für den Gewinn. Mit aktuell einem Anteil von rund 50 Prozent am Gewinn, aber nur 23 Prozent am Umsatz, ist das Aftersales-Geschäft für OEMs nach wie vor unverzichtbar. Wie wird sich der Aftersales verändern?

Weniger Reparatur, mehr Wartung.

Das autonome Fahrzeug wird das Aftersales-Geschäft deutlich verändern und ein Umdenken erfordern. Zum einen wird es zu einem erhöhten wirtschaftlichen Druck auf die Werkstätten kommen: Durch autonomes Fahren sind weniger Unfälle zu erwarten, weshalb weniger Reparaturen durchgeführt werden müssen. Zum anderen wird die allgemeine Auslastung der Fahrzeuge durch Carsharing und autonome Taxis steigen, so dass es kürzere Wartungsintervalle gibt. Eine weitere mögliche Umsatzquelle könnte die Personalisierung von Auto-Ausstattung, Infotainment-Systemen und des Innenraums sein: Die Passagierkabine wird sich erheblich verändern, wenn kein Fahrer mehr nötig ist.

Neue Aftersales-Kunden sind Unternehmen.

Die zunehmende Nutzung von Carsharing wird sich auch auf andere Weise auf den Aftersales-Bereich auswirken. Traditionell sind private Autobesitzer, die etwas reparieren müssen, ihr Fahrzeug tunen wollen oder zusätzliche Funktionen kaufen möchten, eine große Kundengruppe für Aftersales-Produkte und Dienstleistungen. Durch eine häufigere Nutzung von Carsharing und autonomen Taxis gewinnen Flotten jedoch mehr und mehr an Bedeutung.

Die Abnehmer von Aftersales-Dienstleistungen werden daher mehrheitlich Geschäftskunden sein, die eine große Fahrzeugflotte besitzen. Dies kann zu Rabattverträgen führen, die weitaus günstigere Bedingungen als für Privatbesitzer bieten. Dies ist vergleichbar mit riesigen Handelsunternehmen wie Amazon, die umfangreiche Verträge mit Versandunternehmen haben und günstige Bulkpreise erhalten, um den kostenlosen Versand anbieten zu können.



2. Neues Verhältnis zwischen Kunden und OEM

Mehr Kundendaten.

Beim autonomen Fahrzeug handelt es sich zunehmend um einen Computer, der große Datenmengen auf der Seite des Kunden erzeugt. Der Kunde vertraut dem OEM die Daten und deren Sicherheit an. Der OEM wiederum erhält durch diese Daten mehr Wissen über seinen Kunden als bisher. Die Herausforderung für den OEM – sowie potenziell auch für die Zulieferer – besteht darin, konkreten Nutzen aus den Daten zu ziehen, zum Beispiel im Sinne von „Predictive Maintenance“ oder „Cross- und Up-Selling“.

Damit Käufer von autonomen Fahrzeugen ihre Daten nicht komplett dem OEM übergeben müssen, werden sie – analog zum Smartphone oder Tablet – zu einem gewissen Teil eigenständig bestimmen können, welche Daten sie teilen und welche Services sie in Anspruch nehmen möchten.

Engere Kundenbindung.

Die Notwendigkeit regelmäßiger Software- und Sicherheitsupdates wird die Kundenbindung in Zukunft intensivieren. Im Interesse der eigenen Sicherheit entsteht für den Kunden eine gewisse Form der Abhängigkeit

vom OEM. Vor allem bei vollautomatisierten Fahrzeugen vertrauen die Menschen ihr Leben dem Fahrzeug an, da sie keinen Einfluss mehr auf das eigentliche Fahren haben. Deshalb gehen wir davon aus, dass Kunden ihre Fahrzeuge wahrscheinlich eher in die OEM-Werkstatt bringen und nicht in eine unabhängige Werkstatt. Vermöglich kennt der OEM die Technologie am besten, weil er sie selbst entwickelt hat. Er kann höchstwahrscheinlich die qualitativ hochwertigsten Dienstleistungen sowie Originalersatzteile zur Verfügung stellen.¹²

Persönlicher Kontakt?

Mit dem Auto, nicht mit dem Fahrer!

Auch wenn die technologische Abhängigkeit vom OEM zunimmt, wird der persönliche Kontakt zwischen den Mitarbeitern der OEM-Werkstatt und den Kunden abnehmen. Der Grund dafür ist einfach: Vollautomatisierte Fahrzeuge können fehlerhafte Teile oder andere Schäden sowie einen Wartungsbedarf selbst registrieren und sich eigenständig verwalten. Die Fahrzeuge können Ersatzteile bestellen, einen Termin mit der Werkstatt vereinbaren und sogar selbst dort hinfahren. Somit ist der Kunde, außer bei der Zahlungsabwicklung, nicht mehr persönlich in den Vorgang involviert.

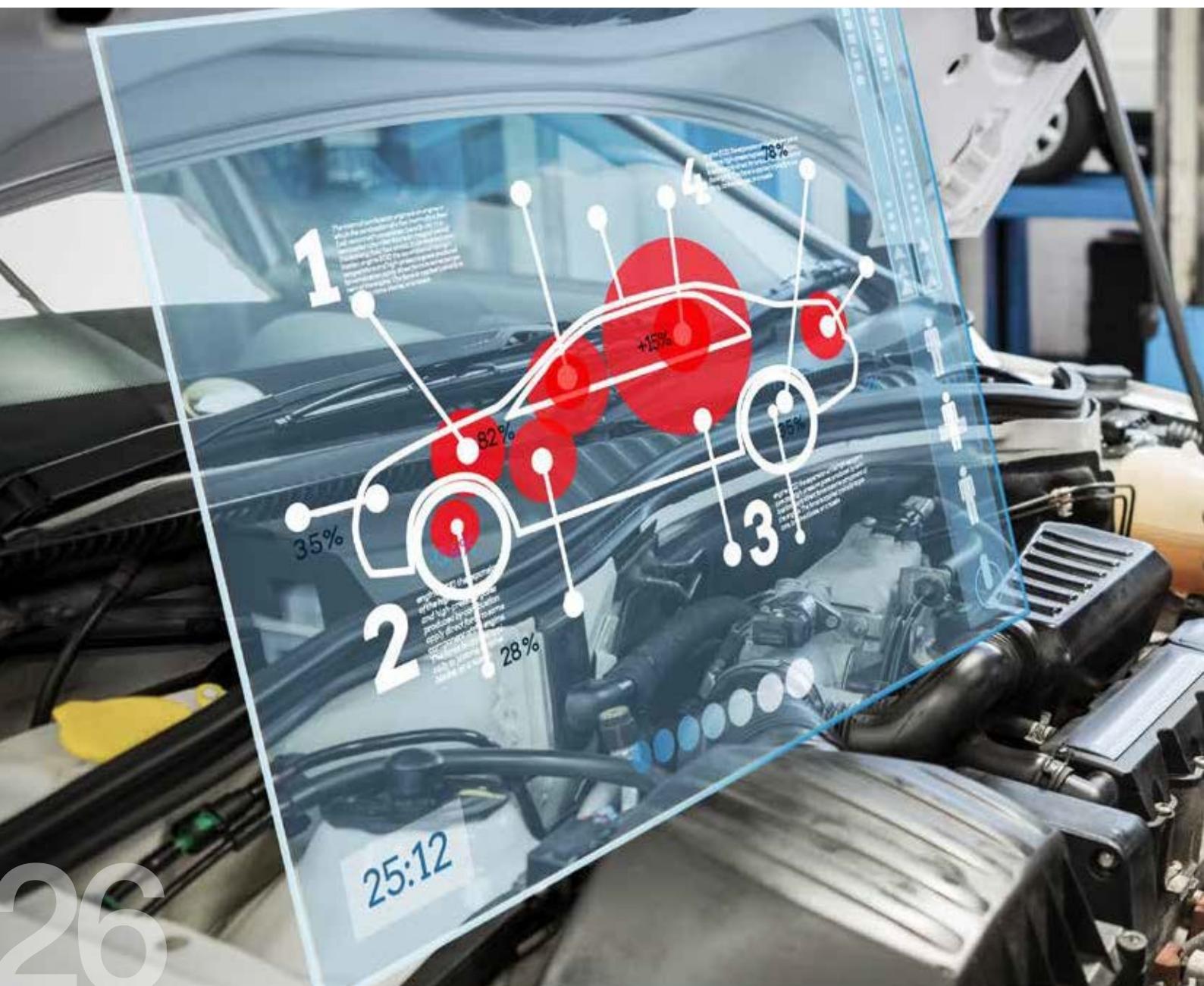
3. Mechaniker werden zu IT-Spezialisten

Autonome Fahrzeuge werden zu rollenden Computern, herkömmliche Autos gibt es nicht mehr, Lenkradhersteller haben keinen Markt mehr. Das heißt: OEMs und Zulieferer müssen im Hinblick auf ihre Komponenten und Produkte umdenken. Und nicht nur das: Auch andere Mitarbeiter als heute werden benötigt.

Mitarbeiter mit IT-Verständnis gefragt.

Immer mehr Software und immer weniger mechanische Komponenten im Fahrzeug – dies führt zu tiefgreifenden Veränderungen in der automobilen Arbeitswelt: Für die Entwicklung von Fahrzeugen wird nicht mehr nur der

klassische Ingenieur mit Fachrichtung Maschinenbau oder Elektrotechnik benötigt. OEMs und Zulieferer werden zunehmend Mitarbeiter mit einem umfassenden Verständnis von IT, Car-IT-Architekturen und Software-Entwicklungsfähigkeiten suchen.





4. Carsharing nimmt weiter zu

Mehr IT als Blech.

Mit den immer komplexer werdenden Fahrzeugen, die eher ein Software- als ein Hardwareprodukt sind, verändern sich auch die Aufgaben der Kfz-Mechaniker oder Mechatroniker. IT-Wissen und Hardware-Kenntnisse zu allen technischen Komponenten wie ADAS, Radar, Lidar, Navigation oder Infotainment- und Konnektivitätssystem werden von entscheidender Bedeutung sein. Infolgedessen ist zu erwarten, dass die Arbeit des Mechanikers in Zukunft der eines Technologiespezialisten gleichen wird.

Mit autonomen Fahrzeugen der Stufe 5 wird Carsharing ein weiteres Stück bequemer: Man muss kein Fahrzeug mehr finden, das zufällig in der näheren Umgebung geparkt ist. Man kann einfach ein Fahrzeug rufen und sich dann zu seinem gewünschten Ziel fahren lassen.

Neue Geschäftsmodelle, Plattformen und Konzepte.

Auch weil autonome Fahrzeuge der Stufe 4 und Stufe 5 zu Beginn teuer sind, scheint Carsharing eine gute Alternative zu sein. Von daher dürfte Carsharing aus ökonomischen Gründen weiter an Bedeutung gewinnen. Es ist denkbar, dass im Carsharing neue Geschäftsmodelle sowie neue Arten von Plattformen und Konzepten entwickelt werden. Wenn Fahrzeuge in Zukunft keine Fahrer mehr benötigen, können private Auto-Besitzer ihr Fahrzeug auch auf Sharing-Plattformen registrieren und zur Verfügung stellen, solange sie es nicht selbst benötigen.

Premium-Carsharing.

Vorstellbar ist beispielsweise auch ein Angebot exklusiver Carsharing-Services für Oberklassenfahrzeuge, an dem nur Premium-Kunden teilnehmen können. Dieses Modell wird ähnlich wie bestimmte Dating-Plattformen funktionieren, bei denen sich nur Akademiker oder wohlhabende Menschen anmelden können. Die Eintrittsbarriere wird entsprechend über eine hohe Anmeldegebühr bzw. über hohe Monatsbeiträge oder Mietkosten gesteuert. Ein solches Geschäftsmodell könnte die Bereitschaft von Eigentümern teurer Fahrzeuge steigern, ihr Auto auf einer solchen Plattform zur Verfügung zu stellen.

Neben diesen Geschäftsmodellen sind auch andere Modelle mit niedrigeren Preisen vorstellbar, bei denen mehr Menschen ein Carsharing-Fahrzeug gemeinsam nutzen und einen besseren Preis erzielen können. Diese lassen sich am ehesten mit Car-Pooling-Diensten vergleichen, die heute bereits am Markt existieren.





5. Werden Versicherungen überflüssig?

In Deutschland liegt heute der Anteil der Kfz-Versicherungen bei 13 Prozent des Gesamtmarktes. Sie bilden somit ein wichtiges Segment der Branche. Mit Versicherungsprämien in Höhe von jährlich rund 228 Milliarden Dollar ist auch die Sparte der Auto-Versicherungen in den USA sehr bedeutend. Daher liegt es im Interesse der Versicherungen, entsprechende Tarifmodelle für autonome Fahrzeuge zu entwickeln.

Neue Verantwortlichkeiten.

Bis vollautomatisierte autonome Fahrzeuge auf die Straße kommen, müssen geeignete Verträge entwickelt und dafür wichtige Fragen beantwortet werden: Wenn der Fahrer nicht für von Computern verursachte Unfälle haftbar gemacht werden kann, wer dann? Muss der Fahrzeugherr für solche Unfälle haften? Ist in Zukunft immer noch der Fahrer Versicherungsnehmer oder wird die Verantwortung auf die Fahrzeugherrn übertragen? Was passiert, wenn der Fahrer die Software für sein Fahrzeug zu spät aktualisiert und dadurch ein Unfall verursacht wird? Was passiert, wenn ein allgemeiner Softwarefehler Unfälle oder den Ausfall einer gesamten Baureihe zur Folge hat? Eine ebenfalls wichtige Frage: Wer haftet für Schäden, die von Hackern durch eine Sicherheitslücke im System verursacht worden sind?

Wesentlich weniger Unfälle.

Wir gehen in diesem Szenario davon aus, dass die Schadenslast aufgrund von Verkehrsunfällen um 50 bis 70 Prozent reduziert werden kann. Herkömmliche Fahrzeuge werden zusammen mit autonomen Autos auf

der Straße sein und somit auch in gegenseitige Unfälle verwickelt sein. Auf Basis der Annahme hoch ausgereifter autonomer Technologie zwischen den Jahren 2050 und 2060 liegt die Vermutung nahe, dass die Unfallverursacher im Wesentlichen die herkömmlichen Fahrzeuge – vielmehr deren Besitzer – sein werden. Durch den Einsatz von Blackboxes muss es den Behörden und Versicherungen möglich sein, ein Versagen der autonomen Technologie nachzuweisen bzw. auszuschließen.

Neue Versicherungsmodelle und -beiträge.

Mit zunehmenden statistischen Erfahrungswerten im beschriebenen Parallelbetrieb werden die Versicherungen entsprechende Beitragsmodelle entwickeln. Selbst unter der Annahme, dass die Haftung für Schäden von vollautomatisierten Fahrzeugen weitestgehend bei den OEMs liegen wird, werden diese die entsprechenden Kosten auf den Fahrzeug-Kaufpreis bzw. die Leasingraten oder die Carsharing-Gebühren umlegen bzw. Haftungsansprüche entlang ihrer „Upstream Supply Chain“ kaskadieren.



6. Neue Formen der Gebührenerhebung und Rechnungsstellung

Auch der Bezahlvorgang wird sich durch autonome Fahrzeuge ändern. Wenn das Fahrzeug parkt, sich selbstständig auflädt oder ohne den Besitzer eine Werkstatt aufsucht, müssen Rechnungen beglichen werden, ohne dass der Karteninhaber vor Ort ist.

Das Fahrzeug bezahlt selbst – Möglichkeit 1.

Damit das Fahrzeug die entsprechenden Vorgänge quasi eigenständig durchführen kann, muss es die Karten-Daten kennen bzw. darauf Zugriff haben. Eine Möglichkeit ist die lokale Speicherung der Zahlungsinformationen direkt im Fahrzeug. Auf diese Art ist keine Internetverbindung nötig und es würde eine M2M-Kommunikation ausreichen. Die Maschine, welche eine Bezahlung verlangt – zum Beispiel eine Parkhausschranke oder ein Aufladesystem –, sendet die Zahlungsanfrage an das Fahrzeug, das Fahrzeug überträgt die Zahlungsinformationen und autorisiert den Betrag, und die Bezahlung wird über die Verbindung der Maschine mit dem Kartenserver durchgeführt.

Das Fahrzeug bezahlt selbst – Möglichkeit 2.

Eine weitere Möglichkeit ist die Speicherung der Kartendaten im Connected Car Backend. Mittels dieser Option können Fahrzeugbesitzer die Zahlungen, die sie beispielsweise für eine erfolgte Fahrzeugwartung leisten müssen, über das Netz veranlassen, so dass nötige Zahlungen über das Backend getätigten werden können.

Zahlung via Smartphone.

Bei beiden Optionen sollte es dem Karteninhaber möglich sein, Zahlungen über Push-Dienste des Kartenservers am Smartphone zu akzeptieren oder abzulehnen. Alternativ kann es unterschiedlich voreingestellte Zahlungsoptionen geben: So kann der Karteninhaber selbst konfigurieren, welche Arten von Produkten oder Dienstleistungen bis zu welchem Betrag ohne Freigabe des Inhabers vom Fahrzeug selbstständig autorisiert durchgeführt werden dürfen („delegated payment“). Zum Beispiel müssten Reparaturen über 1.000 Euro zwingend vom Besitzer genehmigt werden, wohingegen benötigte Batterieladevorgänge stets ohne Freigabe möglich sind.

Die Verarbeitung von Zahlungen ohne die eigentliche Karte, sondern nur über die auf dem Smartphone gespeicherten Zahlungsinformationen, gibt es bereits heute von Apple Pay oder Android Pay. Was das Smartphone kann, wird das autonome Fahrzeug mit der richtigen Technologie ebenfalls können, sofern die Zahlungsarten im autonomen Ökosystem durch die daran beteiligten Unternehmen unterstützt werden.

