

MCKINSEY CENTER FOR FUTURE MOBILITY

# SMART MOVES REQUIRED – DER WEG ZU KÜNSTLICHER INTELLIGENZ IM MOBILITÄTSSEKTOR

September 2017





MCKINSEY CENTER FOR FUTURE MOBILITY

**SMART MOVES REQUIRED –  
DER WEG ZU KÜNSTLICHER  
INTELLIGENZ IM  
MOBILITÄTSSEKTOR**



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Executive Summary .....</b>	<b>6</b>
<b>1 KI im Mobilitäts- und Automobilssektor – hochgespielt oder hochrelevant?.....</b>	<b>10</b>
1.1 Nicht alles, was neu ist, ist KI – de facto basieren viele Anwendungen auf traditionellen Methoden .....	11
1.2 Wir beschreiben ML für Mobilitätsanwendungen pragmatisch anhand von drei Hauptkriterien .....	14
1.3 ML ist nicht optional, sondern wird in den nächsten Jahrzehnten einen signifikanten Wettbewerbsvorteil darstellen .....	14
<b>2 ML-gestützte Automobil-/Mobilitätsanwendungen bergen erhebliches Potenzial – Kunden stehen diesen aufgeschlossener gegenüber als erwartet .....</b>	<b>16</b>
2.1 Überraschenderweise gibt es auf Kundenseite nur wenige Vorbehalte gegenüber KI – dies gilt insbesondere für Anwendungen, die für mehr Bequemlichkeit und höheren Komfort sorgen.....	17
2.2 Durch KI-gestützte/-optimierte Anwendungen entstehen neue Value Pools – viele davon erfordern jedoch innovative Geschäftsmodelle .....	19
<b>3 Um den vollen Nutzen aus ML zu ziehen, sind mehrere wesentliche Herausforderungen zu bewältigen .....</b>	<b>26</b>
3.1 Für das Ausschöpfen der Potenziale sind neue Ökosysteme erforderlich – eine weitere Herausforderung für die verschiedenen Interessengruppen .....	27
3.2 Für eine erfolgreiche Navigation in diesem Umfeld müssen Unternehmen verschiedene Faktoren berücksichtigen .....	28
<b>4 Gefragt sind „Smart Moves“ .....</b>	<b>36</b>
<b>Ausblick: Unternehmen müssen jetzt handeln .....</b>	<b>39</b>
<b>Appendix .....</b>	<b>40</b>
Methodischer Ansatz.....	40
Weitere zentrale Ergebnisse aus dem McKinsey Consumer Survey 2017 sowie aus McKinsey-Analysen.....	40
<b>Wichtiger rechtlicher Hinweis.....</b>	<b>45</b>

# EXECUTIVE SUMMARY

Künstliche Intelligenz (KI) ist derzeit in zahlreichen Industrien das Thema schlechthin. Viele Produkte und Services werden allerdings als „intelligent“ verkauft, obwohl die Bezeichnung Advanced Analytics (AA) zumeist treffender wäre. Zudem ist die Diskussion darüber, was KI in der Theorie zu erreichen vermag, in vollem Gange. Gleichwohl stellt sich grundsätzlich und übergreifend die Frage: Ist KI am Ende nur ein Hype oder im Gegenteil eine Technologie, die sich Unternehmen unbedingt zu eigen machen müssen? Wir glauben, dass KI zu einem signifikanten Wettbewerbsvorteil führen kann – im Automobil- und Mobilitätssektor noch mehr als in anderen Industrien. Denn insbesondere in der Automobilbranche ermöglicht KI nicht nur Produktivitätssteigerungen, sondern auch gänzlich neue Produkte und Geschäftsmodelle.

Folgerichtig wird im Automobil- und Mobilitätssektor besonders intensiv debattiert, was KI für die Branche bedeutet: Wie wichtig ist maschinelles Lernen (ML) für den Sektor? Wie offen sind die Kunden für die Nutzung von KI und was sind die zentralen Anwendungen von ML-Technologien im Automobil-/Mobilitätsbereich? Und: Welche Herausforderungen müssen die Akteure angehen, um die Technologie zu monetarisieren?

Der vorliegende McKinsey-Report befasst sich mit diesen drängenden Fragen und betrachtet den sich wandelnden Mobilitätsmarkt aus Branchensicht. Dazu haben wir Verbrauchenumfragen durchgeführt, die Landschaft für Technologieinvestitionen analysiert und Interviews mit verschiedensten Gruppen von KI-Stakeholdern geführt. Entstanden ist daraus eine zukunftsorientierte Perspektive, die wir im Folgenden darlegen.

## **ML wird in den kommenden Jahrzehnten zu einem deutlichen Wettbewerbsvorteil führen**

ML ist einer der wesentlichen Ansätze für die Implementierung von KI. Bei diesem Ansatz werden Daten statt explizit programmierter Regeln verwendet, um KI zu realisieren. Wir definieren ML-Anwendungen im Automobil- und Mobilitätsbereich pragmatisch als Systeme, die drei Voraussetzungen erfüllen: Reaktion auf hochkomplexe Situationen (gemessen an der Menge von Daten, die für die Beschreibung dieser Situationen nötig sind); Umgang mit einer großen Anzahl von Situationen, die mit einer expliziten Programmierung nicht adäquat abgedeckt werden können; selbstständige, kontinuierliche Verbesserungen, die daraus resultieren, dass ohne strukturiertes Vorgehen aus Daten Erkenntnisse zu zuvor unbekanntem Situationen gewonnen werden.

In der Mobilitätsindustrie führt kein Weg am ML vorbei: Es wird technologische Grundlage und Quelle signifikanter Wettbewerbsvorteile sein. So bietet ML z.B. die entscheidende Voraussetzung für das autonome Fahren – zumindest im Bereich der Bilderkennung, in dem die menschliche Programmierung unmöglich Schritt halten könnte.

---

## **MCKINSEY RESEARCH: KI IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE**

### **Umfrage zu KI unter 3.000 Verbrauchern in den USA, Deutschland und China**

**Erstellt in Zusammenarbeit mit Industrie und Wissenschaft: führenden Branchenunternehmen, Technologieanbietern, KI-Start-ups und Wissenschaftlern**

**Analysen von KI-Start-ups und Investitionslandschaft**

### ML-basierte Anwendungen bieten beträchtliches Potenzial

Unsere Forschung hat unter anderem gezeigt: Die Entwicklung von KI steht unter guten Vorzeichen. So gehen etwa die von uns befragten Verbraucher nicht nur davon aus, dass KI großen Einfluss haben wird, sondern sind auch der Ansicht, dass mit KI ein grundlegender Wandel eingeleitet wird. Umgekehrt sehen nur 25% der befragten Verbraucher in KI ein größeres Risiko. Auch bei Anwendungen im Automobil-/Mobilitätssektor stößt KI auf starkes Interesse und Akzeptanz: Fast 50% der befragten Verbraucher würden es begrüßen, wenn Familienmitglieder vollautonome Fahrzeuge nutzen würden.

Diese Offenheit ist im Wesentlichen auf drei Eigenschaften zurückzuführen, die KI in diesem Bereich zugeschrieben werden: höherer Komfort und die größere Bequemlichkeit, die KI-Anwendungen im Allgemeinen bieten; die Aussicht auf mehr Sicherheit bzw. Unfallfreiheit im Rahmen des autonomen Fahrens (76% der Befragten glauben, dass die Unfallzahlen infolge autonomen Fahrens sinken werden); allgemeine Vorteile für Umwelt (mögliche Reduzierung von Emissionen) und Gesellschaft (mögliche Optimierung des Verkehrsflusses, weniger Flächennutzung für Parkplätze in Innenstädten). Die Offenheit für KI in der Mobilität ist dabei vor allem bei chinesischen Verbrauchern, jungen Menschen und Städtern ausgeprägt.

Aus dem allgemeinen Interesse an den Möglichkeiten, die KI für die Entwicklung neuer Automobil- und Mobilitätstechnologien bietet, resultiert zudem eine beträchtliche Bereitschaft, für derartige Funktionen zu zahlen. Überdies sind die Erwartungen im Zusammenhang mit KI hoch: So gehen die Verbraucher im Durchschnitt etwa davon aus, dass vollständig autonome Fahrzeuge bereits in ca. fünf Jahren auf den Straßen weit verbreitet sein werden.

Somit bietet ML die Möglichkeit, Produktivität zu steigern und die Verbraucherinteressen aufzugreifen, indem neue Produktangebote und dadurch auch neue Value Pools erschlossen werden – und genau daraus werden die enormen Auswirkungen der Technologie auf die Automobil-/Mobilitätsindustrie resultieren.

Vor diesem Hintergrund haben wir zahlreiche Anwendungsbereiche identifiziert, in denen sich dies besonders deutlich zeigen wird und die sich drei Kategorien zuordnen lassen: Prozessoptimierung und Produktivitätssteigerung (oft AA-gestützt, jedoch optimiert durch ML); neue oder verbesserte Produkte (in erster Linie durch ML ermöglicht); vollständig neue Geschäftsmodelle entlang von Kundenanwendungsfällen.

### Um von KI zu profitieren, sind drei Herausforderungen zu meistern

Die Anwendung von ML-Technologien in einer Mobilitätsumgebung ist so komplex, dass das Mobilitäts-ökosystem zwingend in neue Strukturen eingebettet werden muss. Dies liegt unter anderem an der Vielzahl von Stakeholdern, die in der neuen Industrielandschaft vertreten sind, und an der Technologie, auf der diese Landschaft basiert – beides erfordert völlig neue Übereinkünfte etwa hinsichtlich Partnerschaften, Systemen und Arbeitsweisen. Überdies wird es eine Reihe ML-gestützter Systeme im Auto selbst und in der direkten Fahrzeugumgebung geben, von denen einige in die Kommunikation und in Updates mit einem Backend integriert sein werden, während sich andere cloudbasiert in Echtzeit im Fahrzeug aufspielen lassen. Um bei dieser „Neudefinition“ des Mobilitätsökosystems erfolgreich zu sein, sind drei Herausforderungen zu meistern:

**Schritt halten im schneller werdenden Technologiewettlauf.** Die meisten der erforderlichen ML-Algorithmen und -Ansätze sind bereits verfügbar. Gleichwohl gilt es, bei der Implementierung und Integration der Technologie noch deutliche Verbesserungen zu erzielen.

Etwa 500 Unternehmen der Automobil-/Mobilitätsindustrie bauen derzeit ihr Technologiewissen aus, um ihre Position in der Wertschöpfungskette zu behaupten. Seit 2010 wurden dazu Investitionen von insgesamt 52 Mrd. USD in diese Unternehmen ausgewiesen und damit mehr als die (ausgewiesenen) Investitionen von 32 Mrd. USD in alle Shared-Mobility-/E-Hailing-Start-ups im selben Zeitraum. Mit 97% wurden fast alle dieser Investitionen von branchenfremden Akteuren getätigt (Private-Equity-/Venture-Capital-Gesellschaften

und Technologieunternehmen). Zudem kamen diese Investitionen überwiegend Full-Solution-Anbietern zu Gute, die Lösungen für autonomes Fahren und In-Vehicle-Lösungen entwickeln. Dies zeigt auch, dass das Tempo des Technologiewettlaufs angezogen hat: Die Summe der in den vergangenen vier Jahren getätigten Investitionen hat sich gegenüber dem vorherigen Vier-Jahres-Zeitraum fast vervierfacht.