7. Was passiert mit Führerschein und Fahrlehrern?

Jedes Jahr machen rund 1,15 Millionen Deutsche ihren Führerschein. Bei einem durchschnittlichen Preis von 1.800 Euro für einen Führerschein geben sie rund zwei Milliarden Euro jährlich dafür aus. Vor allem in Deutschland ist das nicht nur teuer, sondern auch zeitaufwendig. Fahrlehrer zeigen uns, wie man fährt und vermitteln alle wichtigen Straßenverkehrsregeln. Doch ist der Job eines Fahrlehrers nicht in Gefahr, wenn autonome Fahrzeuge mehr und mehr Wirklichkeit werden?

In Szenario zwei, in dem gleichzeitig hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge eingesetzt werden, stellt sich die Frage, ob wir Fahrstunden und Führerscheine für das Nutzen autonomer Fahrzeuge überhaupt brauchen. Für hochautomatisierte Fahrzeuge erscheint die Antwort klar. Solange der Fahrer für das Fahrverhalten bzw. für Unfälle verantwortlich ist und jederzeit in der Lage sein muss, in kritischen Situationen einzugreifen, sind weiterhin Fahrfertigkeiten und fundierte Kenntnisse der Straßenregeln erforderlich. Somit ist ein Führerschein unverzichtbar. Allerdings ist ein Umdenken bezüglich der Inhalte des Fahrschulunterrichts erforderlich: Die Technologie wird immer komplizierter, weshalb es für die nachwachsenden Fahrer immer wichtiger wird, den Umgang mit ihr zu lernen.

Geht es um Fahrzeuge, in denen der Passagier nur noch Mitreisender ist, erscheint die Antwort weniger eindeutig.

„Ich bin überzeugt, dass meine Kinder keinen Führerschein mehr brauchen.“¹³

Johann Jungwirth, Chief Digital Officer Volkswagen AG

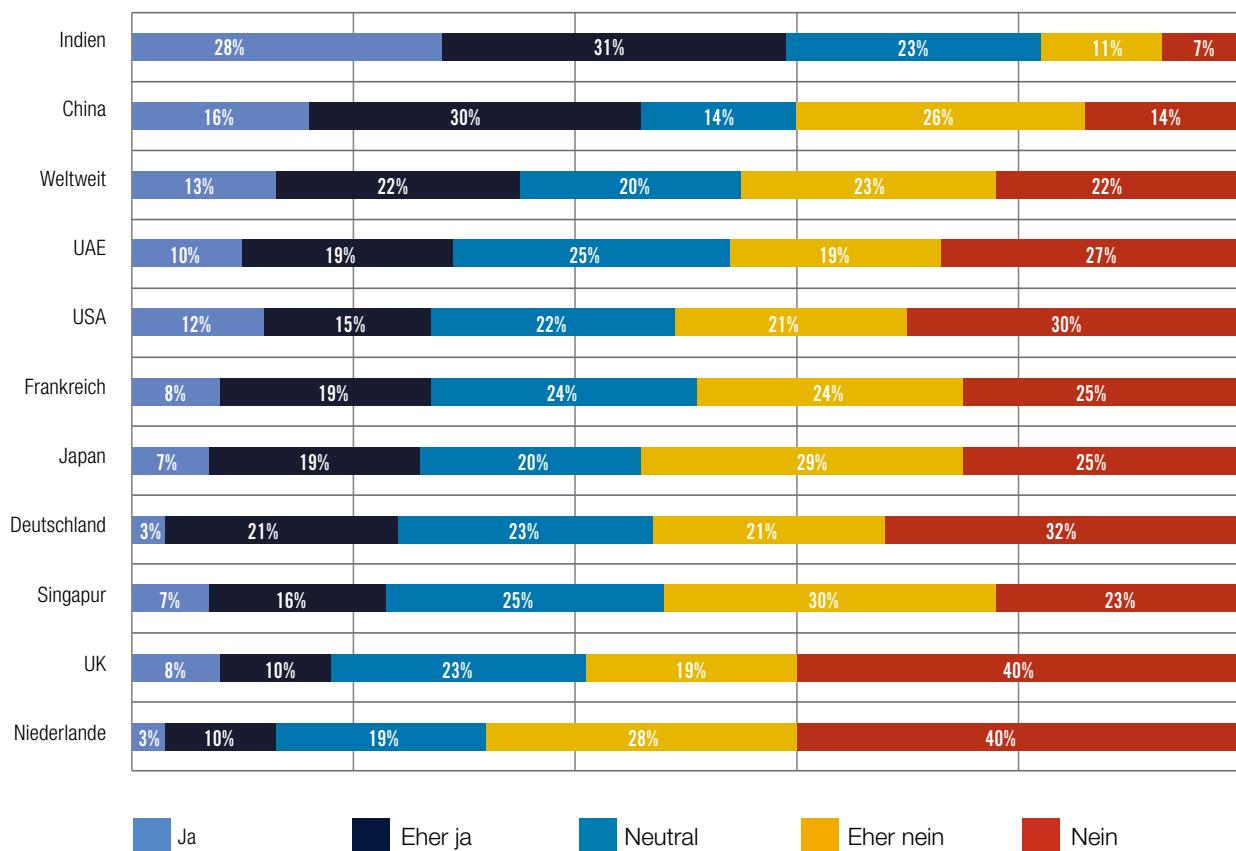
Werden wir noch einen Führerschein für autonome Fahrzeuge benötigen und wenn ja, wie sieht der Inhalt aus? Was würde mit den über 45.000 registrierten Fahrlehrern und den 17.000 Fahrschulen allein in Deutschland geschehen, wenn deren Arbeit überflüssig wird? Politik und Gesellschaft werden Antworten auf diese Fragen finden müssen.

Zu klären ist auch das Mindestalter für die Nutzung autonomer Fahrzeuge. Was wäre, wenn ein zehnjähriger Junge mit seinen Freunden Fußball spielen möchte: Er muss im Prinzip nur das autonome Fahrzeug seiner Eltern oder eines Carsharings kontaktieren, das ihn abholt und ihn zum gewünschten Bolzplatz fährt. Selbst wenn das möglich wäre: Würden Eltern und die Gesellschaft wollen, dass ihre Kinder auf diese Weise allein fahren?



Diese Frage stellte das Weltwirtschaftsforum Eltern aus mehreren Ländern:¹⁴

Würden Eltern ihre Kinder allein in einem vollautomatisierten Fahrzeug fahren lassen?



Die Umfrage zeigt, dass die Mehrheit der Eltern ihre Kinder nicht allein in autonomen Fahrzeugen fahren lassen möchte. Lediglich in Indien und China ist eine Vielzahl der Menschen bereit, ihre Kinder autonome Fahrzeuge alleine nutzen zu lassen. Besonders in den westlichen Industriestaaten, den Niederlanden und dem

Vereinigten Königreich sind die Menschen skeptisch, ihre Kinder autonome Fahrzeuge nutzen zu lassen. Doch angesichts der Weiterentwicklung der Technologie und der Transportmittel ist dies ein gesellschaftliches Thema, über welches intensiver nachgedacht werden sollte.

8. Der Fahrzeuginnenraum als Wohnzimmer oder Büro

Lenkrad, Gas, Kupplung und Bremse sind Vergangenheit.

Im Szenario eins haben wir beschrieben, dass Änderungen im Fahrgastinnenraum minimal sein werden: Der Fahrer eines hochautomatisierten Fahrzeugs muss jederzeit in der Lage sein, in das Fahrverhalten einzutreten. Das wird sich bei vollautomatisierten, fahrerlosen Fahrzeugen ändern: Kein Fahrer bedeutet keine Verantwortung bzw. keine Möglichkeit, die Kontrolle über das Fahrzeug zu übernehmen. Lenkrad, Gas-, Brems- oder Kupplungspedal werden nicht mehr vorhanden sein. Die Art und Weise, wie wir fahren, wird sich dramatisch ändern.

Komplett andere Innenraumgestaltung.

Mögliche Modifikationen im Innenraum sind etwa Änderungen in der Anordnung der Sitze, damit die Passagiere sich gegenübersetzen und sich somit bequemer unterhalten können. Darüber hinaus wird es auch möglich sein, während der Fahrt an einem Tisch zu arbeiten oder einfach die Vorteile des Infotainment-Systems zu genießen – zu diesem Zeitpunkt werden alle Fahrzeuge mit einer ultraschnellen und hochstabilen Internetverbindung der zehnten bis zwölften Generation ausgestattet sein.

Rollendes Büro.

Aktuelle Kooperationen demonstrieren bereits die intensiven Anstrengungen, die vertraute Umgebung eines Büros ins Fahrzeug zu integrieren. So arbeiten beispielsweise Microsoft und Volvo daran, Skype für die Nutzung von Telefon- oder Online-Konferenzen im Fahrzeug zu etablieren, wodurch man die typischerweise wenig effektive Fahrzeit im Auto produktiv nutzen kann.

Flexible Displays.

Fahrzeuge, die zunehmend als Infotainment-Plattform oder als fahrendes Büro genutzt werden, benötigen Displays unterschiedlicher Art und Größe, um den Passagieren Inhalte anzuzeigen. Deshalb wird das Interieur eines autonom fahrenden Fahrzeugs maßgeblich von flexiblen





Displays geprägt sein. Für die Werbebranche ergibt sich damit die Möglichkeit, Werbeflächen – zum Beispiel für standortabhängige Dienste – im Fahrzeug zu nutzen. Die Intensität der Werbung wird dabei davon abhängig sein, ob es sich um einen Privatwagen, ein Fahrzeug aus einer Car-

sharing-Flotte oder um ein autonomes Taxi handelt. Displays und Infotainment sind nur ein kleiner Teil der möglichen Änderungen im Interieur von Fahrzeugen. Die Funktionen und das Innenraumdesign autonomer Fahrzeuge lassen viel Platz für neue Geschäftsideen und Innovationen.



9. Personennahverkehr wird flexibler

In Deutschland nutzen aktuell durchschnittlich 30 Millionen Menschen jeden Tag öffentliche Verkehrsmittel. Wenn vollautomatisierte Fahrzeuge auf den Markt kommen, werden einige Vorteile des öffentlichen Personenverkehrs auf diese Fahrzeuge übergehen. Bei der Betrachtung der Zukunft öffentlicher Verkehrsmittel muss man jedoch klar zwischen innerstädtischen, regionalen und Langstreckenverkehrsmitteln unterscheiden.

Mehr autonome Taxis

Bei den in Szenario eins beschriebenen hochautomatisierten Fahrzeugen ist es nicht wirtschaftlich, von herkömmlichen Taxis zu SDCs zu wechseln. Denn diese benötigen nach wie vor einen Fahrer, um die Sicherheit der Fahrgäste zu gewährleisten.

Mit autonomen Fahrzeugen der Stufe 5 wird es aus wirtschaftlichen Gründen zum Aufbau autonomer Taxi-Flotten kommen. Mit autonomen Taxis lassen sich beträchtliche Lohnkosten einsparen. Dadurch werden sich auch die höheren Anschaffungskosten der neuen Fahrzeuge schneller amortisieren. Zur Erinnerung: In den USA verdient ein Taxifahrer im Schnitt 23.000 Dollar jährlich.

Vollständig autonome Fahrzeuge der Stufe 5 werden auch für Uber oder Lyft interessant werden. Sie können praktisch alleine ihren Dienst tätigen, während die Besitzer arbeiten oder schlafen.

Autonomer öffentlicher Personennahverkehr in den Städten

Bereits heute sind speziell in den Städten die Straßenkapazitäten vollständig erschöpft, und das, obwohl die meisten Fahrzeuge den größten Teil der Zeit auf einem Parkplatz stehen. Würden alle Menschen, die heute den öffentlichen Personenverkehr nutzen, auf autonome Fahrzeuge umsteigen, wären die Straßen weitaus mehr als heute überlastet.

Vorteile autonomer Busse und Bahnen.

Der Einsatz autonomer Technologien für Busflotten, Züge oder U-Bahnen kann Kosten sparen. Dadurch können auch weniger frequentierte Stadtteile bequem erreicht werden. Dies ermöglicht innovative Modelle für den

öffentlichen Nahverkehr in Innenstädten. Wenn Busse zum Beispiel nicht mehr nach Plan anhalten, sondern dort, wo gerade der aktuelle Bedarf besteht, wäre die Nutzung für den Fahrgast schneller und bequemer. Auch die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen oder Minibussen durch mehrere Menschen könnte ein vielversprechendes Geschäftsmodell für autonom fahrende Flotten sein.

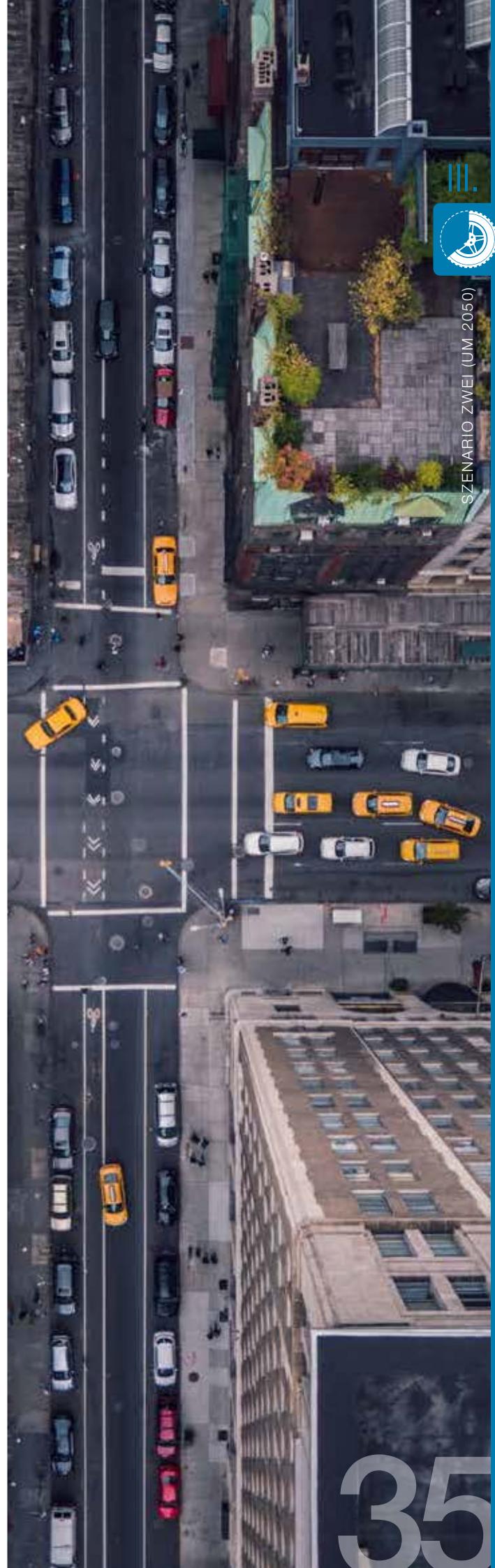
In diesem Szenario sprechen wir immer noch über hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge. Deshalb sind unter anderem die folgenden Lösungsansätze für den öffentlichen Personenverkehr denkbar:

- Erweiterung von Busflotten um autonom fahrende Fahrzeuge, damit auch weniger frequentierte Stadtteile häufiger und damit bequemer erreichbar werden
- Schrittweiser Übergang der öffentlichen Transportmittel zu autonom fahrenden Fahrzeugen, um Lohnkosten zu sparen

Für große Städte scheinen diese Entwicklungen plausibel zu sein. Wenn man den Kurz- und Mittelstreckenverkehr zwischen Städten und Dörfern betrachtet, so stellt sich die Situation anders dar.

Autonomer öffentlicher Personennahverkehr auf dem Land

Busse und Züge, die zwischen kleinen Städten und Dörfern verkehren, werden meistens von Menschen genutzt, die selbst kein Auto besitzen oder keinen Führerschein haben. Meistens ist es bequemer, mit dem eigenen Fahrzeug zu fahren. Jedoch ist der öffentliche Personennahverkehr in ländlichen Gegenden nach wie vor notwendig, damit auch Menschen ohne Fahrzeug oder ohne Führerschein mobil sein können.



Der Bus geht nicht nur zweimal am Tag.

Der wesentliche Nachteil dieses Transportsystems ist die geringe Frequenz, in der die meisten Zielorte angefahren werden – besonders am späten Nachmittag und in der Nacht. Autonomes Fahren könnte hier eine spürbare Verbesserung bringen, weil sich damit die Häufigkeit der Fahrten an die tatsächlichen Kundenbedarfe anpassen lässt. Zudem sinken die Lohnkosten, weil der Bedarf an Fahrern abnimmt.

Carsharing für mehr Mobilität.

Autonom fahrende Autos der Stufe 5 können somit mehr Mobilität aufs Land bringen. Ein wachsendes Carsharing-Angebot auch in ländlichen Gegenden erweitert den flexiblen und bequemen Transport von Tür zu Tür.

Autonomer öffentlicher Fernverkehr: Auf der Langstrecke konkurrieren autonome Busse und Züge

In Szenario zwei gehen wir davon aus, dass es sowohl einen Markt für den Langstreckenverkehr auf der Schiene als auch auf der Straße geben wird und somit beide Transportarten in Koexistenz operieren werden.

Welches Transportmittel – auf der Schiene oder der Straße – in Zukunft erfolgreicher sein wird, ist schwierig zu prognostizieren. Züge haben auch in Zeiten autonom fahrender Autos viele Vorteile, besonders wenn das Netz für Hochgeschwindigkeitsverbindungen weiter ausgebaut wird. Aufgrund der größeren Flexibilität und des bequemeren Transports von Tür zu Tür haben aber auch autonom fahrende Busse oder Carsharing-Flotten eine gute Chance.

Die autonome Technologie wird mit großer Sicherheit zu einem Wandel in unserem öffentlichen Verkehrssystem führen. Gleichzeitig wird sich der Wettbewerb zwischen den Systemen Schiene und Straße weiter intensivieren, was unter dem Strich Passagieren in Form besserer Services zugutekommen wird.