#### **Regulierung und Standards vorantreiben.**

Anwendungsfälle, die für die Automobilindustrie geeignet sind, müssen im Vergleich zu denen in anderen Industrien höhere Sicherheitsstandards erfüllen und erfordern größte Präzision. Es ist daher wahrscheinlich, dass sich der Gesetzgeber hier einbringen und auch die Branchenstandards koordinieren wird, damit schneller kritische Größen erzielt und die verschiedenen Systeme integriert werden. Für die Wettbewerber kommt es darauf an, die rechtlichen Entwicklungen zu verfolgen und die jeweiligen Standards schon während der Entwicklung der Technologie und ihrer Anwendungen mitzugestalten (vgl. ABS-Systeme).

**Das Geschäftsmodell.** Die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle stellt OEMs, die über lange Zeit an ihren klassischen Geschäftsmodellen festhalten konnten, vor eine Herausforderung. Viele der neuen Geschäftsmodelle könnten die Aktivitäten der OEMs in Richtung B2B-Geschäft (z.B. Fuhrparkverkauf, Mobilitätsdienste für Städte und Kommunen) verlagern, dessen Margen allerdings meist niedriger ausfallen. Zugleich könnten sich mit neuen Serviceangeboten aber auch Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle eröffnen, die mit einer direkten, dauerhaften Interaktion mit dem Endkunden einhergehen und somit die Chance enger, kontinuierlicher Endkundenbeziehungen bergen.

#### **Gefragt sind „Smart Moves“**

Die OEMs befinden sich in einer guten Ausgangslage, um von den oben genannten Entwicklungen zu profitieren – zumal sie mit ihrem Integrations-Know-how über einen wichtigen Kontrollpunkt verfügen. Überdies geht ein Großteil der Verbraucher davon aus, dass die Autohersteller die Entwicklung autonomer Fahrfunktionen vorantreiben werden, und erwartet eher von ihnen als von Technologieunternehmen, dass sie diese Funktionen auf den Markt bringen. Zudem trauen sie den Autoherstellern weitaus mehr als den Technologieunternehmen zu, ausgereifte autonome Fahrfunktionen auf den Markt zu bringen. Deshalb empfehlen sich für die Hersteller fünf Spielzüge, mit denen sie ihre gute Position nutzen können: Fokussierung auf die Kernanwendungsbereiche, Nutzung ihres gesamten Spektrums an Daten, Vorantreiben von Standards, Ausbau von Technologie- und Geschäftspartnerschaften sowie paralleles Aufbauen und Testen neuer Geschäftsmodelle.

---

Wir bedanken uns beim Verband der deutschen Automobilindustrie (VDA) für seine Unterstützung und seine wertvollen Beiträge. Dies gilt im Besonderen für Dr. Joachim Damasky, Henry Kuhle und Graham Smethurst.



# 1

**KI IM MOBILITÄTS- UND  
AUTOMOBILSEKTOR –  
HOCHGESPIELT ODER  
HOCHRELEVANT?**

### 1.1 Nicht alles, was neu ist, ist KI – de facto basieren viele Anwendungen auf traditionellen Methoden

In der Automobil-/Mobilitätsbranche ist KI das Thema der Stunde. Viele Produkte und Services werden derzeit als „intelligent“ verkauft, sind aber eher den Advanced Analytics zuzuordnen oder eine Weiterentwicklung dieser Methoden. AA schaffen für diese Funktionen die Voraussetzung, z.B. für die vorausschauende Instandhaltung in der Produktion.

Doch KI ist weit mehr als die komplexe Verarbeitung enormer Mengen von Daten. KI ist die Fähigkeit von Maschinen und Systemen, über die ursprüngliche Eingabe von Softwareprogrammierungen hinaus mit Situationen umzugehen und ähnlich dem Menschen Situationen zu verarbeiten, zu interpretieren und Entscheidungen zu treffen. Enorme Mengen aus früheren Erfahrungen gewonnener Erkenntnisse dienen dabei als Basis.

KI gibt es bereits seit den 1950er Jahren. Gleichwohl findet sie erst seit Kurzem eine breitere funktionale Anwendung (Textbox 1). Dies ist neuen Ansätzen wie ML und Deep Learning sowie Methoden des Trainierens von Systemen zu verdanken, aber auch einer leistungsstärkeren Rechnerhardware und der Verfügbarkeit großer Datenmengen.

---

**Je nach Anwendung variieren Ebene und Art der jeweils benötigten KI-Technologie stark. So umfasst etwa die „enge KI“ sowohl klassische Navigationssysteme als auch autonomes Fahren, in dem ca. 1 GB Daten pro Sekunde verarbeitet werden müssen – 1 Million Mal mehr Daten, als aktuelle Navigationssysteme.**

Trotz dieser Entwicklungen steht die Disruption

durch KI erst am Anfang. Der aktuelle Stand ist die so genannte enge KI, die menschliche Leistungen in sehr spezifischen und eng begrenzten Bereichen zu übertreffen vermag. In diesem Gebiet schreitet die Entwicklung rasant voran: ML-basierte Methoden etwa haben die Bilderkennungsfähigkeiten des Menschen bereits 2015 übertroffen und 2016 unterlag der Weltmeister im Brettspiel Go, einem der komplexesten Strategiespiele, einem Deep-Learning-System. Auch autonomes Fahren stellt trotz seiner Komplexität immer noch eine Form der engen KI dar.

Als nächster größerer Schritt wird die allgemeine KI angesehen, die über ein breites Spektrum hinweg (von der wissenschaftlichen Kreativität über die soziale Kompetenz bis hin zu Allgemeinwissen) mit den menschlichen Fähigkeiten gleichziehen wird, bevor im letzten Schritt eine künstliche Superintelligenz den Menschen in allen Belangen in den Schatten stellt. Da Computer bereits heute die Verarbeitungsleistung eines Mäusegehirns übertreffen, werden Maschinen bis 2030 die Kapazität des menschlichen Gehirns erreichen – sofern das exponentielle Wachstum der Computerleistung nach dem Mooreschen Gesetz anhält.

Der vorliegende Report befasst sich mit KI-Systemen, die ML und insbesondere Deep-Learning-Techniken dazu verwenden, bestehende Anwendungsbereiche im Automobil-/Mobilitätssektor zu verbessern und neue zu entwickeln. In Textbox 1 finden sich die Definitionen der verschiedenen KI-Ebenen, der Formen des ML, des ML-Zweigs, der für den Automobil-/Mobilitätssektor am geeignetsten ist, sowie der Arten von neuronalen Netzen, die hierfür verwendet werden.

## Textbox 1: Die Terminologie der KI

Im Sinne einer einheitlichen Auslegung haben wir definiert, in welcher Bedeutung wir die zentralen Begriffe im Zusammenhang mit KI in diesem Bericht verwenden.

### Künstliche Intelligenz (KI)

bezeichnet die Intelligenz von Maschinen und Systemen, kognitive Funktionen des Menschen nachzuahmen. Wir unterscheiden drei Ebenen von KI:

**Die unterste Ebene ist die enge KI**, die den aktuellen Stand der Technik mit bereits existierender Software repräsentiert und traditionell von Menschen ausgeführte Tätigkeiten automatisiert sowie in einem bestimmten Bereich, z.B. bei Brettspielen oder Wettervorhersagen, effizienter und ausdauernder arbeitet als Menschen. Auch das autonome Fahren ist ein Anwendungsfall der engen KI, wenngleich ein erheblich komplexerer als alle bisher verfügbaren Anwendungen.

### Allgemeine KI/KI auf menschlichem Niveau

beschreibt die Fähigkeit von Maschinen, ihre Umwelt zu verstehen, Schlüsse zu ziehen und als Handlungsgrundlage zu nutzen – genau wie ein Mensch. Hier gibt es keine Beschränkung auf einen bestimmten Bereich mehr, sondern die KI erstreckt sich auf alle Tätigkeiten und Dimensionen, von wissenschaftlicher Kreativität über Allgemeinwissen bis hin zu sozialer Kompetenz.

**Superintelligenz**, die höchste Ebene der KI, wird erreicht, wenn KI in praktisch jedem Bereich die kognitiven Fähigkeiten des menschlichen Gehirns weit übertrifft. Superintelligenz ist in der Lage, aus unbekanntem Umgebungen Schlussfolgerungen zu ziehen. Ob und wie dies erreicht werden kann und welche Folgen dies haben wird, ist jedoch noch ungewiss und wird aktuell intensiv debattiert.

### Maschinelles Lernen (ML)

beschreibt das automatische Erlernen von impliziten Eigenschaften oder Regeln, die einem Datensatz zu Grunde liegen. ML ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Umsetzung von KI, weil die Ergebnisse des ML als Grundlage für unabhängige Empfehlungen, Entscheidungen und Feedbackmechanismen zu zuvor unbekanntem Situationen dienen.

ML ist genau genommen nur eine Methode zur Entwicklung von KI. Da jedoch die meisten KI-Systeme heute auf ML basieren, werden beide Bezeichnungen häufig gleichbedeutend verwendet, vor allem im wirtschaftlichen Umfeld.

ML bedeutet unter anderem, einem Algorithmus anhand von Beispieldaten beizubringen, seine Leistung bei einer bestimmten Aufgabe selbst zu optimieren, damit die Maschine neue Fähigkeiten erlangt. Der so ausgebildete ML-Algorithmus nutzt seine Lernerfahrung, um die Eigenschaften neuer, unbekannter Daten besser prognostizieren zu können (z.B. die Erkennung eines bestimmten Tieres auf einem Bild).

### ML-Systeme werden überwiegend anhand von drei Methoden trainiert

- **Supervised Learning.** In das ML-System werden Beispieldaten eingespeist, die mit den Daten vergleichbar sind, die das System in Zukunft verarbeiten können soll. Diese Beispieldaten sind gekennzeichnet, d.h., das gewünschte Ergebnis ist bereits in den Daten enthalten.
- **Unsupervised Learning.** Die in das System eingespeisten Daten sind nicht gekennzeichnet, so dass das System selbst Strukturen erkennen, eigene Kennzahlen definieren und Kategorisierungen vornehmen muss.
- **Reinforcement Learning.** Das System wählt auf der Grundlage einer Belohnungsfunktion Maßnahmen zur Ertragsmaximierung aus. Anders ausgedrückt: Mit Verstärkungslernen können Maschinen und Software-Agenten in einem bestimmten Kontext nach Trial-and-Error-Prinzip automatisch das für eine Leistungsmaximierung ideale Verhalten ermitteln.

## Deep Learning

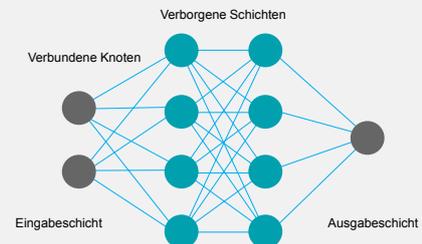
ist ein Zweig des ML, der auf neuronalen Netzen mit einer Vielzahl von Schichten basiert, die hochkomplexe Aufgaben lösen und menschliches Verhalten nachahmen. Seit ca. 2010 ist Deep Learning, das sich auf alle drei oben genannten Arten des ML anwenden lässt, in vielen Bereichen der erfolgreichste Ansatz.

Sofern eine ausreichende Datengrundlage besteht, eignet sich Deep Learning in vielen Fällen gut für die Erkennung von Mustern.

Auf Grund dieser Eigenschaften können neuronale Netze für ein breites Spektrum an Aufgaben angewendet werden, die von der Erkennung visueller Objekte bis hin zum Brettspiel Go reichen.

## Neuronale Netze

bestehen aus Knoten, so genannten Neuronen, die zu Schichten angeordnet sind. Die Neuronen der verschiedenen Schichten sind in einem System aus gewichteten Verbindungen miteinander verknüpft. Im Netzwerk werden die Daten in die Eingabeschicht eingespeist, die mit den nachfolgenden verborgenen Schichten kommuniziert. Jede verborgene Schicht verarbeitet das Signal der vorherigen Schicht und abstrahiert es, womit der Abstraktionsgrad steigt. Schließlich wird das Signal der letzten verborgenen Schicht in der Ausgabeschicht in das Ausgabezeichen umgewandelt. Dieses spezifische neuronale Netzwerk ist „vollständig vernetzt“.