"I think it's pretty big, I'm on the record as saying we are in the midst of seeing more change in the next five years than we've seen in the last 50 years. I haven't thought about it as the most significant, but I would say it's right up there when you look at how dramatically people will move because there have been a lot of evolutionary improvements."

Mary T. Barra, Chief Executive Officer und Chairman, General Motors Company



10. Wie verändern sich der Verkehr, Städte und das Leben?

Bis 2050 werden autonome Fahrzeuge der Stufen 4 und 5 überall präsent sein. Somit werden auch der Verkehr, unsere Städte und unser Leben tiefgreifenden Veränderungen unterliegen.

Nie mehr Parkplatz suchen.

Am Beispiel des vernetzten Fahrzeugs zeigt sich heute schon, wie Technologie die Art und Weise verändert, in der wir unser Fahrzeug bewegen und nutzen. So vergeuden Fahrer heutzutage im Schnitt rund 100 Tage ihres Lebens mit der Parkplatzsuche. Die Nutzung von Parkassistent-Technologie unter Zuhilfenahme von sozialen Echtzeit-Daten ist ein erster Schritt in Richtung effektiven Parkens, insbesondere in Ballungsräumen. Wenn die meisten Fahrzeuge selbst parken, wird zudem die Nutzung von Parkflächen effizienter. Insbesondere vollautomatisierte Fahrzeuge nutzen Parkraum außerhalb der überfüllten Stadtzentren: Sie können selbstständig dorthin fahren, nachdem die Passagiere ausgestiegen sind. Carsharing-Fahrzeuge werden häufiger genutzt und deshalb nicht so oft geparkt. Infolgedessen wird mehr Raum in Stadtzentren frei, und es können mehr Grün- und Erholungsflächen geschaffen werden.

Nie mehr im Stau stehen.

Dank umfangreicher Karten und Navigationsdaten sowie der Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf der Straße können der Verkehr reibungsloser organisiert und Verkehrsstaus beträchtlich reduziert werden. Dazu arbeiten die Hersteller an der Einführung verbesserter satellitenbasierter Navigationssysteme.

Nie mehr an der Ampel stehen.

Mit zunehmender Weiterentwicklung des Internets der Dinge (IoT) können Fahrzeuge auch direkt mit Komponenten des Verkehrsmanagementsystems wie Ampeln oder Parkhaus-Schranken kommunizieren. Diese Car-to-X-Kommunikation erhöht die Effizienz im gesamten Ökosystem des autonomen Fahrzeugs.

Mehr Sicherheit für Radfahrer und Fußgänger.

Mit steigenden Zahlen autonom fahrender Fahrzeuge gehen die durch menschliche Fehler verursachten Unfälle zurück. Dadurch werden insbesondere Städte für Fußgänger und Radfahrer sicherer. Gute Indikatoren für diese Entwicklung sind Statistiken zu Fahrzeugen von Tesla in den USA. Laut einem Bericht der National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) gingen die Unfallzahlen mit Fahrzeugen von Tesla um fast 40 Prozent zurück, seit die selbstfahrende Technologie in ihrer ersten Version des Autopilots installiert wurde.

Mehr Lebensqualität.

Insgesamt wird die Technologie autonom fahrender Fahrzeuge, speziell in Verbindung mit echter „Zero Emission“-Elektromobilität, die Lebensqualität deutlich erhöhen können. Und wer trotzdem in Zukunft gerne seinen Porsche 911 aus dem Jahr 1976 selbst fahren möchte, für den wird es entsprechende Angebote auf lokalen Rennstrecken geben.

11. Szenario zwei – das Wichtigste im Überblick

SZENARIO ZWEI – Mehrheitlich autonome Fahrzeuge



Carsharing

- Nimmt weiter zu
- Neue Geschäftsmodelle, Plattformen und Konzepte



Wandel im Aftersales

- Weniger Reparatur, mehr Wartung
- Neue Aftersales-Kunden sind Unternehmen



Neues Verhältnis zwischen Kunden und OEM

- Mehr Kundendaten für den OEM
- Engere Kundenbindung
- Persönlicher Kontakt mit dem Auto, nicht mit dem Fahrer



Mechaniker werden zu IT-Spezialisten

- Mitarbeiter mit IT-Verständnis werden gefragt



Versicherung

- Wesentlich weniger Unfälle
- Neue Verantwortlichkeiten
- Neue Versicherungsmodelle und -beiträge



Neue Formen der Gebührenerhebung und Rechnungsstellung

- Das Fahrzeug bezahlt selbst
- Zahlung via Smartphone



Fahrzeuginnenraum als Wohnzimmer oder Büro

- Komplett andere Innenraumgestaltung
- Fahrzeug als rollendes Büro oder Wohnzimmer



Personennahverkehr wird flexibler

- Mehr autonome Taxis
- Autonomer öffentlicher Personennahverkehr in den Städten und auf dem Land schafft Flexibilität



Weitere Veränderungen für Verkehr, Städte und das Leben

- Nie mehr im Stau stehen
- Nie mehr Parkplatz suchen
- Nie mehr an der Ampel stehen
- Mehr Sicherheit für Radfahrer und Fußgänger
- Mehr Lebensqualität



SZENARIO ZWEI (UM 2050)



*„Wir bringen dem Auto bei,
sich selbstständig durch den
Straßenverkehr zu bewegen“*

Volkmar Denner, Vorsitzender der
Geschäftsführung Robert Bosch GmbH



IV.

SZENARIO DREI (UM 2060): Eine Welt mit ausschließlich vollautomatisierten Fahrzeugen

Ab 2060 sind ausschließlich vollautomatisierte Fahrzeuge (der Stufe 5) auf den Straßen. Die Technologie, die vollständig autonome Fahrzeuge möglich macht, wurde komplett in Szenario zwei entwickelt. Verbesserungen und neue Komponenten werden nach wie vor ein Thema sein. Die selbstlernende Intelligenz („Machine Learning“) wird hoch entwickelt sein und auf einen breiten Erfahrungsschatz von Millionen von Fahrzeugen und Milliarden von gefahrenen Kilometern zurückgreifen können. Im Straßenverkehr mit vollautomatisierten Fahrzeugen werden weitreichende Veränderungen eintreten. Das Ökosystem um das Fahrzeug passt sich vollständig den neuen Bedingungen an. Unsere Mobilität wird nicht mehr so sein, wie sie die heutige Generation kennt.

1. Carsharing als Zukunftsmodell

Auto nutzen statt Auto kaufen.

Die Frage des Autobesitzes wird sich mit der Einführung der autonomen Technologie signifikant verändern – diese Veränderungen beginnen schon heute. Die aktuell jüngere Generation und die Großstädter wenden sich immer mehr davon ab, Vermögenswerte wie ein Auto zu kaufen. Sie zahlen lieber für deren Nutzung („pay per use“). Die Automobilindustrie der Vergangenheit und der Gegenwart ist nach wie vor auf Geschäftsmodelle mit Eigentum fokussiert. Doch mit der geänderten Einstellung der Millennials steht dieses Modell vor großen Herausforderungen.¹⁵

Auto kommt zum Kunden.

Vor diesem Hintergrund zeichnet sich Carsharing als zukunftsträchtiges Geschäftsmodell ab. Wenn es ausschließlich autonome Fahrzeuge auf den Straßen gibt, wird sich das Carsharing weiterentwickeln. Heutzutage

müssen die Nutzer ein Fahrzeug des Carsharing-Unternehmens noch aktiv in ihrer Nähe suchen. Vollständig autonome Fahrzeuge können einfach zum gewünschten Ort gerufen werden und holen die Nutzer dort ab – Carsharing von Tür zu Tür wird möglich.

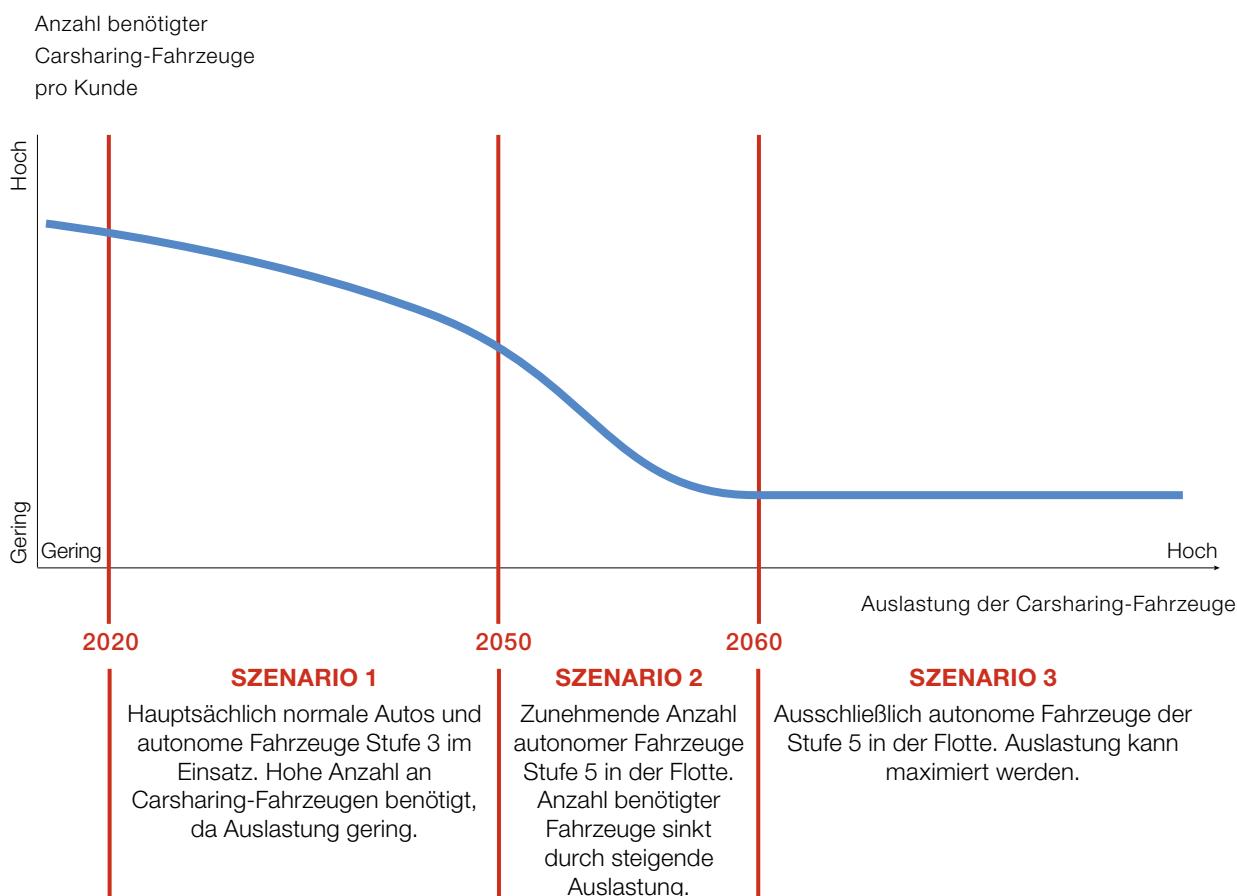
Carsharing wird „as usual“.

Dies erhöht die Effektivität der Dienstleistung, und die Auslastung der Fahrzeuge kann maximiert werden. Infolge des gestiegenen Komforts für den Nutzer von Carsharing wird sich die Kundengruppe vergrößern. Carsharing-Unternehmen werden einen größeren Bestand an Fahrzeugen unterhalten. Wir gehen davon aus, dass das Verhältnis von Fahrzeugen pro Kunde geringer wird, da die vorhandenen Fahrzeuge besser ausgelastet werden können. Dadurch kann die Dienstleistung günstiger angeboten werden, was die Attraktivität des Carsharings weiter erhöhen wird.

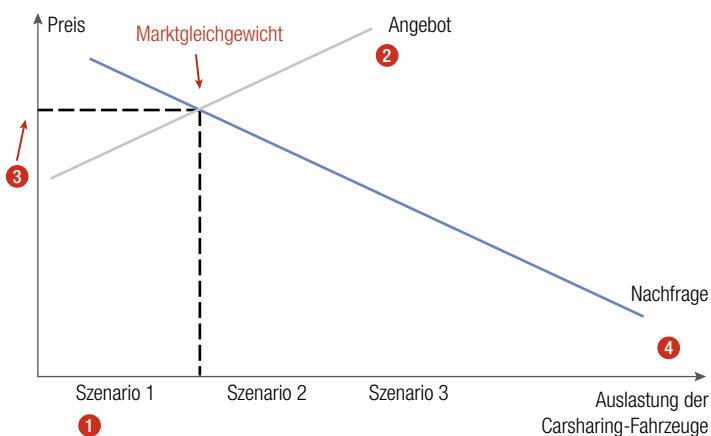
WELCHE FAKTOREN WERDEN DIE AUSLASTUNG DER FAHRZEUGE BEEINFLUSSEN?

- Sofortige und allgegenwärtige Verfügbarkeit (Tür-zu-Tür-Service)
- Unterschiedliche Fahrzeugtypen für verschiedene Anwendungsfälle
- Einfache Abrechnungsmodelle
- Auto ist nicht mehr Statussymbol
- „Entfremdung“ von Mensch und Auto (nicht mehr Fahrer, nur noch Passagier)

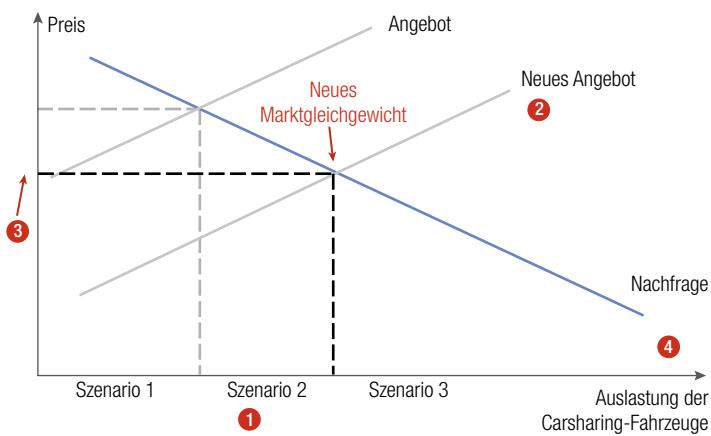
Sinkende Anzahl benötigter Fahrzeuge pro Kunde durch höhere Auslastung



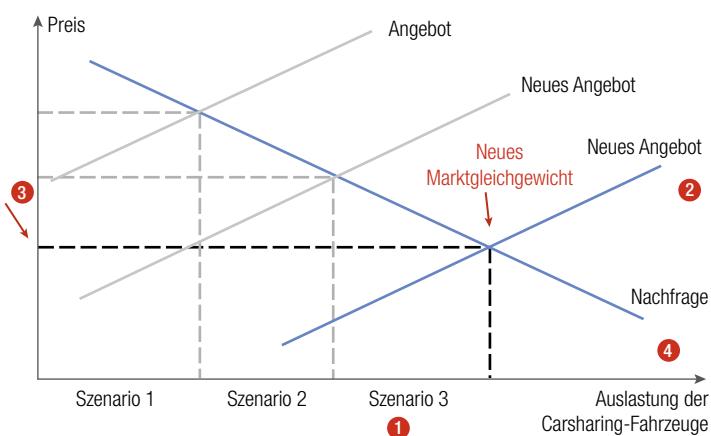
Angebot- und Nachfrage-Modell



- ① In Szenario 1 ist die Auslastung der Carsharing-Fahrzeuge niedrig, da Fahrzeuge der Stufen 2 bis 4 über die ganze Stadt verteilt stehen müssen, um dort auf Kunden zu warten.
- ② Daher ist die Auslastung und das Angebot niedrig, da Fahrzeuge die meiste Zeit ungenutzt auf Kunden warten.
- ③ Deshalb ist der Preis im Marktgleichgewicht verhältnismäßig hoch.
- ④ Die Nachfrage nach Carsharing Service zu diesem Preis ist daher relativ niedrig.



- ① In Szenario 2 steigt die Auslastung der Carsharing-Fahrzeuge, da Fahrzeuge der Stufe 5 zur Flotte kommen. Diese müssen nicht über die Stadt verteilt auf Kunden warten, sondern können selbstständig zum Kunden fahren, wo und wenn sie gebraucht werden.
- ② Dadurch steigt das Angebot.
- ③ Weshalb der Preis im neuen Marktgleichgewicht sinkt.
- ④ Wodurch die Nachfrage nach Carsharing zum billigerem Preis steigt.



- ① In Szenario 3 steigt die Auslastung der Fahrzeuge weiter an, weil lediglich Fahrzeuge der Stufe 5 der Flotte angehören und diese flexibel zu jeder Zeit an jedem Ort Kunden bedienen können.
- ② Das Angebot an Carsharing-Leistungen steigt weiter.
- ③ Der Preis sinkt weiter aufgrund einer abermals gestiegenen Auslastung der Fahrzeuge.
- ④ Die Nachfrage nach Carsharing zu abermals gesunkenen Preisen steigt weiter.



2. Herausforderungen für Autobauer

Stark rückläufige Neuwagenverkäufe.

Während sich die zukünftige Entwicklung positiv für die Carsharing-Branche darstellt und immer mehr Anbieter anlockt, könnte sie sich für die Autobauer – ohne adäquate Transformation – fatal auswirken. Das weitestgehend auf Eigentum basierende Geschäftsmodell der Automobilindustrie wird in Zukunft nicht mehr zeitgemäß sein. Experten sehen schon jetzt eine rückläufige Wachstumsrate bei den Neuwagenverkäufen. Autos werden heute nur zu fünf Prozent der Zeit genutzt und stehen die restlichen 95 Prozent – was uns heute als vollkommen normal erscheint – ungenutzt auf dem Parkplatz. In Zeiten des autonomen Fahrens der Stufe 5

gehen wir von einer Nutzungsrate von mehr als 60 Prozent aus. Die daraus resultierende Steigerung der Auslastung um den Faktor 12 wird einen nachhaltigen negativen Effekt auf den zukünftigen PKW-Absatz haben.

Keine Markenbindung mehr.

Darüber hinaus wird die Markenbindung beim Neuerwerb eines autonomen Fahrzeugs weniger bedeutend sein. Bei der Nutzung von autonomen Taxidiensten oder Carsharings wird der Kunde keinen großen Wert mehr auf die Marke legen. Andere Kriterien wie Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Preis oder Sauberkeit werden eher im Vordergrund stehen.



Vom Automobilhersteller zum Carsharing-Anbieter.

Die Chance für die OEMs besteht darin, selbst Carsharing anzubieten oder in die Infrastruktur von Carsharing-Diensten zu investieren. So haben beispielsweise BMW oder Mercedes mit „DriveNow“ oder „Car2Go“ diesen Trend bereits vor einigen Jahren erkannt und begonnen, ihr eigenes Carsharing-Geschäftsmodell aufzubauen. General Motors investierte vor kurzem rund 500 Millionen Dollar in das Carsharing-Start-up Lyft. Viele der Premium-Anbieter sind hier schon jetzt gut aufgestellt, während die Massenanbieter Nachholbedarf haben. Die OEMs können

ihr Carsharing-Geschäft darüber hinaus durch eigene autonome Flotten ausweiten. So können sie bei Kunden ihrer firmeninternen Carsharing-Dienste Werbung für ihre eigenen Fahrzeuge machen.

Die Frage ist, ob die drohenden Umsatzverluste aufgrund eines rückläufigen weltweiten Fahrzeugmarktes in Zeiten des autonomen Fahrens ausreichend durch Carsharing oder andere neue Geschäftsfelder (zum Beispiel Konnektivität, Werbung oder erweiterte Infotainment-Dienste bzw. Gamification) kompensiert werden können.

3. Das Aftersales-Geschäft der Zukunft

Fraglich ist, welche Chancen das zukünftige Aftersales-Geschäft bietet. Folgende Faktoren werden den Markt beeinflussen:

- **Mehr Wartung.** Die Auslastung der Fahrzeuge wird sich zum Beispiel durch den Wechsel von der Schiene auf die Straße oder der Erschließung neuer Kundengruppen wie Jugendliche, körperlich beeinträchtigte oder ältere Menschen auf 60 Prozent erhöhen. Der Bedarf an Wartungen und Ersatzteilen wird linear steigen.
- **Weniger neue Fahrzeuge.** Durch die sinkende Zahl verkaufter Fahrzeuge wird sich der Wartungsbedarf auf deutlich weniger Fahrzeuge konzentrieren.
- **Höherer Verschleiß.** Diese reduzierte Anzahl an Fahrzeugen wird jedoch einem erhöhten Verschleiß – etwa im Interieur – unterliegen. Dadurch ergibt sich ein zusätzliches Aftermarket-Potenzial – zum Beispiel in der Nachrüstung von Sitzen oder Displays.
- **Weniger Reparaturen.** Die Anzahl der Unfälle wird sich um mehr als 90 Prozent reduzieren. Analog werden sich auch die entsprechenden Umsätze aus Reparaturen verhalten.
- **Customizing des Innenraums.** Nischenanbieter werden sich darauf spezialisieren, den Fahrzeug-Innenraum auf die Bedürfnisse der Privat- oder Geschäftskunden zu „customizen“. Zum Beispiel wird es Fahrzeuge für geschäftliche Zwecke, für Langstreckenreisen mit der Familie zum Skifahren oder für Spaßausflüge mit Freunden am Wochenende geben.



BEISPIEL-SZENARIO 2060 – UMSATZVERLUST VON 1,2 MILLIONEN EURO

- Durchschnittliche Auslastung von PKWs 2017 = 5 Prozent und 2060 = 60 Prozent, was einer Steigerung um den Faktor 12 entspricht
- Unter der Annahme einer um 40 Prozent gesteigerten weltweiten Kilometer-Fahrleistung bis 2060 bedeutet das, dass nur noch 11,7 Prozent der Anzahl Fahrzeuge in 2060 im Vergleich zu 2017 (Basis: 100 Prozent) benötigt werden: $140 \text{ Prozent} \times (100 \text{ Prozent} / 12) = 11,7 \text{ Prozent}$
- Die Top 10 Automotive OEMs haben 2016 weltweit einen Umsatz von ca. 1,4 Billionen Euro erwirtschaftet.
- 2060 würde der vergleichbare Markt (konservativ ohne Inflation) nur noch 163,8 Milliarden Euro (11,7 Prozent) betragen.
- Die OEMs inklusive der gesamten Zuliefererkette müssten demnach einen Umsatzverlust von rund 1,2 Billionen Euro kompensieren.

Harter Preisvergleich – vom Fahrzeug selbst!

Autonome Fahrzeuge werden in der Lage sein, sich selbst zu verwalten. Somit wird sich die Kommunikation mit Anbietern von Fahrzeugreparaturdiensten von den Besitzern auf die Fahrzeuge verlagern. Durch Predictive Maintenance können Termine besser organisiert und die Logistik von Ersatzteilen optimiert werden. Zudem wird es neue Plattformen geben, über die sich Fahrzeuge mit Werkstätten in Verbindung setzen und Informationen erhalten können. Wenn das Fahrzeug in der Lage ist, selbst zu analysieren, welche seiner Teile gewartet oder gar repariert werden müssen, wird sich das Fahrzeug über genau diese Plattformen Kostenvoranschläge von mehreren Werkstätten einholen, um unter diesen den besten Anbieter auf Basis vordefinierter Selektionsparameter auszuwählen.

Kunden setzen verstärkt auf Wartung von OEM-Werkstätten.

Mit einem autonomen Fahrzeug der Stufe 5 legen Passagiere ihr Leben in die Hand der Technologie, weshalb diese zu 100 Prozent vertrauenswürdig sein muss. OEM-geführte Werkstätten können daher für manche Kunden

vertrauenswürdiger erscheinen. Denn ihr technisches Wissen stammt quasi aus erster Hand. Aus dem gleichen Grund können Kunden bereit sein, etwas höhere Preise zu bezahlen, da es schließlich um ihre eigene Sicherheit geht.

An diesem Punkt wird es für unabhängige Werkstätten wichtig sein, rasch aufzuschließen und sich profundes Wissen über die Wartung und Reparatur der autonomen Technologie anzueignen. Ansonsten riskieren sie – aufgrund eines vermeintlichen Wissensrückstandes –, potenzielle Kunden zu verlieren. Da die Zuverlässigkeit der Teile im eigenen Interesse der Besitzer und Nutzer von autonomen Fahrzeugen liegt, kann es am Anfang verlässlicher erscheinen, Ersatzteile vom Originalhersteller anstatt günstigere, nicht originale Alternativen zu erwerben.

All dies spricht dafür, dass sowohl Original-Zulieferer (OES) als auch OEMs zu Beginn vom Kundendienstgeschäft mit autonomen Fahrzeugen profitieren können. Doch wird auch dieser Vorteil mit der Zeit verschwinden, wenn das Vertrauen der Kunden in die autonome Technologie gereift ist und analog auch das Vertrauen in unabhängige Werkstätten und Alternativ-Ersatzteile wieder zunimmt.

*„Digitalisierung, autonomes Fahren,
die weitere Elektrifizierung des Antriebs
und der Trend, Dinge nicht mehr zu
besitzen, sondern zu teilen, stehen
zurzeit im Fokus unserer Industrie.“*

Harald Krüger, Vorstandsvorsitzender BMW AG





4. Möglichkeiten der Freizeitnutzung während der Fahrt

Fahrzeit ist „Freizeit“.

Amerikaner, ähnlich wie Deutsche, verbringen durchschnittlich täglich 46 Minuten in ihrem Fahrzeug. Nach unserem Szenario drei, in dem jeder entweder ein autonomes Fahrzeug besitzt oder Zugang zu einem solchen über Carsharing oder Taxis hat, gewinnen Pendler oder Reisende nahezu eine Stunde pro Tag an zusätzlicher freier Zeit. Wie bereits erwähnt, wird sich auch das Interieur der Fahrzeuge verändern und den Passagieren zusätzliche Möglichkeiten eröffnen, ihre neu gewonnene Zeit intensiv zu nutzen.

Neue Chancen für Unterhaltungs- und Werbebranche.

Durch diese Entwicklung kann ein lukrativer Markt für die Verbraucherelektronik sowie für die Unterhaltungs- und Werbebranche entstehen: Passagiere werden regelmäßig online Infotainment-Systeme und Endgeräte nutzen, zum Beispiel für das Streaming von Filmen oder Musik. Damit eröffnen sich hier neue Möglichkeiten und zahlreiche neue Werbeflächen für die Werbeindustrie.¹⁶

Alternative Werbemethoden, die man sich auch in autonomen Fahrzeugen vorstellen kann, werden im Düsseldorfer Nahverkehr bereits via App eingesetzt. Dabei erhalten Kunden, die sich einige Minuten lang auf dem Handy Werbespots ansehen, einen kostenlosen Fahrausweis und können damit im Austausch gegen einige Minuten ihrer Zeit und Aufmerksamkeit für jede Fahrt 2,60 Euro sparen.

Rollendes Büro.

Doch nicht nur der Unterhaltungsbereich kann profitieren. Durch vollständig autonome Fahrzeuge wird das Auto zu einer produktiven Büroumgebung. Mit einer ultra-schnellen Internetverbindung, einem Tisch, großzügigen Displays sowie relevanten Applikationen für Videokonferenzen, Messaging, CRM oder Business Analytics können Geschäftsreisende während der Fahrt wertschöpfend arbeiten.

Fahrgastraum von zentraler Bedeutung.

Für private oder geschäftliche Anwendungsfälle wird es verschiedene Fahrzeugtypen geben, welche sich besonders durch einen an die individuellen Bedürfnisse angepassten Fahrgastraum unterscheiden werden. Unter der Annahme, dass autonome Fahrzeuge vor allem elektrisch angetrieben sein werden, ergeben sich durch den Platzgewinn für die Designer viel größere Gestaltungsmöglichkeiten als heute.

Völlig neues Fahrerlebnis.

Unser alltägliches Fahr- und Reiseverhalten wird sich durch ausschließlich autonome Fahrzeuge komplett verändern. Auch das Fahrerlebnis, wie wir es heute kennen, wird ein anderes sein: Den Fahrertausch unterwegs, die Erholungspause an der Tankstelle und den Stress in stundenlangen Staus wird es so nicht mehr geben. Zudem können wir die Zeit im Fahrzeug für Dinge nutzen, die wir wirklich gerne machen.



5. Die Städte wandeln sich

Heute sind Städte voller Straßen, Fahrzeuge und Verkehrsstaus. An jeder Ecke stehen Straßenschilder und Verkehrsampeln. Unsere Autobahnen sind voller Baustellen. Oft führen hoch frequentierte, schmale Straßen durch kleine Städte und Dörfer.

Straßeninfrastruktur

Weniger Straßenschilder.

Durch die Einführung vollständig autonomer Fahrzeuge wird ein Großteil der Infrastruktur, wie wir sie heute kennen, nicht mehr gebraucht. Fahrzeuge und andere Teile des Verkehrsmanagementsystems können dank IoT-Technologie miteinander kommunizieren. Die Fahrzeuge werden darüber hinaus mit sehr detailliertem Kartenmaterial ausgestattet, welches sich in Echtzeit mit einer Cloud bzw. mit anderen Fahrzeugen synchronisiert. Diese hoch aufgelösten Karten enthalten stets aktuelle Daten wie Geschwindigkeitsbegrenzungen, Verkehrsregeln oder Parkraum-Informationen. Somit werden die meisten Straßenschilder nicht mehr notwendig sein. Sie werden allerdings nicht vollständig aus dem Straßenbild verschwinden. Denn Fußgänger oder Radfahrer benötigen auch in Zukunft physikalische Beschilderungen. Doch wird die Zahl der Schilder deutlich abnehmen.

Verkehrsleitsystem.

Ebenfalls denkbar ist ein virtuelles und übergeordnetes Verkehrsleitsystem, welches Verkehrsregeln, Verkehrsflüsse und Geschwindigkeitsbegrenzungen auf der Grundlage der aktuellen Verkehrsbedingungen optimiert und die

autonomen Fahrzeuge per Datenaustausch darüber informiert bzw. dirigiert. Dazu muss es eine Institution geben, die den Verkehr zentral regelt.

Automatische Geschwindigkeitsbegrenzung.

Wenn es zum Beispiel in bestimmten Regionen zu Glatteis kommt, kann das übergeordnete Verkehrsleitsystem die Geschwindigkeitsbegrenzung bzw. Warnhinweise für diese Bereiche aussenden und die autonomen Fahrzeuge werden sich diesen anpassen. Ein weiteres Beispiel ist die Geschwindigkeitsbeschränkung vor einer Schule. An einem Schultag kann sie auf 30 Kilometer pro Stunde gesetzt werden. An einem Wochenende, an dem keine Gefahr für die Sicherheit der Schüler besteht, kann die Geschwindigkeitsbeschränkung aufgehoben werden.

Straßenschäden automatisch erkennen und melden.

Nicht zuletzt können auch bei Infrastrukturproblemen beträchtliche Verbesserungen erreicht werden. Mithilfe der in Fahrzeugen gewonnenen Daten können notwendige Infrastrukturprojekte frühzeitig erkannt und gemäß dem Verkehrsvolumen geplant werden. Zum Beispiel kann das Eintauchverhalten der Radaufhängung autonomer Fahrzeuge Erkenntnisse über Schlaglöcher zur Verfügung stellen.



Fahrzeuge „antizipieren“ Gewohnheiten von Fußgängern

Vorausschauend fahren – im wahrsten Sinne des Wortes.

Es ist vorstellbar, dass Fahrzeuge die nächsten Schritte der Fußgänger oder den Pfad von Fahrradfahrern antizipieren. Wenn autonome Fahrzeuge ausgewertete Gewohnheitsdaten dieser Verkehrsteilnehmer bekommen, können sie damit deren Verhalten an bestimmten Punkten mittels künstlicher Intelligenz vorhersagen. Eine andere Möglichkeit wäre auch, Routeninformationen der Smartphones von Verkehrsteilnehmern zur Prognose von Verhalten zu nutzen.

Durch die Nutzung dieser Daten lernt das Fahrzeug zum Beispiel, dass laut Statistik an einem warmen Sommertag viele Menschen die Straße an einem bestimmten Punkt am Ausgang des Parks überqueren, um zur Eisdielen auf der anderen Straßenseite zu gelangen. Dementsprechend weiß das Fahrzeug, dass es aufmerksam sein muss und ist darauf vorbereitet, für Fußgänger anzuhalten.

Routendaten für mehr Sicherheit.

Das Senden von Routendaten vom Smartphone des Fußgängers zu den Fahrzeugen in der näheren Umgebung stellt eine weitere Möglichkeit zur sicheren Gestaltung des Straßenverkehrs dar. Wenn eine Person das Haus verlässt,

um beispielsweise zum Supermarkt zu gehen, könnten diese Routendaten gesendet werden. In dem Moment, in dem die Person an der Stelle ankommt, wo sie die Straße überqueren muss, erhalten die Fahrzeuge das entsprechende Signal, halten an und lassen die Person die Straße überqueren. Ohne diese Information wäre das Fahrzeug allein auf die korrekte Interpretation seiner Sensordaten angewiesen.

Weniger Fläche für Fahrzeuge, mehr Lebensraum für Menschen

Grünfläche statt Parkfläche.

Fahrzeuge von Carsharing-Anbietern oder autonome Taxis sind nahezu rund um die Uhr im Einsatz, um Kosten zu minimieren und Ressourcen zu optimieren. Daher wird in Ballungsräumen so gut wie kein Parkraum mehr benötigt. Nach Untersuchungen von Rosenzweig und Bartl in der Stadt Ann Arbor in Michigan (2015)¹⁷ werden dort in Zeiten autonom fahrender Fahrzeuge nur noch 25 Prozent der heute benötigten Parkplätze erforderlich sein. Selbst Fahrzeuge in Privatbesitz können selbstständig zu Parkplätzen außerhalb überfüllter Stadtzentren fahren, nachdem der Besitzer an seinem Fahrziel ausgestiegen ist.

Dadurch kann mehr Raum für Parks, Grünflächen und Fußgängerzonen genutzt werden, woraus sich städteplanerisch komplett neue Ansätze ergeben können.

Fußgänger und Radfahrer können sich viel sicherer in den Städten bewegen, was die Lebensqualität in Ballungsräumen beträchtlich steigern wird.

Nicht zuletzt wird Paragraph 37 der Landesbauordnung obsolet sein: „Bei der Errichtung von Gebäuden mit Wohnungen ist für jede Wohnung ein geeigneter

Stellplatz für Kraftfahrzeuge herzustellen (notwendiger Kfz-Stellplatz).“ Weniger Garagen (auch Tiefgaragen) machen das Bauen einfacher und günstiger und geben mehr Lebensraum – allein wenn man bedenkt, wie viele der heutigen an der Grundstücksgrenze hochgezogenen Garagen dann abgerissen werden können.





6. Positiver Einfluss auf die Umwelt

Bei der Zukunft des autonomen Fahrens muss man auch dessen mögliche Auswirkung auf die Umwelt berücksichtigen. Der Transportsektor ist einer der Hauptverursacher für die Emissionen von Treibhausgasen. In den USA gehen etwa 27 Prozent der schädlichen Emission auf das Konto dieser Branche.¹⁸

Weniger Energieverbrauch.