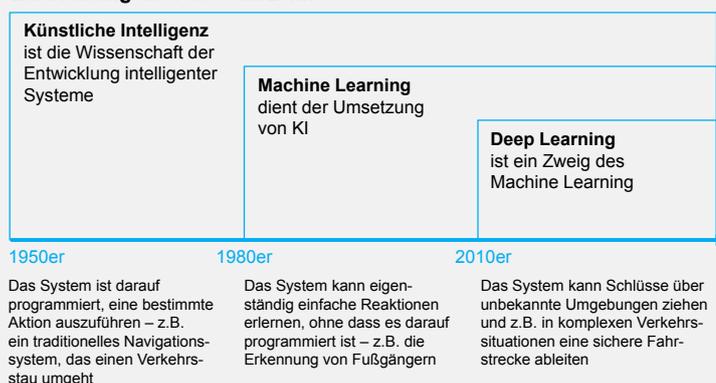


Zwei der am weitesten verbreiteten Arten neuronaler Netze sind faltende neuronale Netze, so genannte Convolutional Neural Networks (CNN), und rekursive neuronale Netze

- **Faltende neuronale Netze** werden häufig für visuelle Eingabedaten verwendet. Das System aus Verbindungen zwischen Neuronen zieht aus hierarchisch angeordneten Merkmalen Schlussfolgerungen; so wird z.B. von Pixeln auf eine Nase, von einer Nase auf ein Gesicht und schließlich von einem Gesicht auf eine Katze geschlossen.
- **Rekursive neuronale Netze** kommen üblicherweise in der Spracherkennung und anderen Formen der Verarbeitung natürlicher Sprachen zum Einsatz. Bei diesen Anwendungen kommt es auf die Reihenfolge der Dateneingaben an, die ein dynamisches Verhalten des Netzes erfordert. Rekursive neuronale Netze erreichen diese Dynamik, indem sie ihren Output dem Netz als Input wieder zuführen.

Deep Learning ist der am weitesten entwickelte Bereich der KI – das Potenzial lässt sich erst seit Kurzem durch gestiegene Computerleistung und die Verfügbarkeit von Big Data ausschöpfen

## Entwicklung über die Jahrzehnte



## Heutige Möglichkeiten



Verbesserte Algorithmen und Trainingsmethoden



Bessere und spezialisierte Hardware



Verfügbarkeit von in der Cloud gespeicherten Daten

## Beispiel Assistenzfunktion im Fahrzeug

QUELLE: McKinsey

### 1.2 Wir beschreiben ML für Mobilitätsanwendungen pragmatisch anhand von drei Hauptkriterien

ML setzt KI mittels Daten anstelle von explizit programmierten Regeln um; genau dies macht KI in einem breiten Spektrum von Anwendungsfällen funktionsfähig. Wir definieren ML-Anwendungen im Automobil- und Mobilitätsbereich als Systeme, die drei Anforderungen erfüllen:

- Reaktion auf hochkomplexe Situationen (gemessen an der Menge von Daten, die für die Beschreibung dieser Situationen nötig sind)
- Umgang mit einer großen Anzahl von Situationen, die mit einer expliziten Programmierung nicht adäquat abgedeckt werden können
- Selbstständige, kontinuierliche Verbesserungen ohne explizite Instruktionen, bei denen ohne strukturiertes Vorgehen Erkenntnisse aus Daten zu zuvor unbekanntem Situationen gewonnen werden.

### 1.3 ML ist nicht optional, sondern wird in den nächsten Jahrzehnten einen signifikanten Wettbewerbsvorteil darstellen

In der Mobilitätsindustrie wird an ML kein Weg vorbeiführen; es wird technologische Grundlage und Quelle signifikanter Wettbewerbsvorteile sein. ML ist eine der Voraussetzungen für das autonome Fahren, zumindest im Bereich der Bilderkennung, in dem die Programmierung durch Menschen den Erfordernissen unmöglich gerecht werden kann.

---

**Eine Bilderkennung, die den Fähigkeiten des Menschen entspricht, erfordert üblicherweise Systeme mit Dutzenden Millionen von Parametern, die auf einem Supercomputer über zwei bis vier Wochen festgelegt („trainiert“) werden – eine Aufgabe, die über 1.000 Personenjahre dauern würde, wenn sie manuell erledigt werden könnte.**

**Beispiel autonomes Fahren:** Am ehesten wahrscheinlich ist hier ein KI-gestütztes System mit einigen konventionell programmierten Leitlinien.

- **Mit Blick auf die Fahrentscheidungen könnte ML nur ein Teil der Lösung sein.** ML wird nicht die einzige Lösung sein, da potenzielle Fehlentscheidungen in einem neuronalen Netz nur schwer nachzuvollziehen und zu analysieren sind. Doch ohne ML wird ein Fahrzeug nicht in der Lage sein, auf jede Situation zu reagieren, weil manuell gesteuerte Fahrzeuge sowie Fußgänger ein enormes Spektrum an unterschiedlichen, unvorhersehbaren Situationen verursachen. Zudem müssen aus Gründen der Sicherheit Ausnahmen von allgemeinen Grundsätzen gemacht werden, doch für einen menschlichen Programmierer wäre es nicht möglich, jede erdenkliche Situation zu antizipieren und die geeignete Fahrzeugreaktion zu programmieren. Höchstwahrscheinlich wird die Lösung daher eine Kombination aus beiden Formen sein, d.h. aus ML und konventioneller, expliziter Programmierung: Es wird Leitlinien geben, innerhalb derer das ML agieren kann. Diese Leitlinien sind notwendig, um die Verifizierbarkeit der Systeme sicherzustellen.
- **Für die Bilderkennung ist ML hingegen absolut notwendig.** Die reine Größe der Netze, die nötig ist, um das Niveau der menschlichen Fähigkeiten zu erreichen, lässt jeden anderen Ansatz als ML unzweckmäßig erscheinen. In den vergangenen zwanzig Jahren wurden daher ausschließlich Techniken des ML zu Zwecken der Bilderkennung eingesetzt. Mit Erfolg: Bereits 2015 haben sie ein Fähigkeitsniveau erreicht, das dem des Menschen überlegen ist. Dies ist möglich, weil neuronale netzartige Anwendungen nicht nur eine Struktur haben, die mit der des menschlichen Gehirns vergleichbar ist, sondern auch unterschiedliche Grade abstrahierter Merkmale extrahieren und für eine optimale Bilderkennung nutzen.





# 2

**ML-GESTÜTZTE AUTOMOBIL-/  
MOBILITÄTSANWENDUNGEN  
BERGEN ERHEBLICHES POTENZIAL –  
KUNDEN STEHEN DIESEN  
AUFGESCHLOSSENER GEGENÜBER  
ALS ERWARTET**

## 2.1 Überraschenderweise gibt es auf Kundenseite nur wenige Vorbehalte gegenüber KI – dies gilt insbesondere für Anwendungen, die für mehr Bequemlichkeit und höheren Komfort sorgen

Dieses Ergebnis unserer Verbrauchermfrage setzt ein positives Signal für die Entwicklung von KI: Die Verbraucher gehen nicht nur davon aus, dass KI wesentliche Auswirkungen haben wird, sondern sie erwarten auch, dass KI erhebliche Veränderungen mit sich bringen wird (Abbildung 1). Insbesondere und entgegen den Erwartungen steht eine große Mehrheit der befragten Verbraucher den KI-Anwendungsfällen, die den Komfort erhöhen, sehr positiv gegenüber; lediglich 25% assoziieren erhebliche Risiken mit KI. Diese Aufgeschlossenheit lässt sich vorrangig anhand der folgenden drei Aspekte erklären: mehr Komfort und Bequemlichkeit – 75% der befragten Verbraucher bekundeten z.B. Interesse an einem KI-gesteuerten Roboter für die Haushaltsarbeit; höhere Sicherheit (Unfallquote gegen 0 als Ziel) – 76% der Teilnehmer sind davon überzeugt, dass autonomes Fahren zukünftig die Verkehrssicherheit erhöhen und die Zahl der Unfälle senken wird; generelle positive Auswirkungen auf die Gesellschaft – KI-Technologie wird unter anderem zu weniger Umweltverschmutzung sowie zu einem geringeren Bedarf an Parkplätzen in Städten führen.

Das Interesse und die Akzeptanz der Verbraucher bezüglich KI erstreckt sich auch auf die Anwendung dieser Technologie im Automobil-/Mobilitätssektor:

84% sind der Ansicht, dass KI in der Automobilindustrie eine erhebliche Rolle spielen wird und eine große Chance für die Branche darstellt.

Wider Erwarten zeigen sich die Teilnehmer der Umfrage auch sehr aufgeschlossen gegenüber dem KI-Anwendungsfall des autonomen Fahrens: 47% würden es begrüßen, wenn Familienmitglieder vollständig autonom fahrende Autos nutzen würden. Dies gilt insbesondere für Verbraucher in China, junge Menschen und Bewohner städtischer Gebiete (Abbildung 2). 70% der Befragten sind zudem der Ansicht, dass der Staat Autos mit autonomen Fahrfunktionen zulassen sollte (2015 war die Zustimmung hier noch um 15 Prozentpunkte geringer). Ferner ist es erneut vor allem der Komfort, der Kunden zum Kauf eines autonomen Fahrzeugs bewegen würde (70%).

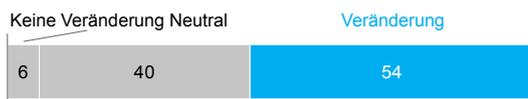
Dieses generelle Interesse am Potenzial der KI im Bereich der Automobil-/Mobilitätstechnologie führt auf Kundenseite zu einer hohen Zahlungsbereitschaft für solche Zusatzfunktionen. Von den Umfrageteilnehmern, die ein „großes Interesse“ an autonomen Fahrfunktionen bekundeten (24% der Befragten), wären 46% bereit, beim Kauf ihres nächsten Autos mehr als 4.000 US-Dollar zusätzlich für autonome Fahrfunktionen auszugeben. Darüber hinaus werden an das autonome Fahren insgesamt hohe Erwartungen gerichtet: So gehen die befragten Verbraucher im

ABBILDUNG 1

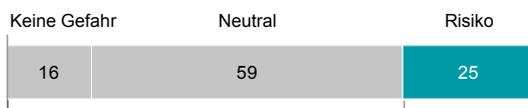
Über 50% der Verbraucher glauben, dass KI ein wichtiger Faktor für Veränderungen ist, und 75% sind offen für KI-Anwendungen, die den Komfort erhöhen

Anteil der Befragten in Prozent

### AI ist ein wesentlicher Faktor für Veränderungen ...



### ... und stellt kein wesentliches Risiko dar



75% sehen KI nicht als Risiko

Die Verbraucher stehen KI-Anwendungsfällen, die den Komfort erhöhen, sehr positiv gegenüber

75%

wünschen sich einen KI-gesteuerten Roboter für die Haushaltsarbeit



QUELLE: McKinsey-Verbrauchermfrage "Future of mobility" 2017

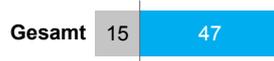
ABBILDUNG 2

47% der Verbraucher akzeptieren autonomes Fahren bereits heute – das größte Interesse besteht in China, unter jungen Teilnehmern sowie unter Großstadtbewohnern

Anteil der Befragten in Prozent

■ Negativ ■ Positiv

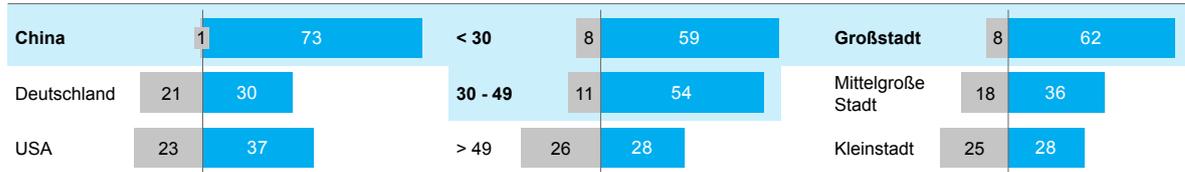
Wie würden Sie die Nutzung vollständig autonomer Fahrzeuge durch Familienmitglieder bewerten?