Solange Menschen die Autos fahren, werden sie ineffizient sein. Sie verfahren sich und müssen zusätzliche Kilometer zurücklegen. Sie suchen nach einem Parkplatz oder bleiben im Stau stecken. Sie beschleunigen zu stark, um nur kurz darauf wieder abzubremsen. Autonome Fahrzeuge werden um einiges effizienter fahren. Mit Car-to-X-Kommunikation und hoch entwickelter Echtzeit-Straßenkarten werden Fahrzeuge nicht mehr nach einem Parkplatz suchen müssen und nicht mehr so viel Zeit in Staus verschwenden.

Das Texas Transportation Institute schätzte schon 2011, dass Staus die Amerikaner etwa sieben Milliarden Liter Kraftstoff pro Jahr kosten.

Das Fahren in Kolonnen („Platooning“) bietet – insbesondere für LKWs – eine gute Möglichkeit zur Kraftstoffeinsparung. Durch kürzere Reaktionszeiten eines autonomen LKWs werden die Fahrzeuge mit geringerem Sicherheitsabstand fahren und einen reduzierten Cw-Wert erreichen können.

„If you have a fully autonomous car that talks to other cars and traffic signals, then it can drive more smoothly, much better than a human can, and there will be fuel economy benefits coming out of that.“

Dave McCreadie, General Manager
Electric Vehicle Infrastructure und Smart Grid, Ford Motor Company¹⁹

7. Autonome Fahrzeuge übernehmen Jobs

Wie in den vorherigen Szenarien bereits erläutert, sind die Arbeitsplätze von Lastwagen- und Taxifahrern durch autonome Fahrzeuge zweifellos bedroht. Außerdem ist zu erwarten, dass Fahrer von öffentlichen Transportmitteln wie Bussen oder U-Bahnen durch künstliche Intelligenz ersetzt werden. Als Katalysatoren für die Nutzung autonomer Technologie in diesen Bereichen wirken einerseits reduzierte Lohnkosten und andererseits eine erhoffte Effizienzsteigerung.

In welchen anderen Bereichen könnte der Einsatz dieser Technologie ebenfalls sinnvoll sein? Insbesondere bei Aufgaben des öffentlichen Sektors wie Müllabfuhr, Post oder Essenslieferdiensten ist es gut vorstellbar, dass autonome Technologien diese Aufgaben übernehmen.²⁰

In einem Pilotprojekt in Australien nutzt Dominos Pizza den Lieferroboter DRU und macht die autonome Lieferung von Essen schon heute möglich. Der Roboter sucht sich nicht nur den besten und schnellsten Weg für die

Lieferung, sondern er kann mit seinen Bordsensoren auch Hindernisse auf seinem Pfad erkennen und darauf adäquat reagieren.²¹

Darüber hinaus könnten weitere Dienstleistungen aufgrund autonomer Fahrzeuge überflüssig werden: Man kann zum Beispiel auf einer Reise auch im Fahrzeug schlafen. Somit wird sich der Bedarf für Hotelübernachtungen reduzieren. Pausen für die Besorgung von Lebensmitteln oder für den Besuch eines Restaurants neben der Straße könnten ebenfalls abnehmen, weil man sein Essen auch einfach am Tisch des autonomen Fahrzeugs genießen kann. Wahrscheinlich wird es im Fahrzeug einen Kühlschrank geben.

Dies sind nur einige der augenfälligen Auswirkungen der autonomen Technik auf Arbeitsplätze und Geschäftsmodelle. Das autonome Fahren wird große und umfassende Auswirkungen auf unser tägliches Leben haben. Deshalb stehen diese Punkte hier nur stellvertretend für viele andere.

8. Szenario drei – das Wichtigste im Überblick

SZENARIO DREI – Eine Welt mit ausschließlich vollautomatisierten Fahrzeugen



Carsharing

- Gehört zum täglichen Leben
- Auto wird genutzt und nicht gekauft
- Auto kommt zum Kunden



Herausforderungen für Autobauer

- Rückgang der Neuwagenverkäufe um 88 % durch stark gestiegene Auslastung
- Deutlich weniger Markenbindung



Aftersales der Zukunft

- 90 % weniger Unfälle und daher weniger Reparaturen
- Mehr Wartung und höherer Verschleiß durch 1200 % höhere Auslastung
- Preisvergleich vom Fahrzeug selbst
- Customizing des Innenraums



Möglichkeiten der Freizeitnutzung während der Fahrt

- Fahrzeit ist „Freizeit“ – Zeitgewinn von 45 min/Tag
- Neue Chancen für Unterhaltungs- und Werbebranche
- Autonome Fahrzeuge übernehmen Jobs



Städte wandeln sich

- Straßeninfrastruktur mit weniger Straßenschildern und Verkehrsleitsystem
- Fahrzeuge „antizipieren“ Gewohnheiten von Fußgängern
- Weniger Fläche für Fahrzeuge, mehr Lebensraum für Menschen



Positiver Einfluss auf die Umwelt

- Mehr Grünflächen
- 7 Mrd. Liter Kraftstoff Einsparungen durch weniger Stau



„In etwa 40 Jahren wird die Mehrzahl der Fahrzeuge in Städten nicht mehr im Privatbesitz sein.“

Dr. Elmar Degenhart,
Vorsitzender des Vorstands Continental AG



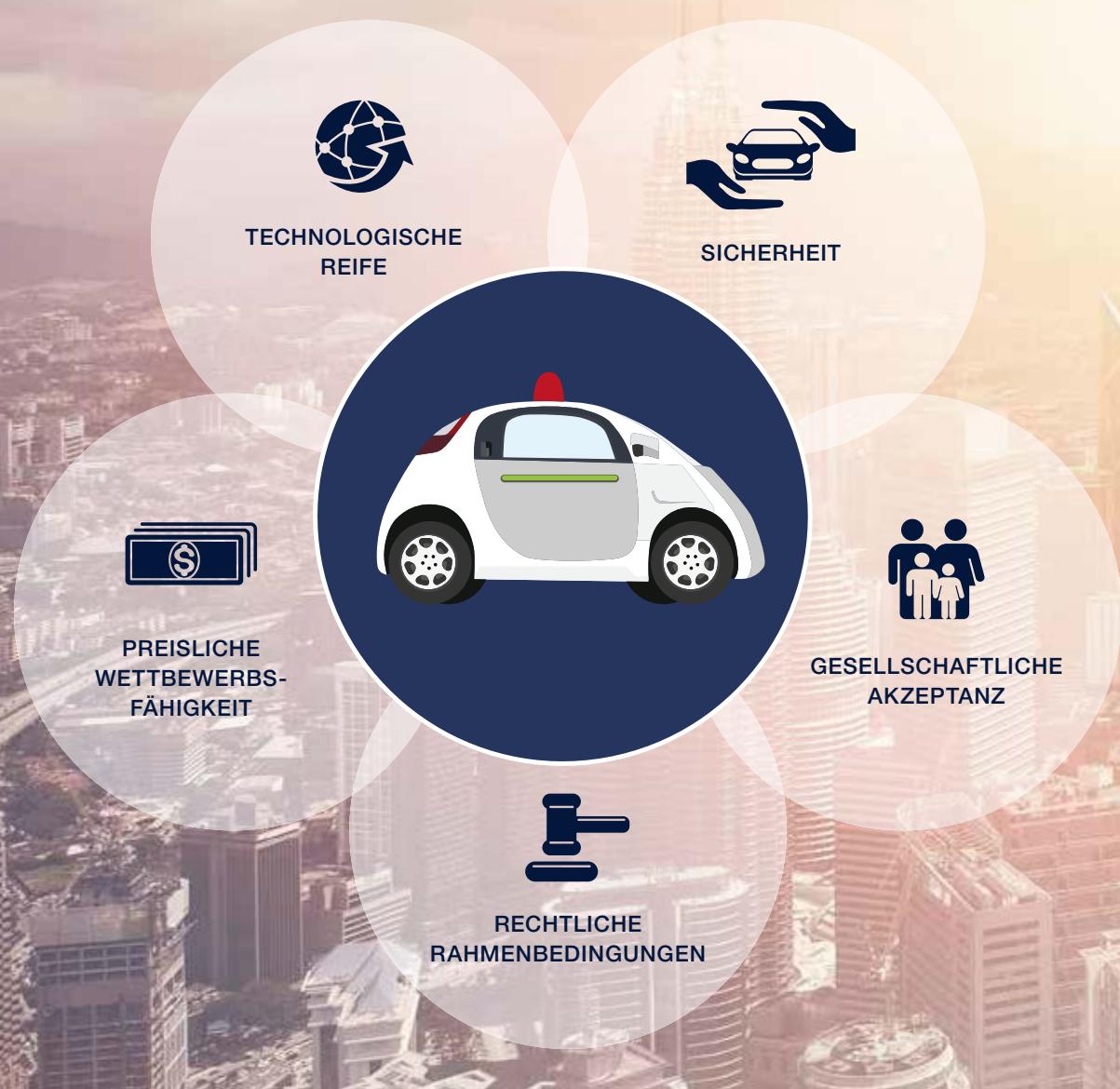


V.

VORAUSSETZUNGEN FÜR AUTONOME FAHRZEUGE IM ALLTAG

Auch wenn die Technologie bereits weitgehend ausgereift ist und mit Sicherheit in den nächsten Jahren Marktreife erreicht, sind dennoch einige weitere Voraussetzungen an den Erfolg autonomer Fahrzeuge gekoppelt.

Zusammenspiel der Voraussetzungen für autonomes Fahren



Diese Voraussetzungen sind zwar für die einzelnen Szenarien der Marktdurchdringung unterschiedlich wichtig und haben verschiedene hohen Handlungsbedarf, jedoch müssen über kurz oder lang alle Voraussetzungen erfüllt werden, um das autonome Fahren zu einem Erfolgsmodell zu machen.

Um diese Voraussetzungen gewährleisten zu können, ist es zudem notwendig, dass die jeweiligen Akteure aus Politik, Automobil- und Energiebranche und deren Verbänden, öffentlichen Institutionen und der Gesellschaft diesbezüglich an einem Strang ziehen.



1. Technologische Reife

Die autonome Fahrzeug-Technologie wird in ein sehr komplexes Ökosystem eingebettet sein, in dem verschiedene Plattformen, Systeme oder Komponenten mit dem selbstfahrenden Fahrzeug vernetzt sein werden. Der Datenaustausch ist eine der wesentlichen Herausforderungen, die sich die Automobilindustrie und die Telekommunikationsbetreiber gegenübersehen. Auch wenn ein autonomes Fahrzeug in der Lage ist, selbstständig zu fahren, ist es auf den Empfang von Daten – zum Beispiel Verkehrsinformationen, aktuelle Berichte über Straßenzustände oder Sicherheitsupdates – sowie deren lokale Verarbeitung und Speicherung angewiesen.

Neue Fahrzeugkomponenten erforderlich.

Betrachtet man das Fahrzeug als solches, so werden sich nicht nur die im Fahrzeug eingebauten Komponenten verändern, sondern es sind neue zu integrieren:

- ADAS (Advanced Driver Assistance System) – selbstlernender, hochentwickelter Zentralrechner
- Lidar (Light Detection and Ranging)
- Radar
- Ultraschall
- Kameras
- Blackbox

Daten vor Ort.

Viele Funktionen für das autonome Fahren müssen lokal im Fahrzeug verfügbar sein. Denn das massive Datenvolumen, welches in jedem Fahrzeug generiert wird, kann nicht über das Mobilfunknetz übertragen und in einem entfernten Backend verarbeitet werden. Dazu zählen unter anderem:

- lokales Erfassen und Fusion von Sensordaten
- lokale 360°-Umgebungsinterpretation und Labelling von Objekten
- lokale (Echtzeit-) Analyse der Daten
- kontinuierliche Weiterentwicklung der Fahrzeugintelligenz mit selbstlernenden Algorithmen
- verlässliche Steuerung des Fahrzeugs über ECUs (elektronische Steuereinheiten) und Aktoren

Herausforderung: Lokale Datenverarbeitung und -speicherung im Fahrzeug.

Das autonome Fahren produziert täglich Terabytes von Daten. Somit sind die hocheffiziente Verarbeitung und Analyse – unter anderem in Echtzeit – sowie die Sicherung der Daten von hoher Bedeutung. Diese enorm großen Datenmengen bringen die bisherige Car-IT-Architektur an ihre Grenzen: Es werden zum einen echtzeitfähige Datenbusse mit höherer Bandbreite benötigt. Zum anderen muss die Hardware der Steuergeräte und des zentralen ADAS-Bordrechners ebenfalls mit einer signifikant höheren Rechenleistung ausgestattet sein. Für die Fusion der Sensordaten von Lidar, Radar und diversen Kameras in Kombination mit „Deep Learning“-Ansätzen werden 20 bis 30 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde benötigt.

AUSWERTUNG FAST IN ECHTZEIT

Die Leistungsfähigkeit in der Verarbeitung für detaillierte Karten ermöglicht beispielsweise die Technologie von NVIDIA DRIVE PX 2. Mit vielen, teilweise sehr teuren Sensoren lassen sich große Datenmengen für die Offline-Auswertung erfassen. Die Daten werden lokal im Fahrzeug ausgewertet und die Kommunikation mit der Cloud wird minimiert. Dadurch kann die Auswertung nahezu in Echtzeit erfolgen – eine enorme Verbesserung im Vergleich zu den bisherigen langen Laufzeiten von bis zu mehreren Wochen.²²



Nicht alle Daten werden gebraucht.

Jedoch sind nicht alle anfallenden Streaming-Daten zu speichern. Vielmehr ist klar zu differenzieren, welche Daten weiterhin benötigt werden, damit das Fahrzeug sein zukünftiges Verhalten in unterschiedlichen Situationen optimieren kann (Machine Learning). Es ist zu klären:

- **Kurzfristig benötigte Daten:** Welche Daten werden nur gebraucht, um mit der aktuellen Situation umzugehen, und können danach gelöscht werden (zum Beispiel aktuelle Temperatur, Radiosender oder Gewicht des Fahrzeuginnenraums)?
- **Langfristig benötigte Daten:** Welche Daten sollten gespeichert werden, weil sie zur Weiterentwicklung der künstlichen Intelligenz des Fahrzeugs beitragen

(zum Beispiel Bremsverhalten auf schneebedeckten Straßen oder das Verhalten der Verkehrsteilnehmer an bestimmten Stellen der Straße wie an Schulen oder zu bestimmten Tageszeiten wie kurz vor Unterrichtsbeginn)?

Software wichtiger als Hardware.

In Zukunft werden mechanische Komponenten stark an Bedeutung verlieren, während die Software das wichtigste Element im Fahrzeug sein wird. Deswegen werden viele Autokomponenten künftig keinen Platz in der Stückliste haben, was für manche Zulieferer eine große Herausforderung darstellen wird. Autonome Fahrzeuge werden zu rollenden Computern – analog müssen OEMs und Zulieferer ihre IT- und Software-Kompetenzen signifikant ausbauen.

Komponenten im Fahrzeug – Software

ADAS – Zentraler Bordrechner künftig intelligenter als ein Mensch.

Hoch entwickelte zentrale Bordrechner (ADAS) machen Verarbeitung, Analyse, Verwendung und Speicherung erzeugter Daten erst möglich – innerhalb von Millisekunden. Somit werden sich die heutigen ADAS weiterentwickeln müssen. Internationale Standards wie ISO 26262 gewährleisten bereits bestimmte funktionelle Sicherheitsstandards für elektrische und elektronische Systeme wie das ADAS. Sie werden in allen Phasen des Lebenszyklus‘ der sicherheitsrelevanten Fahrzeugsysteme Anwendung finden.

Das maschinelle Lernen – unter anderem basierend auf tiefen neuronalen Netzwerken – spielt eine tragende Rolle bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Menschliche Fahrer lernen wichtige Verkehrsregeln oder den Umgang mit kritischen Situationen von erfahrenen Fahrlehrern und in der Fahrpraxis. Auch das autonome Fahrzeug muss lernen. Vorprogrammierte Regeln können nicht jedes mögliche Szenario im Verkehr vorwegnehmen. Deshalb sind die selbstfahrenden Computer auf Rädern nicht nur mit einer Reihe von vorprogrammierten „Wenn-Dann-Regeln“ ausgestattet, sondern vor allem auf selbstlernende Algorithmen und die damit verbundenen Lernfähigkeiten angewiesen.

Im Rahmen von Fleet Learning wird das Verhalten eines menschlichen Fahrers mit dem Verhalten des zentralen Bordrechners verglichen. An welcher Stelle in einer Kurve würde der Mensch bremsen und wann hätte das Auto selbstständig gebremst? Legt man das Verhalten an der gleichen geografischen Position von einer großen Zahl an Fahrzeugen übereinander, so kann man den optimalen Bremszeitpunkt ausloten und diese Information an alle anderen Fahrzeuge übermitteln, die diese Stelle noch nicht passiert haben. Daher lernen die Bordrechner zunächst vom realen, menschlichen Verhalten und speichern dieses Wissen für zukünftige, vergleichbare Situationen. Auf diese Weise werden über die Zeit die Bordrechner auf einen weit größeren Erfahrungsschatz zurückgreifen können und somit intelligenter sein als ein einzelner Mensch.

„The whole Tesla fleet operates as a network. When one car learns something, they all learn it. That is beyond what other car companies are doing.“

Elon Musk, Chief Executive Officer und Product Architect, Tesla, Inc.

Das ADAS und speziell damit verbundene selbstlernende Algorithmen (Machine Learning) sind ein zentraler Erfolgsfaktor sowohl für OEMs als auch Zulieferer, die sich eine zukunftsträchtige Marktposition im Bereich der autonomen Fahrzeuge sichern wollen.

FLEET LEARNING – FAHRZEUGE LERNEN VONEINANDER

Ein üblicher lernender Algorithmus, der in autonomen Fahrzeugen verwendet wird, sorgt beispielsweise dafür, die Lokalisierung und Unterscheidung zwischen Objekten in der Umgebung des Fahrzeugs zu verbessern. Auch werden sich Fahrzeuge innerhalb einer Gruppe – zum Beispiel eine Baureihe eines Herstellers – über ihre erlernten Verhaltensmuster austauschen und so ihre kollektive Intelligenz erhöhen (Fleet Learning).

Sensorik: Lidar, Radar, Kameras, Ultraschall – besser als Sehen und Hören.

Die Augen und Ohren eines menschlichen Fahrers werden im autonomen Fahrzeug durch hochausgereifte Sensorik ersetzt. An erster Stelle ist dabei der Lidar zu nennen, der auf Basis eines pulsierenden Lasers ein hochauflösendes 3D-Abbild seiner unmittelbaren Umgebung und darin befindlicher Objekte generieren kann. Der Lidar ist aktuell noch der mit Abstand teuerste Sensor eines autonomen Fahrzeugs und erzeugt riesige Datenmengen. Des Weiteren werden Fernbereichs- und/oder Nahbereichs-Radarsensoren verbaut, welche mit sehr hoher Genauigkeit den Abstand zu Objekten, ihren Winkel zum eigenen Fahrzeug und ihre relativen Geschwindigkeiten ermitteln können.

Im Gegensatz zu Lidar und Radar können Kameras Farben wahrnehmen und so Oberflächentexturen – zum Beispiel Geschwindigkeitsschilder oder Fahrbahnkennzeichnungen – erkennen und somit eine Objekt-Klassifizierung vornehmen. Jedoch erzeugen auch Kameras sehr große Datenmengen, welche lokal im Fahrzeug verarbeitet und selektiv gespeichert werden müssen. Ultraschallsensoren finden vor allem im Nahbereich ihren Einsatz, zum Beispiel in Form von Einparkassistenten.

Mit der Kombination der vier genannten Sensorarten (Lidar, Radar, Kameras und Ultraschall) und der Fusion der erzeugten Sensordaten wird es möglich, eine sehr verlässliche Erfassung des Umfeldes zu generieren und entsprechend das Fahrverhalten des SDCs abzuleiten. Die Verlässlichkeit wird über eine Kreuzvalidierung der jeweils erfassten Sensordaten sichergestellt.

Datenaufzeichnung: Blackbox wie im Flugzeug.

Analog zu Flugdatenschreibern („flight data recorder“) in Flugzeugen wird die Blackbox im autonomen Fahrzeug alle relevanten Informationen wie Geschwindigkeit, Beschleunigungskräfte, Lenkbewegungen, geografische Positionen oder Fehlerdaten von Steuergeräten aufzeichnen, um bei Unfällen den Hergang möglichst lückenlos aufarbeiten zu können. Damit können Behörden bzw. Versicherungen auf Basis einer umfangreichen Datenbasis objektiv die Schuld- und die damit verbundene Haftungsfrage klären, sprich: ob der Unfall durch menschliches oder technisches Versagen verursacht worden ist.





Mechanische Komponenten – Antrieb

Wir erwarten auch tiefgreifende Veränderungen des Antriebskonzepts: Aktuell geführte politische, technologische und umweltorientierte Diskussionen deuten stark darauf hin, dass der Antrieb nach Erreichen der Vollautomatisierung elektrisch sein wird. Mit den im Fahrzeug installierten Elektromotoren, Zweiganggetrieben und Batteriemodulen ebenso wie mit künstlicher Intelligenz und neuen sensorischen Sinnesorganen, welche dann das Fahrzeug steuern, werden sich auch die technischen Prioritäten verschieben.

Stark erhöhter Strombedarf – woher kommt die Energie?

Unter der Annahme, dass zukünftig alle autonomen Fahrzeuge elektrisch sein werden, stellt sich die Frage, aus welcher Quelle die benötigte Energie stammen wird. Geht man beispielsweise von einem Energieverbrauch des autonomen Elektrofahrzeugs von circa 20 Kilowattstunden pro 100 Kilometer und einer gesamten jährlichen Fahrleistung von 15.000 Kilometern aus, benötigt man 3.000 Kilowattstunden Strom vom Energieanbieter oder von der eigenen Photovoltaik-Anlage. Bei circa 46 Millionen zugelassenen PKWs in Deutschland entspricht das einem zusätzlichen Energiebedarf von circa 138 Terawatt oder 46 Millionen Zweibis-Drei-Personenhaushalten. Diese zusätzliche Leistung wird signifikante Investitionen im Bereich der öffentlichen sowie der privaten Energieerzeugung erfordern und bietet Chancen für die jeweiligen Infrastrukturanbieter.

Aufladen – selbstständig zur Ladestation.

Die Entwicklung und Produktion der benötigten Batteriespeicher befindet sich nach Jahren des Stillstands seit einiger Zeit in einer technologischen Aufwärtskurve und wird zunehmend erschwinglicher. Beispielsweise kostet eine Kilowattstunde Kapazität einer Lithium-Ionen-Batterie aktuell zwischen 200 und 250 US-Dollar. Die Prognose für 2030 liegt bei unter 100 US-Dollar, und in Kombination mit längeren Batterielebenszyklen werden somit die wesentlichen Marktbarrieren verschwinden.

Der Aufladevorgang bietet zusätzliche Chancen für Anbieter. Denn: Autonome Fahrzeuge fahren selbstständig zur Ladestation, es wird dabei kein Fahrer anwesend sein, um den Ladevorgang zu starten. Somit müssen effiziente Wege zum Aufladen gefunden werden. Entweder wird es eine Renaissance des E-Tankwerts geben oder Roboter justieren das Ladekabel am SDC oder induktive Ladestationen werden genutzt. Um das Jahr 2050 oder bereits früher wird es höchstwahrscheinlich einen Zulassungsstopp für Verbrennungsmotoren geben; damit wird ein Sterben der heutigen Tankstellen-Landschaft einhergehen. Ebenso wird die Nachfrage nach den Produkten der Petrochemie-Industrie einbrechen.

Vernetzung des Fahrzeugs mit der Umwelt

Navigation: Echtzeit-Karten und Satelliten.

Hochpräzise, dynamische Echtzeit-Karten steuern das Fahrzeug mit einer Genauigkeit im Dezimeter-Bereich und sind somit unverzichtbar für das autonome Fahren. Echtzeit-Karten finden die bestmögliche Route und enthalten aktuelle Daten über Verkehrsregeln, Straßenschilder, mögliche Hindernisse oder Straßenverhältnisse.

Die Bedeutung der richtigen Karten für die autonome Technologie ist den OEMs bewusst. So haben BMW, Daimler und Audi 2015 das ehemalige Nokia Unternehmen HERE erworben. Konkurrenten wie Google entwickeln bereits seit Jahren digitale Karten und verfeinern ständig deren Inhalte.

SATELLITENSYSTEME DER ZUKUNFT

Autonome Fahrzeuge benötigen für ein hochpräzises Fahrverhalten Genauigkeiten im Dezimeter-Bereich. Damit scheint die Ära des ursprünglichen amerikanischen Satellitensystems Navstar GPS endgültig vorbei zu sein, das mit einer Positions-toleranz zwischen fünf und 15 Metern nicht die notwendige Genauigkeit in der Navigation liefern kann.

Das europäische Satellitensystem Galileo bietet aktuell einen Meter Genauigkeit für die Öffentlichkeit und einen Zentimeter Genauigkeit mit Verschlüsselung. Bis 2019 wird das auf Galileo basierende ESCAPE-Konsortium die Entwicklung einer innovativen Positionierungsengine fertigstellen, mit der sich die hohen Sicherheits-anforderungen des autonomen Fahrens erfüllen lassen. Das erste für den Automotive-Massenmarkt taugliche Galileo-Empfänger-Chipset mit Multi-Frequenz-Fähigkeit wird eine Kernkomponente dieser Positionierungsengine sein.

Gründe für die satellitengestützte Navigation.

Warum benötigen autonome Fahrzeuge überhaupt eine satellitengestützte Navigation? Eigentlich sollte man annehmen, dass allein durch die eingebaute Sensorik wie Lidar, Radar oder Kameras Straßen und umgebende Objekte zu identifizieren sind. Das ist jedoch aus folgenden Gründen nicht ausreichend:

- **Vorausschauende Fahrweise:** Dank Navigationssystem kann das Fahrzeug Geschwindigkeit, Brems- oder Lenkverhalten bereits einige Sekunden im Voraus planen, bevor die Bord-Sensorik eine Kurve oder Kreuzungen überhaupt wahrnimmt und darauf reagieren kann. Mit Navigationssystem wird das Fahrzeug sozusagen zu einem ortskundigen Fahrer, der dank detaillierter Straßenkenntnis seine Fahrverhalten optimal darauf einstellen kann – im Gegensatz zu einem Ortsfremden, der stark ad hoc fahren muss, was weniger effizient ist.
- **Kollaboratives Fahren:** Mit der Kenntnis der präzisen Position des Gegenverkehrs kann das System im autonomem Fahrzeug entscheiden, ob sich beispielsweise ein Überholvorgang in einer Kurve oder hinter einer Kuppe gefahrlos durchführen lässt. Dasselbe gilt für das Abbiegen auf eine schlecht einsehbare Kreuzung: Hier ist die präzise Positionsbestimmung von Fahrzeugen im Nahbereich sicherheitsrelevant.

Die entsprechenden zukünftigen Technologien werden elementare Bestandteile eines jeden autonomen Fahrzeugs sein und stellen somit ein erhebliches Marktpotenzial dar.

Connected Car Backend: schneller neue Features.

Experten für Car-IT werden voll integrierte ADAS, Sensor- und ECU (Electronic Control Unit)-Systeme entwickeln müssen, welche die künstliche Intelligenz für das autonome Fahrzeug und dessen Betriebssystem abbilden. Das Connected Car Backend gehört in der Regel den OEMs und ist eine tragende Säule für funktionskritische Fahrzeug- und Infotainment-Dienstleistungen.

Mehr Softwarespezialisten sind also dringend erforderlich. Zudem muss sich die Automobilindustrie auf deutlich schnellere Entwicklungs- und Produktlebenszyklen einstellen – so wie sie in der IT üblich sind. Am Beispiel Tesla lässt sich dieser Trend eindrucksvoll darstellen: Neue Features bzw. das Schließen von Sicherheitslücken durch Patches werden mit „Over-the-Air“ Software Updates gemacht. Wenn morgens der Besitzer oder Benutzer in das SDC steigt, kommt er in den Genuss neuer Funktionalitäten oder einfach eines neuen „Look and Feel“ seines Fahrzeugs.

Mobilfunk: Mindestens 5G.

Die öffentliche Telekommunikationsinfrastruktur wird sich auf Veränderungen einstellen müssen. Auch wenn ein autonomes Fahrzeug ohne ständige Internetverbindung fahren kann, wird die heutige LTE-Technologie für einen Datenaustausch im erforderlichen Umfang nicht ausreichen. Für die zunehmende Nutzung von Infotainment- und Streaming-Diensten während des Fahrens sind bessere Netze mit höherer Leistungsfähigkeit unabdingbar.

Eine effektive Car-to-X-Kommunikation benötigt mindestens die zukünftige 5G-Mobilfunktechnologie, welche speziell für „Device-to-Device“, eine extrem stabile und massive Maschinen-Kommunikation, ausgelegt sein wird. Der kommende Standard soll dabei Datentransferraten von zehn bis 20 Gigabit pro Sekunde bei sehr geringen Latenzzeiten von weniger als einer Millisekunde ermöglichen – während 4G typischerweise im Bereich von 200 Megabits pro Sekunde operiert. Dadurch werden ad hoc Datenknoten für einen Datenaustausch zwischen dem Fahrzeug, anderen Verkehrsteilnehmern und Komponenten des Internet of Things ermöglicht.

Offiziellen Angaben zufolge liegt die 4G-Netzabdeckung in Deutschland aktuell bei mehr als 90 Prozent in Bezug auf die Bevölkerung. Die Praxis zeigt jedoch, dass selbst entlang wichtiger Autobahnabschnitte die Verbindungsqualität oft zu wünschen übrig lässt. Funklöcher wird man sich in Zeiten des autonomen Fahrens jedoch nicht mehr leisten können. Die Bereitstellung von 5G in Europa wird Schätzungen zufolge ca. 300 bis 500 Milliarden Euro an Investitionen benötigen und um 2020 zur Verfügung stehen.

Car-to-X-Kommunikation für effizienteren Verkehrsfluss und weniger Unfälle.

Durch das Internet of Things (IoT) und durch Car-to-Car-Kommunikation wird der Verkehr reibungsloser fließen können, Unfallzahlen werden sinken. Ein effizienterer Verkehrsfluss wird weniger CO₂- und Stickoxid-Ausstoß produzieren bzw. in Zeiten der Elektromobilität insgesamt weniger Energie benötigen und somit einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Sinkende Unfallzahlen sind sowohl Chance als auch Herausforderung für die Versicherungsunternehmen. Denn Haftungsansprüche werden auf ein Minimum sinken. Werden die Versicherer in Zeiten autonomen Fahrens vielleicht obsolet?

Außerdem werden Fahrzeuge nicht nur miteinander kommunizieren, sondern auch mit ihrem gesamten Ökosystem wie Ampeln, Parkhausschranken oder Ladestationen. Für eine solche direkte Kommunikation mit dem Fahrzeug müssen alle möglichen Kommunikationspunkte mit Einheiten zum Senden und Empfangen von Daten ausgestattet werden. Hier wird ein ganz neuer Markt entstehen, der ein beträchtliches Potenzial mit sich bringt.

Verkehrsinfrastruktur – Fahrzeuge sprechen sich untereinander ab.

Physische Verkehrszeichen und Verkehrsführungselemente lassen sich durch die Nutzung der autonomen Technologie minimieren: Verkehrsregeln und Verkehrsinformationen werden einfach an das SDC gesendet und dynamisch aktualisiert. Daher muss es eine übergeordnete Institution geben, welche den Verkehr auf Basis einer IT-Plattform zentral regelt.



IT-PLATTFORM STATT SCHILDER UND AMPELN

Künftig wird eine IT-Plattform extrem umfangreiche Informationen über standortabhängige Verkehrsregeln enthalten: Zwischen welchen Geo-Koordinaten entlang welcher Straße gibt es eine Tempo-30-Zone? In welchen Straßenabschnitten herrscht absolutes Halteverbot? An welcher Kreuzung gibt es welche Vorfahrtsregeln?

Sogar der komplette Wegfall von Ampelanlagen ist denkbar: Die Fahrzeuge koordinieren sich untereinander und regeln je nach Verkehrsaufkommen die Vorfahrt dynamisch im Sinne der besten Lösung für den Schwarm. Ähnlich kann es sich beispielsweise bei Tempolimits rund um eine Schule verhalten: Außerhalb der Schulzeiten an Werktagen, am Wochenende oder während Ferienzeiten könnte das Limit von 30 auf 50 Kilometer pro Stunde hochgesetzt werden, ohne dass dabei physische Straßenschilder benötigt werden.

Die aktuell geltenden Verkehrsregeln könnten dynamisch auf einen Screen oder die Scheiben des autonomen Fahrzeugs projiziert werden, damit sie den Passagieren bekannt sind und sie somit das Fahrverhalten des SDCs nachvollziehen können.

Werden darüber hinaus auch bauliche Fahrbahnbegrenzungen, zum Beispiel Leitplanken, überflüssig werden? In Zeiten einer hochentwickelten und somit hochverlässlichen autonomen Fahrzeugflotte ist dies durchaus denkbar. Durch den Wegfall dieser baulichen Begrenzungen wäre es auch möglich, die Nutzung der Straßen je nach Verkehrsaufkommen zu flexibilisieren.

Testfahrten.

Statistisch betrachtet sind rund fünf Milliarden Kilometer an Testfahrten zu bewältigen, damit SDCs so sicher werden wie Fahrzeuge, die von Menschen gesteuert werden. Angesichts dieser gewaltigen Zahl simulieren OEMs Testfahrten in virtuellen Umgebungen, die Realität und entsprechende Anwendungsfälle (Verkehrssituationen) so genau wie möglich nachbilden. Hier wird Gamification eine nachhaltige Rolle spielen.



2. Sicherheit

Cyber-Sicherheit – zentral für breite Akzeptanz.

Angesichts zunehmender Cyber-Kriminalität ist Cyber-Sicherheit im Zusammenhang mit autonomem Fahren ein wichtiges Thema. So fürchtet zum Beispiel mehr als die Hälfte der Generation Y (die von 1980 an bis zur Jahrtausendwende Geborenen), dass vernetzte und autonome Fahrzeuge gehackt werden können. Seit 2015 ein Jeep gehackt wurde und dadurch ein Unfall verursacht wurde, ist mehr als deutlich, wie gefährlich Sicherheitslücken sein können. Für die volle Akzeptanz der neuen Technik müssen der Schutz vor Hackerangriffen und die Vertraulichkeit von Daten garantiert sein.

Auch Autodiebstahl kann durch Hacking einfacher werden, womit erhebliche wirtschaftliche Schäden entstehen können. Die Umsätze von Cyber-Versicherungen werden voraussichtlich von zwei Milliarden Dollar im Jahr 2015 auf 7,5 Milliarden Dollar im Jahr 2020 steigen.

Innerhalb der Automobilbranche war Tesla einer der ersten OEMs, die den Einsatz der OTA (Over-the-Air)-Technologie im Fahrzeug realisiert haben. Die klassischen OEMs haben sich damit vor allem aus Sicherheitsgründen bisher schwergetan. Der Bedarf wurde aber inzwischen erkannt, sodass an einer raschen Umsetzung gearbeitet wird.

Over-the-Air Software Updates – nicht nur für die Sicherheit.

Jeder, der einen Computer besitzt, weiß: Software ist ständigen Bedrohungen durch Viren, Trojaner oder Malware ausgesetzt und muss daher stets auf dem aktuellsten Stand gehalten werden. Autonome Fahrzeuge werden über diverse Schnittstellen wie 5G / M2M oder Bluetooth mit der Außenwelt verbunden sein. Somit gibt es entsprechend viele Einfallstore für Hacker und Schadsoftware. Ein gehacktes Fahrzeug ist nicht nur für seine Insassen, sondern auch für seine Umgebung eine direkte Gefahr. Daher müssen OEMs regelmäßig bzw. ad hoc Software Updates wie Patches einspielen.