Nach Ländern

Nach Altersgruppen

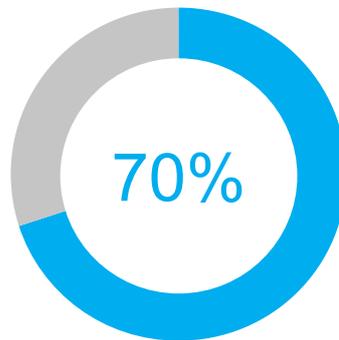
Nach Städtegröße



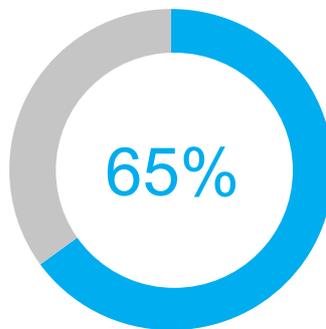
QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

ABBILDUNG 3

Generell sind die Verbraucher sehr an autonomen Funktionen interessiert



... sind der Ansicht, der Staat sollte **Autos mit autonomen Funktionen rechtlich zulassen**



... würden **den Autohersteller wechseln**, wenn die Fahrzeuge eines anderen Herstellers bessere autonome Fahrfunktionen böten

QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

Durchschnitt etwa davon aus, dass bereits in ca. fünf Jahren vollständig selbstfahrende Autos auf unseren Straßen weit verbreitet sein werden. Die Entwicklung der Technologie und die Umsetzung einer entsprechenden Gesetzgebung dürfte in diesem Zeitrahmen jedoch sehr schwierig umzusetzen sein.

---

**Autonome Fahrfunktionen sind für die Umfrageteilnehmer so wichtig, dass 65% sogar die Fahrzeugmarke wechseln würden, wenn ein anderer Hersteller bessere autonome Fahrfunktionen anböte – dies trifft auf über 90% der jungen Verbraucher sowie auf Bewohner von Großstädten zu.**

### 2.2 Durch KI-gestützte/-optimierte Anwendungen entstehen neue Value Pools – viele davon erfordern jedoch innovative Geschäftsmodelle

Aus zwei zentralen Gründen wird sich ML insbesondere auf den Automobilsektor drastisch auswirken.

**Prozesse, Produkte und sogar die Geschäftsmodelle des Sektors sind von ML betroffen.** In vielen Branchen werden die Effekte des ML größtenteils im operativen Betrieb sowie in internen Prozessen spürbar sein. ML wird hier insbesondere die Produkt- und Servicequalität verbessern, interne Prozesse optimieren, Renditen steigern und die Produktionseffizienz u.a. durch Kostensenkungen in der Lieferkette, der Produktion, der Forschung und Entwicklung sowie in den Support-Funktionen erhöhen. Im Automobilsektor hingegen führt ML nicht nur zu Prozessoptimierungen, sondern verändert auch das Produkt selbst grundlegend – und ermöglicht durch das Entstehen neuer Produkte sogar innovative Geschäftsmodelle. ML ist somit nicht allein Treiber weiterer Verbesserungen, sondern vor allem auch die Grundlage für neue Fahrzeugfunktionen, unter anderem in den Bereichen autonomes Fahren und Fahrerlebnis, aus denen neue Erlösquellen resultieren, während die traditionellen umverteilt werden.

### Die Automobilindustrie hinkt beim Wettlauf um die digitale Pole-Position hinterher.

Die Ausgangsposition der Automobilindustrie stellt eine besondere Herausforderung im Umgang mit den Disruptionen und Potenzialen des ML dar. Als eine sehr traditionelle Branche hat die Automobilindustrie einen niedrigeren „digitalen Quotienten“ als viele andere Sektoren. Die Kluft zwischen dem derzeitigen Entwicklungsstand in der Automobilindustrie und den Potenzialen der KI ist daher enorm.

Ausgehend vom großen Interesse der Verbraucher und den oben angeführten Gründen, haben wir zahlreiche beispielhafte Anwendungsfälle für ML im Bereich Automobil/Mobilität identifiziert (Abbildung 4), die sich jeweils einer der folgenden drei Kategorien zuordnen lassen:

- Prozessoptimierung und Produktivitätssteigerung (häufig auf der Grundlage von AA, aber optimiert durch ML)
- Optimierte oder neue Produkte (vorrangig ermöglicht durch ML)
- Gänzlich neue (vertikale) Unternehmen, die sich an den von Verbrauchern gewünschten Anwendungsfällen orientieren, bei denen diese neuen Produkte zum Einsatz kommen.

Diese neuen Geschäftsmodelle könnten sich mit ihren Produkten zunächst auf private bzw. klar abgegrenzte Bereiche wie Bergwerke oder Fabrikgelände konzentrieren. Hier lässt sich die Umgebung besser kontrollieren (z.B. über einen Breitbandanschluss), die Vorschriften sind weniger strikt und für einige Anwendungen liegt ein klarer Business Case für innovative Konzepte vor.

Im Folgenden beschreiben wir detailliert drei Anwendungsbereiche, die die Veränderungen durch das autonome Fahren verdeutlichen: Robotaxis, autonome Lkw im Langstreckenverkehr sowie innovative Konzepte für die Lieferung auf der letzten Meile.

ABBILDUNG 4

Wir haben mehrere beispielhafte Anwendungsbereiche ermittelt

#### ML-basierte Anwendungen im Automobil-/Mobilitätsbereich

<b>Neue Unternehmen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Städtischer Mobilitätsanbieter mit vollumfänglichem Angebot</li><li>▪ Autonome Logistik ("Kapazität als Service")</li><li>▪ Vertikale Industrieanwendungen (z.B. Yard Management)</li><li>▪ Etc.</li></ul>
<b>Neue/optimierte Produkte</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Autonomes Fahren (L4/L5)</li><li>▪ Fahrerlebnis im Auto (z.B. Erkennen von Emotionen, Sprachassistent)</li><li>▪ Etc.</li></ul>
<b>Prozessoptimierungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vorausschauende Instandhaltung in Produktionsanlagen</li><li>▪ Automatisierte Qualitätsprüfungen</li><li>▪ Robotik in der Produktion</li><li>▪ Etc.</li></ul>



QUELLE: McKinsey

## KURZPROFILE

### Kurzprofil I: Robotaxis

**Das enorme Geschäftspotenzial dieser selbst-fahrenden Taxis resultiert vor allem aus den erheblich geringeren Kosten pro zurückgelegten Personenkilometer, die unter denen eines im Privatbesitz befindlichen (konventionellen und autonomen) Fahrzeugs liegen.**

#### Der Business Case

„Robotaxi“ bezeichnet das Konzept einer selbst-fahrenden, App-basierten (E-Hailing) individuellen Mobilitätslösung. Dieses Modell birgt großes Geschäftspotenzial, vor allem da für die Kunden durch solche neuen Mobilitätsdienste weniger Gesamtkosten (TCO) entstehen als durch den Betrieb eines privaten autonomen Fahrzeugs. Eine stärkere Marktdurchdringung mit diesem Geschäftsmodell würde zwar zu einem Rückgang des Automobilabsatzes führen, dieser ließe sich jedoch zumindest teilweise abfedern: Da Robotaxis einen erhöhten Komfort und besseren Zugang zu Mobilität bieten, ist ein Anstieg der mit Mobilitätsdiensten zurückgelegten Personenkilometer um etwa 20% zu erwarten.

### Reifegrad

Die weitere Entwicklung von Robotaxis wird in drei Phasen verlaufen:

- Das Robotaxi 1.0 wird nur eine sehr begrenzte Zahl an Personenkilometern in den USA abdecken können und daher nicht die entsprechenden Größenvorteile erreichen, die für eine hohe Rentabilität notwendig sind.
- Das Robotaxi 2.0 wird einen breiteren Anwendungsbereich finden und somit durch die zusätzlichen Größenvorteile weitere Gewinne erschließen; diese Version kann einen Großteil der Personenkilometer bedienen.
- Das Robotaxi 3.0 wird ohne jegliche geografischen oder zeitlichen Einschränkungen einsetzbar sein – also überall und zu jeder Zeit.

Viele Unternehmen haben sich anspruchsvolle zeitliche Ziele für die Entwicklung und Einführung von Robotaxis gesetzt. Start-ups haben als Erste angekündigt, dass sie bis 2018 autonome Fahrzeuge mit Level 4/5 entwickelt haben werden. Das Softwareunternehmen Oxbotica etwa hat finanzielle Mittel in Höhe von 200 Mio. USD aufgebracht, um für einen speziellen Einsatz vorge-sehene Robotaxis auf die Straße zu bringen. OEMs

und Technologieunternehmen beabsichtigen, diesen Meilenstein zwischen 2019 und 2022 zu erreichen. Tesla, einer der Pioniere unter den OEMs, plant den Start eines Carsharing-Dienstes (Tesla Network) für den kommerziellen Verleih privater autonomer Fahrzeuge für 2018. Apple hingegen hat zwar noch kein konkretes Datum genannt, arbeitet aber Gerüchten zufolge bereits an Mobilitätsprojekten der nächsten Generation.

### Auswirkungen auf die Wettbewerbslandschaft

Im künftigen Markt für Robotaxis wird es vier wesentliche strategische Kontrollpunkte geben, die dem jeweils dominierenden Unternehmen erhebliche Gewinnvorteile verschaffen (Abbildung 5):

- **Infotainment-Systeme und Software** sind essenziell für die Kundenerfahrung – ihr Erfolg hängt davon ab, inwieweit sie die einzelnen Elemente des Fahrerlebnisses nahtlos miteinander verknüpfen.
- **Softwareanwendungsschicht und Integration der Software für autonome Fahrzeuge** sind entscheidend für Sicherheit und Fahreigenschaften – in diesem Bereich bestehen hohe Eintrittshürden, da hier proprietäre Technologien zu Grunde liegen, deren Entwicklung erhebliche Investitionen und hoch spezialisierte Talente erfordert. Unternehmen, die diesen Kontrollpunkt für sich einnehmen, könnten erheblichen Einfluss auf die Dienste rund um das vernetzte Auto ausüben.

- **Integration und Validierung selbstfahrender Autos** sind ebenfalls entscheidend für Sicherheit und Fahreigenschaften – und auch sie stellen erhebliche Eintrittshürden dar: Hier ist für die groß angelegte Kommerzialisierung hoch technologischer Produkte eine nachgewiesene Erfolgsbilanz in der Qualitätssicherung notwendig. Dieser Kontrollpunkt erlaubt die Monetisierung von Diensten rund um das vernetzte Auto, die Einsparungen bei Fahrzeugkosten und Diensten für autonome Autos im Privatbesitz ermöglichen.

- **Mobilitätsdienste** nutzen Big Data unter anderem für die Optimierung der Routenplanung – dieser Kontrollpunkt mit Kundenschnittstelle versetzt Anbieter in die Lage, Netzwerkeffekte und Größenvorteile effizient zu nutzen, um Dienste rund um das vernetzte Auto zu monetisieren.

Manche Unternehmen werden an bestimmten Kontrollpunkten inhärente Vorteile gegenüber anderen haben. So verfügen OEMs beispielsweise über einen Vorsprung bei Fahrzeugintegration und -tests. Da einige von ihnen überdies bereits in Mobilitätsdienste investiert haben, bieten sich diesen OEMs weitere Wachstumsmöglichkeiten in diesem Bereich. Die OEMs sind gut aufgestellt, um Robotaxis in mehreren Phasen einzuführen; zunächst sollte dies in größeren Städten erfolgen. Voraussetzung für dieses Vorhaben ist die Fähigkeit der OEMs, die entsprechenden

ABBILDUNG 5

Bei Robo-Taxis wird es 5 wesentliche strategische Kontrollpunkte in der Wertschöpfungskette geben



QUELLE: McKinsey

Kompetenzen aufzubauen – entweder intern oder über Partnerschaften mit starken internationalen oder lokalen Unternehmen. Weitere Unternehmen in anderen Sektoren werden jedoch sehr wahrscheinlich ebenfalls in neue Kompetenzen investieren, um ihre Position in der Wertschöpfungskette zu behaupten und auszubauen (z.B. Anbieter von Mobilitätsdiensten).

**Kurzprofil II: Autonome Lkw**

**Die Einführung autonomer Lkw im Langstreckenverkehr wird in drei Phasen ausgerollt werden, von denen die erste hinsichtlich der verfügbaren Technologie bereits in Reichweite ist.**

**Der Business Case**

Die Einführung autonomer Lkw im Langstreckenverkehr wird in drei Phasen erfolgen. In der ersten Phase werden Gruppen aus zwei oder mehr Lkw elektronisch vernetzt sein, damit sie gemeinsam beschleunigen und bremsen können. Dies erlaubt ein sehr enges Fahren im Verband, das so genannte Platooning. Durch den geringeren Luftwiderstand verringert sich der Kraftstoffverbrauch – und letztendlich könnte bei dieser Fahrweise sogar nur ein einziger Fahrer im Lkw an der Spitze des Verbands notwendig sein. Da eine wesentliche Voraussetzung für das Platooning jedoch Routen sind, die sich überschneiden, wird dieser Ansatz nicht für alle Lieferungen einsetzbar sein. Des Weiteren eignet sich

das Platooning vorrangig für Autobahnen und weniger in städtischen Gebieten. Aus diesem Grund wären begrenzte Investitionen in die Logistikinfrastruktur notwendig, um sicherzustellen, dass sich alle Terminals in der Nähe der Autobahnen befinden.

In der zweiten Phase ermöglicht die Automatisierung Fahrzeuge, die in bestimmten Bereichen, z.B. auf Autobahnen, vollkommen eigenständig fahren, wenn möglich in den beschriebenen engen Verbänden. Fahrer wären somit nur noch für konventionelle Abholungen und Lieferungen erforderlich. Dafür sind ähnliche Infrastrukturinvestitionen nötig wie für das Platooning – aber sogar noch weniger Fahrer, was zu weiteren Kostensenkungen führt.

In der letzten Entwicklungsphase ermöglicht die vollständige Automatisierung einen fahrerlosen Transport auf der gesamten Strecke. Fahrer kämen in diesem Szenario lediglich noch bei Sonderfrachten oder -fahrzeugen zum Einsatz.

**Reifegrad**

Anders als bei Pkw ist der Standardisierungsgrad bei Lkw-Komponenten und Datensystemen bereits heute weit fortgeschritten. Da die Anwendungsfälle relativ spezifisch sind, werden die ersten autonomen Fahrfunktionen bald einsatzfähig sein – vor allem für begrenzte Einsatzgebiete wie Autobahnen. Das Platooning wird

ABBILDUNG 6

Auch bei autonomen Lkw wird es 5 strategische Kontrollpunkte in der Wertschöpfungskette geben



QUELLE: McKinsey

sehr wahrscheinlich die erste Phase des Betriebs autonomer Lkw darstellen, gefolgt von fahrerlosen Lkw auf Autobahnen und schließlich vollständig selbstfahrenden Lkw.

#### Auswirkungen auf die Wettbewerbslandschaft

Ähnlich wie bei den Robotaxis gibt es auch hier strategische Kontrollpunkte, die von essenzieller Bedeutung sind, um Zugang zu den neuen Gewinnpotenzialen zu erhalten. Andere Bestandteile der Wertschöpfungskette werden hingegen an Bedeutung verlieren (Abbildung 6). Zu beachten sind vor allem die Folgenden:

- **Anbieter von Software für autonome Fahrzeuge und Systemintegratoren** werden eine starke Marktposition einnehmen.
- **Eigentümer großer Fahrzeugflotten sowie Anbieter von Flottenservices** werden über die Größe und Ressourcen verfügen, um ihre Fahrzeuge aufzurüsten; dabei gewinnen sie die meiste Kontrolle über die zukünftige Wertschöpfungskette.
- **Die Zahl der Fahrer und Einzeleigentümer von Fahrzeugen** wird stark sinken.

OEMs verfügen im Bereich der Logistik nicht über dieselben strategischen Vorteile und Kompetenzvorsprünge wie große Logistikunternehmen. Dennoch ist die Möglichkeit, starke Partnerschaften aufzubauen und sich vertikal aufzustellen (z.B. durch Übernahme einer Flotte und ihre Vermietung an Logistikanbieter), ein mögliches Szenario, das sich zu sondieren lohnt (siehe Kapitel 4).

#### Kurzprofil III: Integrierte Lösung für die Lieferung auf der letzten Meile

**Autonome Lieferfahrzeuge sind vielversprechende Kandidaten im Bereich der Lieferinnovationen.**

#### Der Business Case

Die Logistikindustrie zählt zu den Hauptabnehmern von Nutzfahrzeugen. Geht man davon aus, dass der internationale Umsatz dieser Branche bis 2025 ein kontinuierliches Wachstum von 6% verzeichnet, dann

ist es sehr wahrscheinlich, dass die Branche in dieser Hinsicht weiter an Bedeutung gewinnt. In Deutschland bedienen z.B. bereits heute etwa 100.000 Fahrzeuge den Logistikmarkt für Auslieferungen auf der letzten Meile – das sind wesentlich mehr Fahrzeuge, als es etwa Taxis im Land gibt.

Für die Zustellunternehmen in der Branche ist die Einführung von Lieferinnovationen auf der letzten Meile – z.B. Lieferungen am selben Tag, Lieferungen innerhalb eines bestimmten Zeitfensters oder Sofortlieferungen – derzeit von oberster Priorität. Denn diese Innovationen sind erforderlich, um die steigende Kundennachfrage nach solchen Angeboten zu befriedigen und Zugriff auf einen neuen Value Pool zu erhalten. Die Kunden fordern zwar verstärkt solche Zustellmodelle für die letzte Meile – ihre Zahlungsbereitschaft ist jedoch sehr gering: Die Mehrheit der Verbraucher würde lediglich einen Aufschlag von 1 USD oder weniger für eine schnelle und zuverlässige Zulieferung zahlen. Doch selbst in dicht besiedelten städtischen Gebieten sind die Kosten für die Zustellung auf der letzten Meile bei Lieferungen am selben Tag doppelt so hoch wie für Standardlieferungen (etwa 3 USD im Vergleich zu etwa 1,50 USD für einen Volumenanteil von 10% der Lieferungen am selben Tag). Somit reicht der Aufpreis, den Kunden derzeit zu zahlen bereit sind, eindeutig nicht aus, um die zusätzlichen Lieferkosten abzudecken.

Daher sind technologische Weiterentwicklungen erforderlich, die die gegenwärtige Kostenstruktur der Kurier-, Express- und Paketdienste revolutionieren, um innovative Zustellkonzepte für die letzte Meile für mehr Haushalte wirtschaftlich tragbar zu gestalten. Dies könnte auch die Wachstumserwartungen der Branche ankurbeln. Falls diese Fortschritte darüber hinaus zu einem erheblichen Kostensenkungspotenzial bei Standardlieferungen auf der letzten Meile führen, so wäre dies ein willkommener Nebeneffekt.

Die Kundenpräferenzen unterstützen diese Entwicklungen: Zwei Drittel der befragten Teilnehmer sprechen sich für eine rechtliche Zulassung von Lkw und Lieferwagen mit autonomen Fahrfunktionen aus. Überdies sind 64% der Befragten sogar der Ansicht, dass diese Legalisierung noch vor der Zulassung von autonomen Pkw erfolgen sollte:

Auf diese Weise könnten die autonomen Lkw oder Lieferwagen als Testlauf für diese Technologien dienen.

Autonome Lieferfahrzeuge (z.B. Lieferwagen oder Minivans) repräsentieren diesen entscheidenden technologischen Fortschritt, da es sich hierbei um die vorherrschende Technologie für die Automatisierung der Zustellung von bis zu 80% der Paketvolumina handelt. KI spielt eine zentrale Rolle in ihrer Entwicklung. Doch um das volle Potenzial von KI auszuschöpfen, sind Technologielösungen für die Automatisierung der Übergabe erforderlich, die die (personallose) Zustellung bis zur Haustür ermöglichen. Dies stellt nicht nur autonome Lieferfahrzeuge, sondern auch andere autonome Lieferkonzepte wie Drohnen oder selbstfahrende Roboter vor Schwierigkeiten. Autonome Lieferfahrzeuge sind hier allerdings aus mehreren Gründen den übrigen alternativen Technologien überlegen:

**Bessere Kostenposition.** Autonome Lieferfahrzeuge weisen im Vergleich zu Drohnen und Robotern in fast allen Regionen einen Kostenvorteil auf – dies gilt insbesondere für ländliche, aber auch für städtische Gebiete (Abbildung 7). Um zu dem Beispiel der Lieferung am selben Tag zurückzukehren: Bei einem autonomen Lieferfahrzeug fallen die Kosten bei der Lieferung am selben Tag auf der letzten Meile weit unter 2 USD, wodurch dieser Anwendungsfall wirtschaftlich tragbar ist.

Des Weiteren ergibt sich bei fahrerlosen Transportsystemen (FTS) mit Schließfächern gegenüber der traditionellen Lieferung auf der letzten Meile ein Kostenvorteil von etwa 40% (unter der Annahme von Lohnkosten in Höhe von etwa 24 USD je Stunde). Dieser Kostenvorteil sinkt jedoch in Gebieten mit niedrigeren Lohnkosten; die Gewinnschwelle liegt bei 10 bis 12 USD je Stunde.

**Bessere betriebliche Umsetzbarkeit.** Autonome Lieferfahrzeuge fügen sich gut in das Standardbetriebsmodell ein und eignen sich für die meisten Zustellungen. In Gebieten, in denen sie Nachteile aufweisen, könnten zusätzlich Drohnen und Roboter zum Einsatz kommen. Da diese allerdings in den Hauptanwendungsfeldern der autonomen Lieferfahrzeuge Defizite aufweisen (z.B. die begrenzte Kapazität der Roboter sowie die operative Herausforderung, eine große Zahl an Drohnen in städtischen Gebieten fliegen zu lassen), werden sie autonome Lieferfahrzeuge nicht ersetzen können.