Software Updates werden jedoch nicht nur Sicherheitslücken im Fahrzeug schließen. Vielmehr werden dadurch auch neue Infotainment-Dienste, standortabhängige Werbung oder die Aktualisierung von Kartenmaterialien ermöglicht. Darüber hinaus werden neue Erkenntnisse aus Verkehrs- und Fahrzeugdaten, die von zahlreichen autonomen Fahrzeugen gesammelt wurden, allen anderen Fahrzeugen zur Verfügung gestellt – Stichwort „Fleet Intelligence“. Dadurch wird das Fahrzeug intelligenter und sicherer.

GRÜNDE FÜR OTA UPDATES

Das Bereitstellen von Updates „over-the-air“ hat mindestens zwei gute Gründe:

- 1. Häufigkeit der Updates.** Software muss jederzeit auf dem neuesten Stand sein – mit regelmäßigen Updates, die sicherheitsrelevante Lücken schließen und funktionale Erweiterungen bringen. Würde das Fahrzeug für ein Update jedes Mal eine Werkstatt aufsuchen müssen, ließe sich Sicherheit nicht zeitnah gewährleisten.
- 2. Gewohnheit.** Wir sind es inzwischen aus der IT- und Unterhaltungselektronik gewohnt, Updates über Funk zu empfangen: Unsere Smartphones, Tablets, Computer und unsere anderen ständig mit dem Internet verbundenen elektronischen Geräte wie Router oder Flachbildschirme aktualisieren selbstständig ihre Firmware, Betriebssysteme, Apps oder auch komplexe Business-Applikationen. Der Anspruch bzw. die Gewohnheit der Konsumenten aus dem Bereich der Consumer Electronics überträgt sich nun auf die Automobilbranche.

Automotive Player als Datenschützer und IT-Spezialisten.

Sicherheitsexperten kritisieren, dass OEMs ständig um sicheres Fahren bemüht sind, aber die Sicherheit der Daten nicht immer im Vordergrund steht. Die Datenmengen, die von autonomen Fahrzeugen produziert werden, sind wertvoll und sensibel. Sie enthalten Informationen über Bewegungsmuster, persönliche Gewohnheiten und Vorlieben, Finanzdaten und vieles mehr. An dieser Stelle kann es von enormem Vorteil sein, bewährte Verfahren und technologische Herangehensweisen aus der IT-Branche in die gesamte Lösungsarchitektur des autonomen Fahrzeugs zu integrieren.

Der Stellenwert des Datenschutzes ist individuell. Er variiert je nach Alter, Geschlecht, Bildungsstand, geografischer Herkunft etc. Auf diese unterschiedlichen Bedürfnisse müssen Hersteller und Dienstleistungs-Anbieter reagieren und den unterschiedlichen Nutzergruppen die Wahlfreiheit über den Grad des Daten-Sharings mit Drittanbietern einräumen. OEMs und Anbieter können sich dafür erprobte Verfahren aus der IT-Industrie zunutze machen.

3. Rechtliche Rahmenbedingungen

Aktuelle Rechtslage in Deutschland.

Damit autonome Fahrzeuge den Markt erobern können, muss ein politischer Diskurs über neue Gesetze, Verkehrs vorschriften, Sicherheits- und Haftungsfragen geführt werden. Bis 2014 war es in Deutschland und 73 weiteren Ländern, die 1968 das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr unterzeichnet haben, streng verboten, selbstfahrende Fahrzeuge zu benutzen. Die Vorgabe lautete: Der Fahrer muss ein Fahrzeug jederzeit unter Kontrolle haben. Diese Konvention wurde 2014 angepasst: Sie gestattet nun den Einsatz autonomer Fahrzeuge, allerdings unter der Maßgabe, dass der Fahrer die Kontrolle jederzeit übernehmen kann.²³

In Deutschland wurden 2017 entsprechende Gesetze auf den Weg gebracht, welche die Änderungen der Konvention in Kraft treten lassen.²⁴ Fahrzeuge der Stufen 3 und 4 sind heute erlaubt, autonome Fahrzeuge der Stufe 5 jedoch nicht.

Internationale Rechtslage.

In den USA ist die Rechtslage anders: Die Vereinigten Staaten haben die Konvention nicht unterzeichnet, somit sind die Vorschriften dort nicht gültig. In Amerika legt jeder Bundesstaat seine eigenen Gesetze zur Nutzung autonomer Fahrzeuge fest. Seit 2012 haben erst wenige Bundesstaaten das autonome Fahren in ihrer Gesetzgebung berücksichtigt und das Testen und Fahren von autonomen Fahrzeugen genehmigt.²⁵

Auch China hat die Wiener Konvention nicht unterzeichnet. Das Land tut sich jedoch schwer mit Gesetzen, die das Testen autonomer Fahrzeuge auf Autobahnen erlauben. Und das, obwohl China für seine schnellen und zahlreichen Innovationen bekannt ist.²⁶

Länderübergreifende Koordination notwendig.

Ein koordiniertes länderübergreifendes Vorgehen wäre jedoch erforderlich, so dass bei Grenzüberschreitungen der Fahrzeuge diese wie im Ursprungsland betrieben werden dürfen und mit dem ausländischen Verkehr harmonieren.



4. Gesellschaftliche Akzeptanz

Akzeptanz-Kurve.

Die beste Technik und der günstigste Preis nutzen nichts, wenn ein Produkt keine breite Akzeptanz bei den Zielkunden findet. Ein Teil der Bevölkerung steht dem autonomen Fahren heute misstrauisch und teilweise ängstlich gegenüber. Es ist verständlich, dass die Menschen Zeit brauchen, um sich daran zu gewöhnen, ihr Leben einer Maschine anzuvertrauen.

Bei der Erfindung des Sicherheitsgurtes standen die Menschen der neuen Technologie auch skeptisch gegenüber. Heute ist klar: Sicherheitsgurte retten Leben – der Gurt ist zur Selbstverständlichkeit geworden. Ein weiteres Beispiel ist der Autopilot im Flugzeug, welcher selbstständig das

„Beim selbstfahrenden Auto wird immer die Frage gestellt, wenn da jemand über die Straße läuft, wie soll das ausweichen? Auf der einen Seite stehen drei alte Frauen, auf der anderen Seite steht ein Kleinkind – was ist jetzt moralischer, drei alte Frauen zu überfahren oder ein Kleinkind?“²⁷

Philosoph Richard David Precht

Flugzeug fliegt. Auch hier haben wir uns daran gewöhnt, dass eine Maschine das Flugzeug steuert und die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler minimiert wird.

Wie es bei technischen Entwicklungen auch schon früher häufig der Fall war, wird es vor allem die jüngere Generation sein, die am Anfang mehr Interesse zeigt und andere Altersgruppen von der Technologie überzeugt. Die Marktdurchdringung wird sich am Anfang zögerlich und später – ab einem bestimmten „Inflection Point“ – exponentiell verhalten. Die Akzeptanz ist das Ergebnis eines längerfristigen Lernprozesses in der Gesellschaft. Wenn Menschen mit der Technologie in Berührung kommen und deren lebensrettendes Potenzial erkennen, wird auch die Akzeptanz steigen.

PROGNOSÉ FÜR MARKTDURCHDRINGUNG

Die autonome Technologie wird analog zu anderen Innovationen eine vergleichbare Akzeptanzkurve durchlaufen, jedoch dürfte diese im direkten Vergleich länger ausfallen. Beim Festnetz-Telefon hat es von der Erfindung bis zur 80-prozentigen Marktdurchdringung in den USA circa 90 Jahre gedauert, bei der Elektrizität circa 70 Jahre und beim Smartphone nur noch zehn Jahre. Unser prognostizierter Zeitraum für eine vergleichbare Marktdurchdringung der autonomen Fahrzeuge beträgt 40 bis 50 Jahre, nicht zuletzt getrieben durch den großen kulturellen Wandel sowie die Höhe der Investitionsvolumina.



Keine Akzeptanz von Unfällen durch selbstfahrende Fahrzeuge.

Kritisch für die Akzeptanz ist vor allem die Frage, ob wir Unfälle und Schäden, die durch Computer verursacht werden, genauso akzeptieren wie Unfälle durch menschliches Versagen.

*"I suspect that the public tolerance for robot accidents will be much lower than it is for human accidents, to me, that looms larger and is more challenging [than the technology]."*²⁸

Chris Dixon, Silicon Valley Investor bei Andreessen Horowitz

Wie Medien-Berichte zeigen, reagieren Menschen bei Unfällen durch selbstfahrende Fahrzeuge oft empört oder sogar ängstlich. Die gängige Reaktion: „Autopiloten gehören verboten“. Andererseits haben nur wenige Unfälle herkömmlicher Fahrzeuge technisches Versagen als Ursache. In Deutschland werden bei den jährlich etwa 2,5 Millionen Unfällen circa 3.400 Menschen durch menschliches Versagen getötet.²⁹ Diese Tragödien werden weitestgehend von der Gesellschaft akzeptiert.

Ethische und moralische Aspekte.

Oft wird auch das Problem der moralischen Entscheidungsfindung für autonome Fahrzeuge aufgeführt. Dazu sagt Philosoph Richard David Precht: „Das selbstfahrende Auto stellt in moralischer Hinsicht kein Problem dar. Beim selbstfahrenden Auto wird immer die Frage gestellt, wenn da jemand über die Straße läuft, wie soll das Auto ausweichen? Auf der einen Seite stehen drei alte Frauen, auf der anderen Seite steht ein Kleinkind – was ist jetzt moralischer, drei alte Frauen zu überfahren oder ein Kleinkind? Doch diese Frage stellt sich nicht, aus zwei Gründen: Der erste Grund ist: Kein selbstfahrendes Auto kann das unterscheiden. Und das Zweite ist: Ich programme das Auto generell mit einer Standardeinstellung – grundsätzliches Ausweichen nach links wenn möglich, und wenn nach links nicht möglich, dann nach rechts.“³⁰

Eine gewisse Akzeptanz für das Versagen von Computern oder Robotern ist notwendig. Der Anspruch von Politik, Industrie und Gesellschaft muss sein, dass autonome Fahrzeuge deutlich weniger Unfälle und Todesfälle verursachen.

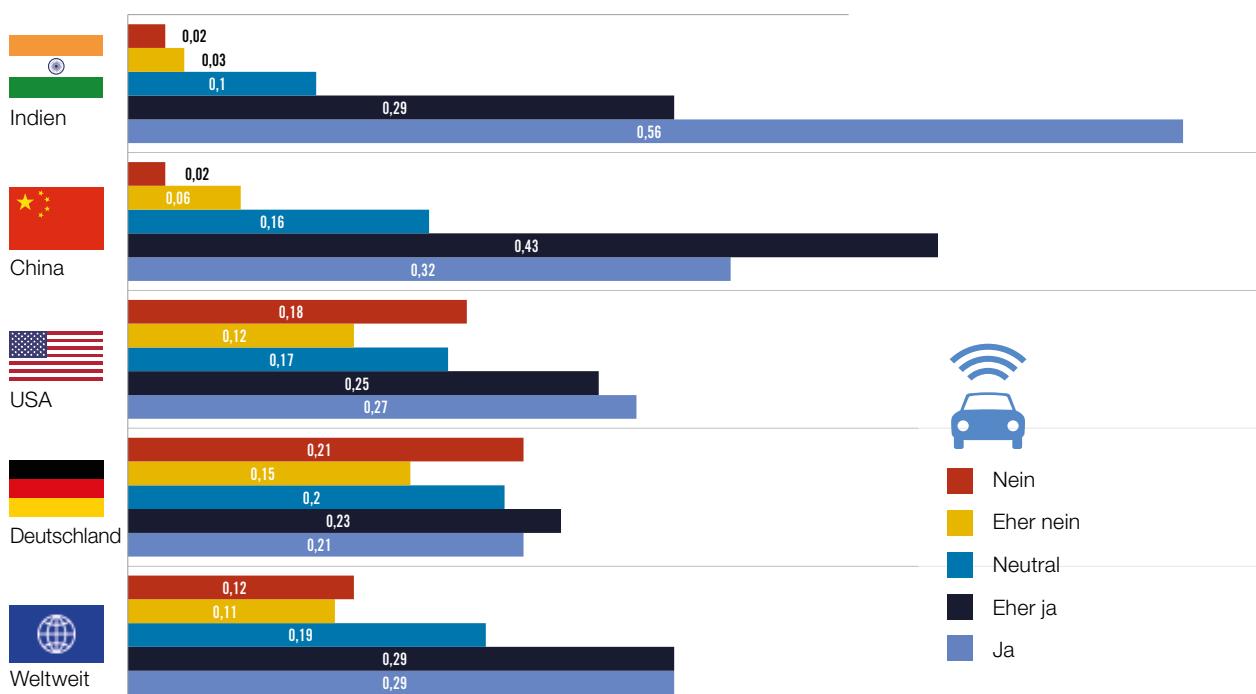


Länderspezifische Akzeptanz.

Laut einer Marktanalyse des World Economic Forum (WEF) würden weltweit fast 60 Prozent der Menschen ein vollkommen selbstständig fahrendes Fahrzeug nutzen.

Die folgende Grafik zeigt die Ergebnisse der Studie für die interessanten Märkte USA, Deutschland, China und Indien:

Würden die Menschen ein autonomes Fahrzeug fahren?³¹



Das Ergebnis zeigt insgesamt eine breite Akzeptanz des autonomen Fahrens in den untersuchten Ländern. Diese ist jedoch nicht überall gleich hoch. In westlichen Ländern wie Deutschland und USA liegt sie signifikant niedriger

als in den asiatischen Ländern wie China und Indien. Besonders in Indien würden über 50 Prozent gerne ein selbstfahrendes Fahrzeug nutzen. In Deutschland sind es dagegen nur 21 Prozent.

Komplett anderer Fahrgastrraum.

Der Fahrzeuginnenraum wird ebenfalls einem signifikanten Wandel unterliegen. Durch den Wegfall des „Fahrerarbeitsplatzes“ entstehen gänzlich neue Gestaltungsmöglichkeiten und damit einhergehende Geschäftsmodelle. Der Fahrgastrraum wird zukünftig je nach Anwendungsfall für geschäftliche oder private Aktivitäten ausgeprägt sein.

DER FAHRGASTRAUM DER ZUKUNFT – BEISPIELE FÜR NEUE NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

Ein autonomes Fahrzeug, das beispielsweise viel für lange Strecken benutzt wird, könnte entsprechende Entertainment- sowie Schlaf- und Essensmöglichkeiten bieten. Ein Fahrzeug für die morgendliche und abendliche Fahrt hin zum und zurück vom Büro würde entsprechend mit einem Büroarbeitsplatz ausgestattet sein.

Vor diesem Hintergrund werden neue Anbieter entstehen – von zielgruppenorientierten Innenraumausstattungen sowie den jeweiligen privaten und geschäftlichen Entertainment-Dienstleistungen. Die Nutzung einer Video- oder Telefonkonferenz inklusive Application Sharing wird dann zur Normalität im Fahrzeug werden.

Displays bringen neue Marktchancen.

In diesem Kontext werden die Marktchancen vor allem im Bereich der Konnektivität und der flexiblen Display-Technologie liegen. Der Einzug von Displays in autonome Fahrzeuge eröffnet auch ein enormes Potenzial für die Werbeindustrie. Insbesondere in Flottenfahrzeugen oder autonomen Taxis können diese Displays genutzt werden, um (standortabhängige) Werbung ins Fahrzeug zu bringen. Dabei gilt wie üblich: Je günstiger der Preis pro Kilometer, desto mehr Werbung für die Passagiere.

„Liebe“ zum eigenen Fahrzeug muss abnehmen.

Ein weiteres wichtiges Thema ist die Betrachtung des Fahrens als eine Frage des Lebensstils oder als Hobby. Damit das autonome Fahren in Zukunft eine reelle Chance hat, muss das Fahren aus Leidenschaft für die Menschen weniger wichtig werden.

Nach wie vor ist für viele Menschen das Fahren eines schnellen Autos, das Tuning oder die Pflege sehr wichtig. Sie finden die Vorstellung verrückt, nicht mehr selbst fahren zu können. Für sie bedeutet Fahren nicht nur, von A nach B zu kommen. Doch es ist absehbar, dass sich die Gewohnheiten der Menschen in Bezug auf das Autofahren ändern. Für die Generationen Y und Z sind der Besitz eines Autos und der Erwerb eines Führerscheins nicht mehr so wichtig wie für die Generation X. Besonders in den urbanen Regionen Deutschlands machen weniger Teenager ihren Führerschein als früher.

Fahren als Hobby.

Das bedeutet allerdings nicht, dass das Fahren als Hobby nicht mehr möglich sein wird. Beispielsweise war das Reiten bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts kein Hobby, denn Pferde dienten fast ausschließlich als wichtiges Transportmittel. Als sich dann zunehmend die „motorisierten Kutschen“ durchsetzten, wurde Reiten zum Hobby für eine relativ kleine Zahl von Pferdeliebhabern und ist es bis heute geblieben.

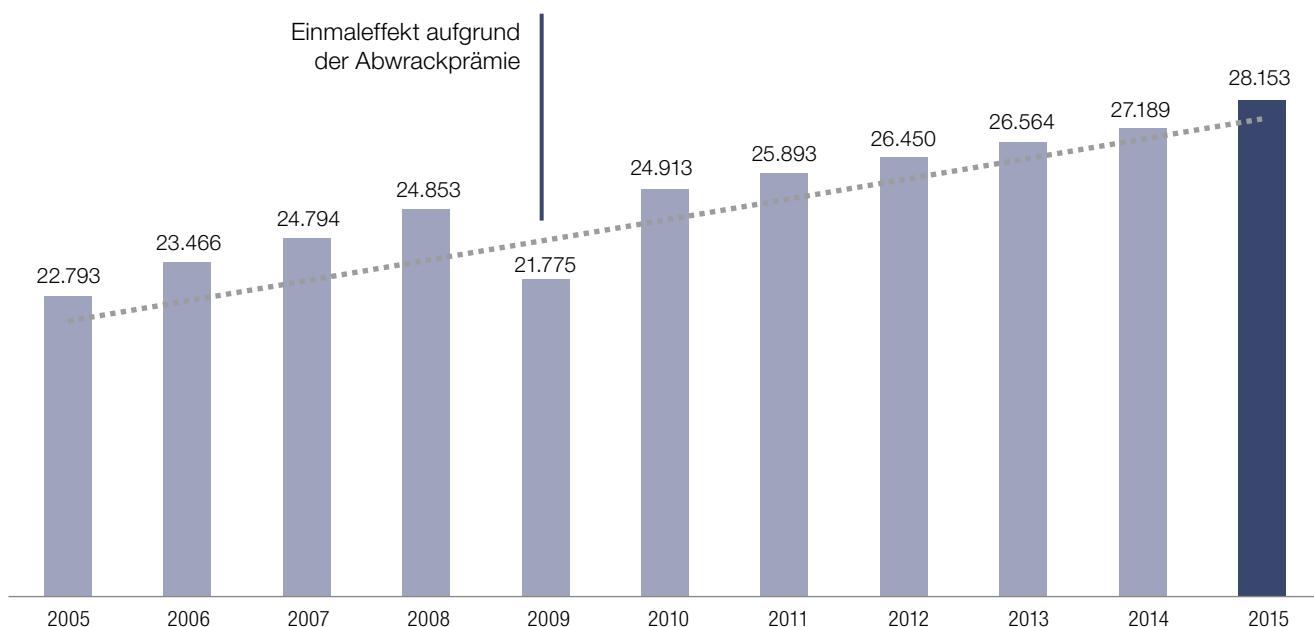
5. Preisliche Wettbewerbsfähigkeit

Entwicklung der Autopreise.

Genauso wichtig wie die gesellschaftliche Akzeptanz ist die Erschwinglichkeit der Technologie. Der Besitz autonomer Fahrzeuge oder die Nutzung von Carsharing oder autonomer Taxis muss bezahlbar sein. Die Deutschen geben durchschnittlich 28.153 Euro (Listenpreis) für ein neues Fahrzeug aus. Das entspricht fast einem durchschnittlichen Jahresgehalt. Das durchschnittliche Einkommen in Deutschland liegt bei rund 35.000 Euro jährlich nach Steuern. Der Durchschnittspreis für einen Neuwagen erhöhte sich in den letzten zehn Jahren um

6.000 Euro. Dieser lag in den 1980er-Jahren bei 8.420 Euro, was damals etwa die Hälfte des durchschnittlichen Jahreseinkommens von 16.100 Euro nach Steuern ausmachte.³² In den vergangenen zehn Jahren sank der Durchschnittspreis in Deutschland nur einmal. Das war 2009, als die Bundesregierung die „Abwrackprämie“ einführte. Das führte dazu, dass viele Kunden ein neues Fahrzeug kauften, die sich sonst kaum eines hätten leisten können. Diese Aktion drückte den Durchschnittspreis für kurze Zeit. Dabei ging es vor allem um kleinere Fahrzeuge.

Entwicklung der durchschnittlichen Neuwagen-Kaufpreise in Deutschland (in Euro)³³



Menschen sind heute bereit, mehr für Fahrzeuge zu bezahlen. Diese Entwicklung lässt annehmen, dass auch in Zukunft mehr Geld für Autos ausgegeben werden wird. Dies ist für die Verbreitung des autonomen Fahrzeugs wichtig.

Kostentreibende Faktoren.

Die Preistreiber bei autonomen Fahrzeugen sind Sensoren und das ADAS. Wie man bereits am Markt für teilautonomes Fahren und fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme beobachten kann, fallen die Preise für neue Entwicklungen schnell. Das bedeutet, dass sie mit der Zeit für mehr Menschen erschwinglich sein werden. Hat der Lidar von Velodyne vor einigen Jahren noch circa 75.000 Dollar gekostet, so liegen die Kosten für diese Komponente heute nur noch bei rund 500 Dollar. Ein teilautonomer Honda Civic mit ADAS kostet rund 20.000 Dollar.

Auch das gerade am Markt erhältliche Tesla Model 3

mit Autopilot Hardware und Software an Bord liegt mit einem Preis von 35.000 Dollar in einem erschwinglichen Segment. Marktforscher gehen davon aus, dass das Komplettsystem für SDCs 2035 – nach dem Einsetzen von Skaleneffekten – nur noch circa 3.000 Dollar zusätzliche Kosten verursachen wird. Auch die Preise der Entwicklungsphase, die bei rund 100.000 Dollar liegen, müssen sinken. Sie dürfen nur leicht höher liegen als bei herkömmlichen oder teilweise autonom fahrenden Modellen.





Skaleneffekte.

Eine weitere Frage ist, wie viel mehr ein autonomes Fahrzeug im Vergleich zu einem herkömmlichen Fahrzeug kosten wird und darf. Der Preis für autonome Fahrzeuge wird dann wettbewerbsfähig sein, wenn das Verhältnis von Preis zu Jahreseinkommen ähnlich ist wie heute und der Betrag, den man für den Besitz oder die Nutzung eines autonomen Fahrzeugs aufbringen muss, den Menschen wirtschaftlich sinnvoll erscheint.

Start im Premium-Segment.

Wie die meisten technologischen Innovationen in der Automobilindustrie wird auch die autonome Fahrzeugtechnologie zunächst im Premiumsegment eingeführt werden. Jedoch wird auch hier die Zahlungsbereitschaft an Grenzen stoßen. Durch die Reife der Technologie und damit verbundene Skaleneffekte wird die Ausbreitung in das Mittelklasse- und Kleinwagen-Segment vorangetrieben und somit für eine breite Kundengruppe finanziell tragbar. Durch den effizienten Rund-um-die-Uhr-Einsatz von Fahrzeugflotten werden auch die Preise für Dienstleistungen wie Carsharing, Taxidienste oder Logistiktransporte durch Lastwagen sinken.



FAZIT

Die Veränderungen, welche das autonome Fahren mit sich bringt, sind enorm. Somit befindet sich die Automobilbranche derzeit in einem radikalen Umbruch. Vermutlich wird sich die Branche in den nächsten zehn Jahren stärker verändern als in der gesamten bisherigen Zeit seit Erfindung des Automobils. Vor allem getrieben durch Player aus dem Silicon Valley entwickelt sich die Technologie heute rasant schnell.

In dieser Evolution des Automobils wird die Verbreitung des autonomen Fahrens voraussichtlich drei Szenarien durchlaufen und sich von bedingt zu hoch und schlussendlich zu voll automatisierten Fahrzeugen entwickeln.

Um diese Entwicklung zu ermöglichen, müssen Politik, Gesellschaft und Industrie gleichermaßen mitwirken, damit die nötigen Voraussetzungen geschaffen werden.

Neben all den Chancen birgt diese Entwicklung auch große Risiken für das klassische Geschäft der Automotive OEMs und Zulieferer, da der Absatzmarkt durch gestiegene Auslastungsraten der Fahrzeuge potenziell auf zwölf Prozent des heutigen Marktes schrumpfen könnte.

Chancen hingegen bestehen vor allem in der Entwicklung neuer Plattformen rund um das autonome Fahrzeug, in den neuen Technologien wie ADAS oder der Sensorik sowie in neuartigen Innenraumkonzepten.

MIT NTT DATA GESCHÄFTSMODELLE, ORGANISATION, PROZESSE UND IT NEU AUSRICHTEN

NTT DATA unterstützt die etablierte Automobil- und Zulieferindustrie, mit dieser Entwicklung Schritt zu halten, die weltweite Marktführerschaft zu verteidigen und sich differenzierend zu positionieren. Dafür sind integrierte Gesamtlösungen mit einem gut funktionierenden Zusammenspiel von Prozessen und IT-Applikationen notwendig. Die nahtlose Integration der „Embedded“-Fahrzeugwelt mit dem Internet of Things und dem Connected Car Backend wird den entscheidenden Wettbewerbsvorteil ausmachen. Zudem gilt es, die Grundlagen für neue Geschäftsmodelle, zum Beispiel Carsharing, zu schaffen – nicht nur im Hinblick auf die IT, sondern auch auf Sicherheits- und rechtliche Fragen. Auch hier sind wir für die Automotive-Branche Ansprechpartner Nummer eins.

Wenden Sie sich an uns!



ÜBER DEN AUTOR



Christian Seider

ist Vice President Automotive bei NTT DATA Deutschland und verantwortet dort das Geschäft mit den Automobilzulieferern. Er verfügt über 17 Jahre Erfahrung in der Beratungs- und IT-Dienstleistungsbranche und war zuvor Associate Partner Automotive bei IBM.

Seine Schwerpunkte liegen im Bereich der Geschäftsmodell-Transformation, Process Excellence sowie der IT-System-Implementierung und -betreuung für Automotive Tier 1 und OEMs. Er ist zertifizierter Berater und hat zahlreiche Artikel und Whitepaper über disruptive Markttrends und Produktinnovationen in der Automobil- und Hightech-Industrie verfasst.

Seinen Abschluss in Wirtschaftsingenieurwesen hat er 1998 in Karlsruhe erworben und „Executive Education“ am Stanford Center for Professional Development genossen.

Beruflich wie privat ist er Auto-Enthusiast und ihn treibt #besonders der noch nie dagewesene Wandel in der Automobilbranche an.

Christian Seider steht unter christian.seider@nttdata.com zur Verfügung oder folgen Sie ihm auf Twitter [@chrseider](#) oder [LinkedIn](#).

Co-Autorin

Christina Radis ist Consultant im Bereich Automotive bei NTT DATA Deutschland. Sie ist Bachelor-Absolventin des Global Business Managements an der Universität Augsburg und hat sich auf international tätige Unternehmen und Besonderheiten des länderübergreifenden Wirtschaftens spezialisiert.

Danksagung

- Lukas Albrecht, Art Director
- Edwin Benz, Account Partner Automotive Suppliers & Manufacturing
- Oliver Köth, Chief Technology Officer
- Jens Krüger, Product Lifecycle Management, Automotive
- Odine Mansury, Leiterin Industrie Marketing Automotive & Manufacturing
- Felix Sagemüller, Consultant Aftersales & Services
- Maximilian Scholze, Praktikant Universität Augsburg
- Michael Unruh, VP und Leiter Connected Business Solutions

QUELLEN

Literatur

- ¹ <http://www.computerweekly.com/news/4500269854/CES-2016-Connectivity-drives-new-business-models-for-car-industry>
- ² <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>
- ³ <http://www.businessinsider.com/chris-dixon-future-of-self-driving-cars-interview-2016-6?IR=T>
- ⁴ <http://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen>
- ⁵ https://carsharing.de/sites/default/files/uploads/grafik_carsharing-entwicklung_2017_gesamt.pdf
- ⁶ http://www.bzp.org/Content/INFORMATION/Zahlen_Fakten/index.php?Z_highmain=4&Z_highsub=10&Z_highsubsub=0
- ⁷ <http://www.bls.gov/ooh/transportation-and-material-moving/taxi-drivers-and-chauffeurs.htm>
- ⁸ <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Singapur-Stadtstaat-testet-autonome-Taxis-2534980.html>
- ⁹ Roland Berger Studie PDF bzw. <http://www.dvz.de/rubriken/landverkehr/single-view/nachricht/studie-autonome-lkw-koennten-viele-probleme-loesen.html>
- ¹⁰ <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/TransportVerkehr/Verkehrsunfaelle/Tabellen/PolizeilichErfassteUnfaelle.html;jsessionid=5B775EC32DAA45352C9F0ECAB0B3BEAD.cae3>
- ¹¹ http://www.gdv.de/wp-content/uploads/2013/08/Was_Autounfaelle_kosten_GDV-2013.pdf
- ¹² <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world>
- ¹³ <http://www.automobilwoche.de/article/20160827/AGENTURMELDUNGEN/308269938/autonomes-fahren-vw-digitalchef-prophezeit-das-ende-des-fuehrerscheins>
- ¹⁴ http://www3.weforum.org/docs/WEF_Press%20release.pdf
- ¹⁵ <http://www.automotiveworld.com/analysis/impact-fully-autonomous-driving-new-business-models/>
- ¹⁶ https://www.mckinsey.de/files/mck_connected_car_report.pdf
- ¹⁷ Rosenzweig, Juan und Bartl, Michael (2015): A Review and Analysis of Literature on Autonomous Driving, The Making-Of Innovation (E-Journal), Seite 1-57
- ¹⁸ <http://ensia.com/features/are-self-driving-vehicles-good-for-the-environment/>
- ¹⁹ <http://theecoguide.org/how-green-future-self-driving-cars>
- ²⁰ https://www.mckinsey.de/files/mck_connected_car_report.pdf
- ²¹ <https://www.dominos.com.au/inside-dominos/technology/dru>
- ²² <http://www.nvidia.de/object/hd-mapping-system-de.html>
- ²³ <http://www.zeit.de/mobilitaet/2016-04/autonomes-fahren-gesetzentwurf-verkehrsrechtalexander-dobrindt>
- ²⁴ <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/01/2017-01-25-automatisiertes-fahren.html>
- ²⁵ <http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-legislation.aspx>
- ²⁶ <http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-legislation.aspx>
- ²⁷ http://www.deutschlandfunk.de/die-zukunft-der-arbeit-wir-dekorieren-auf-der-titanic-die.911.de.html?dram:article_id=385022
- ²⁸ <http://www.businessinsider.com/chris-dixon-future-of-self-driving-cars-interview-2016-6?IR=T>
- ²⁹ https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2016/07/PD16_242_46241.html
- ³⁰ http://www.deutschlandfunk.de/die-zukunft-der-arbeit-wir-dekorieren-auf-der-titanic-die.911.de.html?dram:article_id=385022
- ³¹ http://www3.weforum.org/docs/WEF_Press%20release.pdf
- ³² <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtirtschaftUmwelt/VerdiensteArbeitskosten/VerdiensteVerdienstunterschiede/Tabellen/Bruttonomatsverdienste.html>
- ³³ CAR Center Automotive Research Universität Duisburg-Essen: http://www.focus.de/auto/ratgeber/kosten/heute-28-153-euro-im-schnitt-preis-wahnsinn-so-explodierten-die-kosten-fuer-einen-neuwagen-seit-1980_id_4887167.html

Bilder

- Seite 1: Jesus Sanz/Shutterstock
- Seite 7: chombosan/Shutterstock
- Seite 8: Lukas Albrecht
- Seite 8: chombosan/Shutterstock
- Seite 8: monicaodo/Shutterstock
- Seite 9: Macrovector/Shutterstock
- Seite 9: monicaodo/Shutterstock
- Seite 9: MSSA/Shutterstock
- Seite 10: chombosan/Shutterstock
- Seite 10: Lukas Albrecht
- Seite 10: Lukas Albrecht
- Seite 11: gst /Shutterstock
- Seite 11: Lukas Albrecht
- Seite 11: Golden Sikorka/Shutterstock
- Seite 12/13: Pretty Vectors/Shutterstock, Freepick.com, flaticon.com
- Seite 14: Rawpixel.com/Shutterstock
- Seite 17: Mopic/Shutterstock
- Seite 18: Panchenko Vladimir/Shutterstock
- Seite 20/21: phoenixDE/Shutterstock
- Seite 23: Rawpixel.com/Shutterstock
- Seite 25: Africa Studio/Shutterstock
- Seite 26/27: wavebreakmedia/Shutterstock
- Seite 28/29: Rob Wilson/Shutterstock
- Seite 30: Romrodphoto/Shutterstock
- Seite 32/33: Chesky/Shutterstock
- Seite 35: Stephan Guarch/Shutterstock
- Seite 36: Pavel L Photo and Video/Shutterstock
- Seite 39: Karsten Neglia/Shutterstock
- Seite 43: Zapp2Photo/Shutterstock
- Seite 46: Chesky/Shutterstock
- Seite 48/49: TWStock/Shutterstock
- Seite 50: g-stockstudio/Shutterstock
- Seite 54/55: SFIO CRACHO/Shutterstock
- Seite 57: Just Super/Shutterstock
- Seite 59: chombosan/Shutterstock
- Seite 60: NTT DATA_Phillip Spehrlich
- Seite 63: YIUCHEUNG/Shutterstock
- Seite 64/65: ESB Professional/Shutterstock
- Seite 66: Pressmaster/Shutterstock
- Seite 68: Wassana Mathipikhai/Shutterstock
- Seite 72/73: Chesky/Shutterstock

#besonders

Über NTT DATA

NTT DATA ist ein weltweit führendes Business- und IT-Consultingunternehmen mit über 100.000 Mitarbeitern in 40 Ländern. In der Region EMEA sind wir mit mehr als 14.000 Mitarbeitern für unsere Kunden vor Ort – engagiert und mit Leidenschaft für IT. Als globaler Innovationspartner unserer Kunden kombinieren wir globale Reichweite und lokale Nähe – auch mit unseren Innovationszentren vor Ort.

Wir sind Partner unserer Kunden auf ihrem Weg zum digitalen Unternehmen. Zu unserem Portfolio zählen Business- und IT-Consulting, Systemintegration und Application Management Services. Unsere Technologieführerschaft ist gepaart mit einem tiefen Verständnis unserer Zielmärkte Automotive, Manufacturing, Banking, Insurance und Telecommunication.

Wir helfen unseren Kunden besonders zu sein – besonders in Kundennähe, Produktqualität und wirtschaftlichem Ergebnis.

www.nttdata.com/de