**Reifegrad**

Der Wettlauf um den Eintritt in den Markt für die Technologie autonomer Lieferfahrzeuge, deren Entwicklung sich sehr wahrscheinlich schrittweise vollzieht, hat begonnen. Die Einführung erster Vorstufen entsprechender Anwendungen steht kurz bevor:

ABBILDUNG 7

Bei der Lieferung auf der letzten Meile sind FTS mit Schließfächern für die meisten Produkte und Bereiche die dominante Technologie

Übergreifende X2C-Produktkategorien	Zunehmende Lieferdichte/sinkende Kosten				
	Ländliche Gebiete mit geringerer bis durchschnittlicher Dichte	Städtische Gebiete mit durchschnittlicher Dichte	Städtische Gebiete mit hoher Dichte		
Normales Paket	FTS mit Schließfächern				
Hohe Zuverlässigkeit, z.B. Zeitfenster				Dronen (Lieferung am selben Tag, falls Auftragserfüllung möglich)	
Lieferung am selben Tag					
Sofortlieferung	Auftragserfüllung (wahrscheinlich) nicht zu wirtschaftlichen Kosten möglich		Fahrradkuriere (oder Droiden)		

QUELLE: McKinsey

- **Streetscooter** ist ein Start-up-Unternehmen, das ursprünglich Elektro-Kleinbusse hergestellt hat und von der Deutschen Post DHL übernommen wurde. Das Unternehmen bringt nicht nur den Automobil- und den Logistiksektor näher zusammen (z.B. über eine Kooperation mit Ford), sondern hat auch bereits einen Prototypen für ein autonomes Lieferfahrzeug entwickelt, der mit Fahrern besetzten Fahrzeugen innerhalb bestimmter geografischer Zonen hinterherfährt.
- **Volvo** testet ein selbstfahrendes Müllfahrzeug für ähnliche Anwendungsfälle.
- **Google** hat 2016 einen Patentantrag für ein vollständig autonomes Fahrzeug mit Schließfächern für Pakete eingereicht.
- **Amazon** hat Berichten zufolge ein Team gebildet, das sich auf die Entwicklung einer Technologie für selbstfahrende Fahrzeuge für den Einsatz auf der letzten Meile konzentrieren soll.
- Full-Service-Modelle für Zustellflotten für die letzte Meile (z.B. mit einem Stückpreis je Lieferung, um von Lieferkosteneinsparungen zu profitieren)
- Monetisierung von Daten (z.B. Verkehrsinformationen, vorausschauende Instandhaltung von Straßen).

Einige Unternehmen in der Automobilindustrie arbeiten bereits an der Entwicklung von integrierten Zustellkonzepten für die letzte Meile (z.B. Mercedes Benz Vision Van, MAN Rio – Loadfox). Abgesehen von Unternehmen in der Automobilindustrie sind jedoch auch Akteure aus anderen Bereichen in der Lieferung auf der letzten Meile aktiv, darunter Amazon im Einzelhandel und UberEATS von Uber im technologischen Bereich.

Derzeit ist es noch zu früh, eine Einschätzung abzugeben, welcher dieser Ansätze sich langfristig durchsetzen wird. Bei der Umsetzung der neuen Technologien und Geschäftsmodelle bestehen nach wie vor mehrere Herausforderungen – insbesondere für etablierte Unternehmen, die mit datengestützten Modellen (noch) nicht vertraut sind. KI wird OEMs allerdings entscheidend dabei unterstützen, sich auf diesem Gebiet zu etablieren. Mögliche Ansätze, wie sich diese Herausforderungen bewältigen lassen, erläutern wir in den Kapiteln 3 und 4.

#### Auswirkungen auf die Wettbewerbslandschaft

Mit der zunehmenden Bedeutung digitaler Technologien für die letzte Meile der Lieferung ergibt sich insbesondere auch für Technologieunternehmen die Möglichkeit, sich dieses Geschäftsmodell, in dem bisher Logistikunternehmen und OEMs dominieren, zu erschließen. Diese Entwicklungen würden eine Umverteilung der Marktmacht anstoßen, aber auch die Entstehung neuer (datengestützter) Value Pools ermöglichen. Potenziell ergeben sich daher für alle Akteure – auch für etablierte – neue Geschäftsmodelle. Zu nennen sind hier z.B.:

- (IT-)Services für den technischen Betrieb autonomer Fahrzeugflotten
- (IT-)Services für die Optimierung der Routenplanung, die Bezirksplanung sowie das Angebot von Kapazitätsmanagement als Service (falls eine autonome Fahrzeugflotte besteht)
- Betrieb von Portalen für die Vergabe von Lieferungen auf der letzten Meile

Angesichts des zu erwartenden Potenzials von ML ist die Automobilindustrie wahrscheinlich eine der Branchen, die am meisten davon profitieren werden. Doch so groß dieses Potenzial auch sein mag – für Unternehmen, die sich die Vorteile des ML zunutze machen wollen, gilt es, erhebliche Hürden zu überwinden und große Komplexität zu bewältigen. Zudem ist das Tempo der Veränderungen atemberaubend. Die Unternehmen in der Automobilindustrie werden schnell merken, wie schwierig es ist, damit Schritt zu halten – insbesondere bei der Entwicklung und Einführung neuer, vorrangig datengestützter Geschäftsmodelle.



# 3

**UM DEN VOLLEN NUTZEN  
AUS ML ZU ZIEHEN, SIND  
MEHRERE WESENTLICHE  
HERAUSFORDERUNGEN ZU  
BEWÄLTIGEN**

### 3.1 Für das Ausschöpfen der Potenziale sind neue Ökosysteme erforderlich – eine weitere Herausforderung für die verschiedenen Interessengruppen

Die Anwendung von ML-Technologie in der Mobilität ist so komplex, dass sie neue Strukturen rund um dieses Ökosystem erfordert. Abbildung 8 zeigt ein mögliches Beispiel für KI-gestützte Anwendungen im Bereich der Mobilität: Jeder OEM kann über ein eigenes KI-System verfügen oder Teil eines Systems mit mehreren OEMs sowie Partnern aus anderen Industrien sein. In diesem Szenario wären alle Fahrzeuge eines Systems mit derselben eingebetteten KI ausgestattet. Jedes System erfasst Fahrdaten und übermittelt sie an ein OEM-eigenes serverseitiges KI-System. Diese Daten werden dann für die weitere Verfeinerung der Algorithmen genutzt und Aktualisierungen der KI-Systeme bei Bedarf an alle Fahrzeuge gesendet. So lässt sich sicherstellen, dass alle Fahrzeuge in einem Ökosystem über denselben KI-Standard verfügen, auf demselben KI-Stand sind und sich gleich verhalten.

Trotz der großen Zahl verschiedener ML-gestützter Systeme im und rund um das Fahrzeug müssen jedoch lediglich zwei ML-Systeme tief in das Fahrzeug eingebettet sein: Systeme für das autonome Fahren und für das Fahrerlebnis. Zum einen ist das Datenvolumen, das diese Systeme verarbeiten müssen, zu groß, um komplett übertragen zu

werden, zum anderen ist Latenzzeit gerade bei sicherheitsrelevanten Daten ein kritischer Faktor. Andere ML-Systeme (z.B. für die vorausschauende Wartung) können vorrangig aus der Cloud bedient werden. Dies bietet eine höhere Flexibilität bei Aktualisierungszyklen, Rechenleistung und Energieverbrauch. Die KI-Systeme von Drittanbietern lassen sich ebenfalls über mehrere OEMs hinweg anbinden. So könnte etwa ein neutraler Server verschiedene KI-Backend-Systeme mit Verkehrsleitsystemen verbinden (in einem bestimmten Land oder innerhalb einer Region oder Stadt) und auf diese Weise für hohe Sicherheit und einen optimalen Verkehrsfluss sorgen. Ein weiteres Szenario: Versicherer könnten die Fahrdaten nutzen, um nutzerspezifische Versicherungen anzubieten.

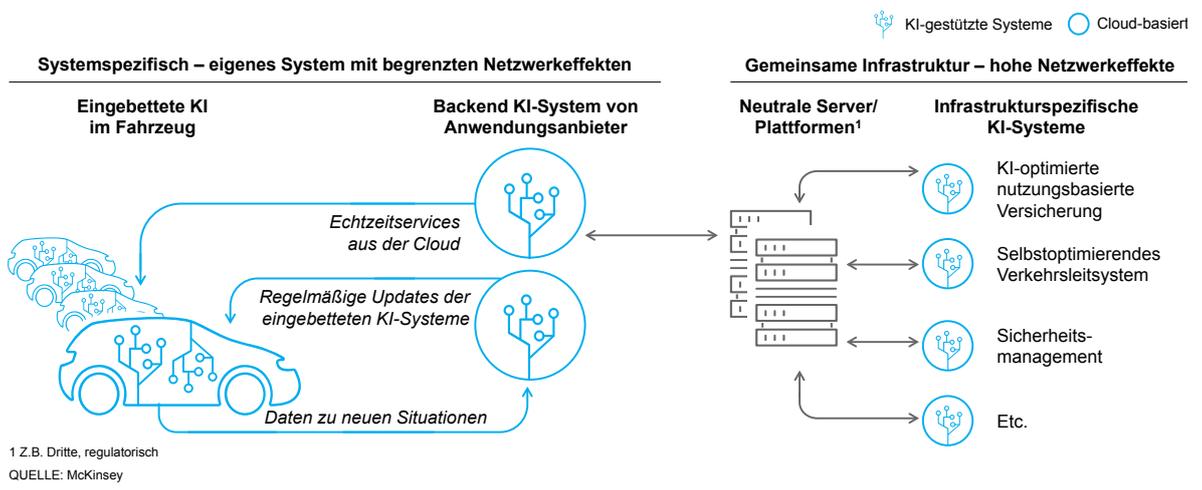
Viele Fragen zu weiteren Schlüsselaspekten sind jedoch noch offen:

- **Zentrale KI-Systeme im Backend.** Wird jeder OEM über ein eigenes KI-System im Backend verfügen oder werden die Unternehmen miteinander und mit anderen Akteuren kooperieren? Werden die verschiedenen Ökosysteme Daten austauschen, z.B. bei sehr seltenen „Randfällen“ im Bereich selbstfahrender Fahrzeuge? Wird es Branchenstandards ähnlich der ISO-Zertifikate geben?

ABBILDUNG 8

KI wird sowohl in anbieterspezifischen – eingebettete und Backend-KI-Systeme – als auch in gemeinsamen Systemen eine Rolle spielen

BEISPIEL



- **Neutrale Server und anwendungsfall-spezifische KI-Systeme.** Wer wird den Server besitzen und betreiben (z.B. staatliche Akteure)? Auf welcher Ebene erfolgt die Aggregation (Kommune, Land, Region)? Wie viele neutrale Server wird es geben? Wie lässt sich die Cybersecurity gewährleisten?

Alle genannten Systeme zeichnen sich aus durch verschiedene Interessengruppen, bestimmte technologische Rahmenbedingungen und Einschränkungen sowie ortsspezifische Bedingungen und Gesetzgebungen.

### 3.2 Für eine erfolgreiche Navigation in diesem Umfeld müssen Unternehmen verschiedene Faktoren berücksichtigen

Wollen die beteiligten Akteure in diesem Umfeld erfolgreich sein, müssen sie sich drei Herausforderungen stellen: technologischen Hürden, insbesondere bei der Einbettung der Technologie in die Fahrzeuge, der Etablierung von (regulatorischen) Standards sowie der Entwicklung entsprechender Geschäftsmodelle.

#### Der Wettlauf um die Technologie nimmt Tempo auf

In der Theorie ist die Herausforderung des autonomen Fahrens gelöst – aber für die praktische Anwendung ist die Einbettung der Technologie ins Auto erforderlich. Viele der Algorithmen/Ansätze, die ML im Bereich Automobil/Mobilität ermöglichen, stehen theoretisch bereits zur Verfügung. Bei ihrer Implementierung und Einbettung müssen jedoch noch erhebliche Fortschritte erzielt werden. Zu nennen sind beispielhaft Funktionen für das autonome Fahren und das Fahrerlebnis: Hier ist das Datenvolumen zu hoch, um es vollständig zu übertragen. Des Weiteren sind Datenqualität und Timing von entscheidender Bedeutung und sicherheitsrelevant. Derzeit läuft die Mehrheit der ML-Anwendungsfälle in anderen Industries daher noch vorrangig im Backend (mit ausreichend Rechenleistung, entsprechender Hardware und hohem Stromverbrauch). Die Einbettung in das Fahrzeug erfordert allerdings technologische Weiterentwicklungen (vor allem in der Hardware) sowie Lösungen für die Fahrzeugvernetzung. Wird die Infrastruktur entsprechend verbessert (z.B. flächendeckende Einführung von 5G oder Sensoren an Straßenschildern), so lässt sich der für die Einbettung

notwendige Aufwand begrenzen. Da es jedoch nahezu unmöglich ist, eine vollständige Abdeckung z.B. mit Mobilfunknetzen zu gewährleisten, wird ein gewisser Grad an Einbettung stets erforderlich bleiben.

---

**„Im Jahr 2020 wird ein durchschnittlicher (Internet-)Nutzer täglich 1,5 GB an Daten generieren [...] und autonome Fahrzeuge täglich 4.000 GB\*\*“**

\*Diese Annahme basiert auf einer gefahrenen Stunde am Tag, umgerechnet 66 GB je gefahrener Minute.

– Brian Krzanich, CEO Intel<sup>1</sup>

Sowohl die Branche als auch die Unternehmen sind im Umbruch, um sich für den Wettlauf zu rüsten. Die zunehmende Bedeutung der technologischen Entwicklung zeigt sich auch in den Ergebnissen unserer Analyse der Start-up- und Investmentlandschaft im Bereich der Mobilität: In Unternehmen, die sich mit KI in diesem Bereich befassen, wird stark investiert. Seit 2010 belaufen sich die Investitionen in die etwa 500 Unternehmen, die in diesem Bereich aktiv sind, auf insgesamt mehr als 50 Mrd. USD – diese Summe übersteigt die (offengelegten) Investitionen in alle gemeinsam genutzten Mobilitätsdienste/App-basierten Start-up-Fahrdienste, die sich auf 32 Mrd. USD im selben Zeitraum belaufen. Wie das Timing dieser Investitionen eindeutig zeigt, nimmt das Rennen immer weiter an Fahrt auf: Die Summe der Investitionen in den vergangenen vier Jahren etwa hat sich im Vergleich zu den vier Jahren zuvor vervierfacht.

Eine detailliertere Analyse veranschaulicht, dass die Bereiche autonomes Fahren und Fahrerlebnis, auf die 91% aller Investitionen entfallen, tatsächlich die größten KI-Cluster im Bereich der Mobilität sind. Insgesamt erfolgte der Großteil der Investitionen in der Branche im Rahmen von einigen wenigen großen Transaktionen (z.B. die Übernahme von Mobileye durch Intel). Zugleich wurden jedoch auch zahlreiche kleinere Deals geschlossen. Die hohe Nachfrage nach Fahrzeugen mit automatisierten Funktionen lässt einen dynamischen Markt entstehen, in den sowohl Start-ups als auch Technologiekonzerne eintreten.

---

<sup>1</sup> <https://newsroom.intel.com/editorials/krzanich-the-future-of-automated-driving/>

Zahlreiche andere Unternehmen erweitern ihre internen Kompetenzen durch Akquisitionen. Die offengelegten Investitionen in KI im Zusammenhang mit autonomen Fahrfunktionen betragen seit 2010 insgesamt 33,5 Mrd. USD und haben sich in den vergangenen Jahren erheblich erhöht. Im Bereich des Fahrerlebnisses im Auto belaufen sich die Investitionen auf 13,6 Mrd. USD – wesentlich geringer als im Bereich des autonomen Fahrens. Auf Grund der stärkeren Präsenz großer Technologieunternehmen aus automobilfernen Branchen ist zudem die Zahl der Start-ups in diesem Bereich geringer. Diese Technologiekonzerne passen ihre Geräte der Unterhaltungselektronik sowie ihre diesbezügliche Expertise an die Nutzung im Fahrzeug an. Insbesondere integrieren sie virtuelle und Sprachassistenten wie z.B. Alexa, Siri, Cortana oder AliGenie und optimieren diese für Autos, wobei sie häufig eng mit OEMs kooperieren.

Investitionen in Unternehmen mit Fokus auf anderen Anwendungen erfolgen in wesentlich geringerem Umfang (nur 4,1 Mrd. USD seit 2010). Allerdings ist davon auszugehen, dass dies teilweise durch interne Investitionen kompensiert wird, die in dieser Art der Analyse nicht betrachtet werden. Diese Teilcluster befassen sich mit ähnlichen Anwendungen wie die oben beschriebene Unternehmenslandschaft, allen voran mit Verkehr/Infrastruktur (einschließlich digitaler Kartendienste und Dienste für dynamische Verkehrsinformationen). Abbildung 9 veranschaulicht die Beziehungen der einzelnen Cluster untereinander. Unternehmen, die im selben Bereich tätig sind (als Knotenpunkte dargestellt), sind in Cluster eingeteilt, deren relative Position davon abhängt, wie stark diese Teilcluster inhaltlich miteinander verbunden sind. Eine Verbindung zwischen einzelnen Knotenpunkten zeigt zudem an, dass zwei Unternehmen ähnliche Aktivitäten verfolgen; die Größe der Knotenpunkte ist dabei proportional zur Anzahl der Verbindungen mit anderen Knotenpunkten. Insgesamt wird auf diese Weise deutlich, wie eng die Unternehmenslandschaft verwoben ist.

---

## „Es herrscht absolutes Chaos – jeder weiß, wie hoch der Druck ist, aber nur wenige agieren überlegt“ – CSO eines führenden Start-up-Unternehmens

Ein Beispiel hierfür ist die Positionierung der vorbeugenden Wartung zwischen autonomem Fahren, Flottenmanagement und Verkehrs-/Infrastrukturüberwachung.

Zudem ist bemerkenswert, dass Akteure aus autofernen Branchen (Private-Equity-/Venture-Capital- und Technologieunternehmen) bei den Investitionen führend sind: Sie tätigen etwa 97% der Investitionen in Unternehmen, die sich mit KI im Bereich der Mobilität befassen. Diese Investments kommen zum Großteil den Anbietern von Komplettlösungen zugute, die Funktionen für autonomes Fahren und Fahrerlebnis entwickeln. Insbesondere die Technologieunternehmen steigen aggressiv in den Markt ein – von ihnen stammen 70% dieser Investitionen. Führend sind hier Hardwareanbieter wie Intel, Nuance und Samsung.

Das starke Interesse an der KI selbst, die im Mobilitätsbereich zum Einsatz kommt, hält weiterhin an. Allein in den vergangenen Monaten wurden ganz erhebliche Investitionen im Zusammenhang mit KI getätigt; des Weiteren wurden neue Venture-Capital-Fonds gegründet. So hat z.B. Google in diesem Bereich Gradient Ventures aufgebaut; Element AI hat über 100 Mio. USD aufgebracht, um Unternehmen den Einsatz von ML zu ermöglichen; Microsoft Ventures hat einen eigenen Fonds für KI aufgelegt; und Toyota hat 100 Mio. USD in Toyota AI Ventures investiert – mit dem Ziel, Start-ups in den Bereichen KI und Robotik zu unterstützen.

Die Unternehmen in der Automobilindustrie bleiben indes nicht untätig und investieren stark in den Aufbau interner Kompetenzen. So sind etwa über 40% der Patente im Bereich KI-gestützter Funktionen für das autonome Fahren im Besitz von OEMs (siehe Abbildung 10). Allerdings hält Waymo die höchste Zahl an Patenten von allen in diesem Feld tätigen Unternehmen – mehr als 200 und damit doppelt so viele wie der führende OEM. OEMs und Zulieferer hingegen dominieren die Entwicklung des Fahrerlebnisses und halten hier

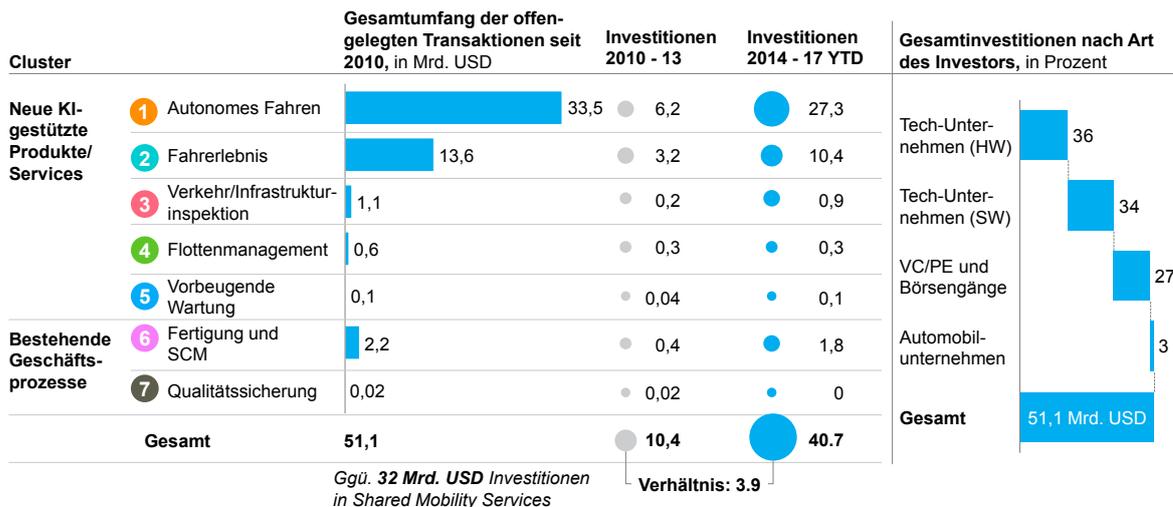
mehr als 85% aller Patente. Bei der hauseigenen Entwicklung sind die OEMs am aktivsten (über 50%). Technologieunternehmen sind hier allerdings nur scheinbar unterrepräsentiert, da viele Patente im Bereich des Fahrerlebnisses wie Sprach- und Gestenerkennung nicht speziell für Fahrzeuge entwickelt werden. Microsoft besitzt z.B. schätzungsweise über 1.000 Patente allein in Bezug auf die Spracherkennung.

Technologieunternehmen, OEMs und Zulieferer haben ihre jeweils eigenen natürlichen Branchenvorteile. Generell lässt sich in diesem Zusammenhang zwischen Software/Daten einerseits und

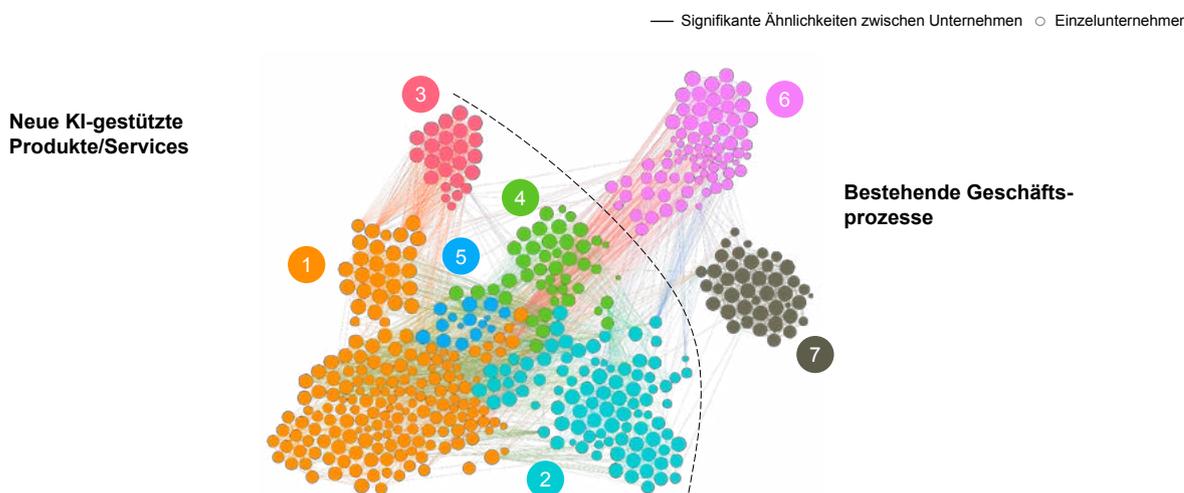
Fahrerfunktionen andererseits unterscheiden – aber die Unterscheidung ist nicht immer ganz eindeutig. So ist z.B. eine enorme Zahl an Fahrdaten notwendig, um die Algorithmen für autonome Fahrerfunktionen zu entwickeln und zu verfeinern. Die Fahrzeuge von Waymo haben in diesem Rennen die Nase weit vorn – mit fast 3 Mio. Meilen autonom auf öffentlichen Straßen in Kalifornien zurückgelegten Kilometern belegen sie die Spitzenposition. Gleichzeitig ist Tesla der einzige OEM, der systematisch konventionelle reale Fahrdaten erhebt; über 4 Mrd. Meilen wurden bereits erfasst. Große traditionelle OEMs könnten angesichts des Umfangs ihrer Flotten in diesem

ABBILDUNG 9

Viele Anwendungsfälle ergeben sich aus der Analyse der Startup- und Investmentlandschaft – den Schwerpunkt der Investitionen bilden autonomes Fahren und das Fahrerlebnis



Cluster-Grafik (474 Unternehmen im Bereich Mobilität/KI)



QUELLE: SILA-Team; CapitalIQ; PitchBook

Punkt jedoch in wenigen Tagen aufholen. Dafür müssten sie jedoch damit beginnen, auf dieselbe Art Fahrdaten zu erheben – wobei es schon ausreichen würde, nur die Daten der Fahrzeuge zu erfassen, die sie im Verlauf des Vorjahres verkauft haben.

Unternehmen gehen Partnerschaften ein, um gegenseitig Nutzen aus den jeweiligen Stärken zu ziehen. OEMs, Zulieferer und Technologieunternehmen kennen ihre eigenen Stärken und Schwächen hinsichtlich der Technologien und Talente, die für eine Markteinführung autonomer Fahrzeuge erforderlich sind. Daher sind sie bestrebt, Partnerschaften aufzubauen. Diese können sich unterschiedlich gestalten:

- Technologieorientierte Allianzen.** Technologieunternehmen wie Nvidia, Mobileye (Intel) und Baidu versammeln viele OEMs und/oder Zulieferer um eine Plattform. Ziele sind die Etablierung eines Ökosystems sowie die Maximierung des Datenvolumens (Abbildung 11).
- OEM-zentrierte Ökosysteme.** Die OEMs arbeiten an der Erweiterung ihrer internen technologischen Kompetenzen. Durch gezielte Akquisitionen, Investitionen und Partnerschaften lässt sich Expertise in den Bereichen Deep Learning, Computer Vision (maschinelles Sehen, Bilderkennung/-verarbeitung) und Kartentechnologie ins Unternehmen holen.

Einige Beispiele hierfür: General Motors hat Cruise Automation übernommen und ist eine Partnerschaft mit IBM eingegangen. Ford arbeitet mit einer mittels Crowdsourcing entstandenen Kartenfirma sowie mit mehreren Start-ups im Bereich KI.

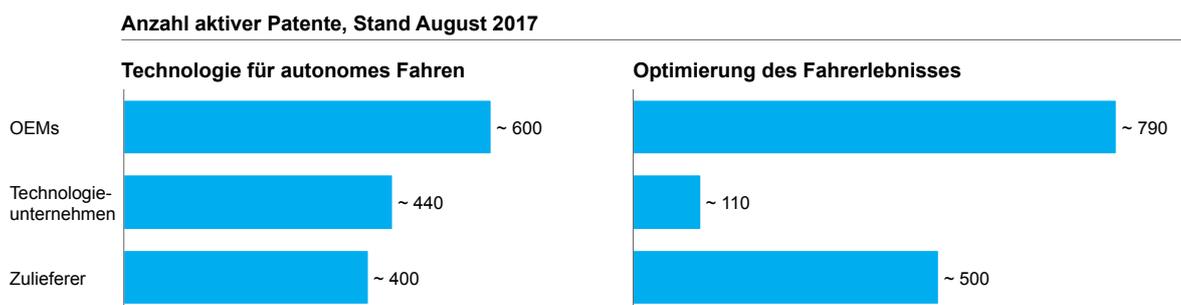
---

**Ein großer OEM (mit einem Umsatz von über 100 Mrd. USD) könnte in lediglich sechs Tagen dasselbe Volumen an Fahrdaten erheben, das ein einziger neuer Autohersteller insgesamt seit seiner Gründung erfasst hat – Voraussetzung dafür wäre jedoch, dass alle Fahrzeuge, die der OEM im Vorjahr verkauft hat, ihre Daten auf die gleiche Art und Weise übermitteln.**

Interessanterweise verfolgt Waymo einen eher eingeschränkten Ansatz bei der Partnersuche und kooperiert vorrangig mit einem einzigen OEM (Fiat Chrysler), der die Fahrzeuge liefert, sowie mit einem Mietwagenanbieter, der die Flotte wartet.

ABBILDUNG 10

Unternehmen der Automobilbranche investieren erheblich in interne Entwicklungskompetenzen zu KI in den Bereichen autonomes Fahren und Optimierung des Fahrerlebnisses



QUELLE: Innography; Patentanalyse von McKinsey

„[...] Unternehmen mit jahrelanger Erfahrung im Autobau wissen genau, wovon sie sprechen, wenn es um Fertigungswerke und Fahrzeugmontage geht“<sup>2</sup>  
 – Kyle Vogt, CEO Cruise Automation

**Vorschriften und Standards**

Fahrzeuge, die den Anforderungen der Automobilindustrie entsprechen, erfordern eine höhere Ergebnisqualität als die meisten aktuellen Anwendungsfälle für ML – das so genannte „Automotive Grade“. Wir gehen daher davon aus, dass ML für bestimmte Aufgaben zum Einsatz kommen wird, jedoch in Kombination mit einer konventionell programmierten (also ausdrücklich von einem menschlichen Programmierer geschriebenen) Schutzfunktion als „Leitplanke“, die eine entsprechende Sicherheit und Qualität im Einklang mit den Industrieanforderungen gewährleistet. Dies ist insbesondere bei der Entwicklung und Durchführung standardisierter Sicherheitstests bei autonomen Fahrzeugen von Bedeutung. Viele dieser Rahmenbedingungen werden höchstwahrscheinlich von den Regierungen und der von ihnen festgelegten Gesetzgebung vorgegeben werden. Manche (lokale

Regierungen erlauben zwar bereits das Testen autonomer Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen, ein umfassendes und einheitliches Regelwerk für deren weit verbreiteten Einsatz steht jedoch noch aus. Da Sicherheit das Hauptanliegen ist, müssen Richtlinien und Qualitätsstandards entsprechend detailliert gestaltet sein, gleichzeitig aber auch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Schutz und Innovation sicherstellen. Regierungsbehörden könnten auch eine Rolle beim Betrieb oder zumindest bei der Genehmigung des in Kapitel 3.1 beschriebenen neutralen Servers spielen, der den Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur gewährleistet – wobei Letztere unter Umständen ebenfalls technologisch aufzurüsten ist, damit autonome Fahrzeuge auf die Straße gelassen werden können.

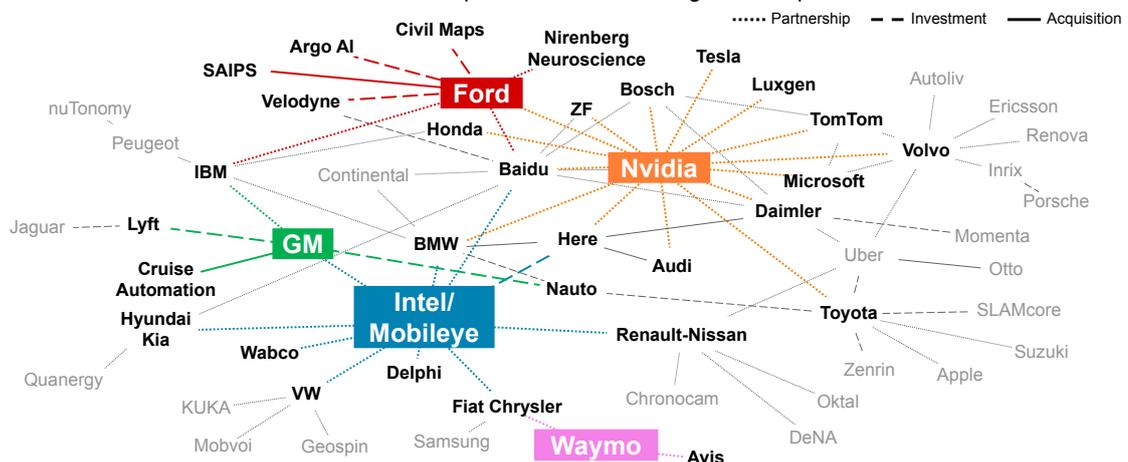
Die derzeit in diesem Feld aktiven Akteure sind gefordert, diesen regulatorischen Prozess proaktiv mitzugestalten und die Standards bereits frühzeitig während der Entwicklung der Technologie und ihrer Anwendungen festzuschreiben (vgl. Entwicklung der ABS-Systeme). Auf diese Weise lässt sich eine kritische Größe erreichen und die Integration der unterschiedlichen Systeme (z.B. OEMs, Verkehrsleitsystem) sicherstellen.

<sup>2</sup> <http://fortune.com/2017/07/17/brainstorm-tech-cruise-gm-culture/>

**ABBILDUNG 11**

Im Bereich autonomes Fahren haben sich um Nvidia und Mobileye 2 große Technologieallianzen gebildet; viele OEMs investieren auch in oder kooperieren mit Technologie-Start-ups

BEISPIELHAFT



QUELLE: Presse; McKinsey

Allerdings ist sehr wahrscheinlich, dass sich Gesetzgebung und Bedingungen (z.B. die Infrastruktur) künftig nach Regionen und sogar von Stadt zu Stadt unterscheiden werden. Grund hierfür ist, dass sich die Einführung autonomer Fahrzeuge in verschiedenen und nicht unbedingt koordinierten Phasen vollziehen könnte. Da zudem auch Standards – z.B. zu Schnittstellen und Datenarten – je nach Interessengruppe abweichen können, ist insgesamt ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit erforderlich.

### Verlagerung der Geschäftsmodelle

Autonome Fahrfunktionen werden nicht nur den Einsatzbereich von Fahrzeugen revolutionieren: Sie werden auch neue Arten der Fahrzeugnutzung und innovative Geschäftsmodelle auf Seiten der OEMs ermöglichen. Die neu entstehenden Geschäftsmodelle stellen eine Herausforderung für OEMs dar, da diese sich in der Vergangenheit im Wesentlichen an ihren klassischen Ansatz gehalten haben: den Fahrzeugverkauf. Dieses traditionelle Modell des Vertriebs von Fahrzeugen an Privat- und Geschäftskunden – ergänzt um autonome Fahrfunktionen – wird auch weiterhin bestehen bleiben. Darüber hinaus ergeben sich allerdings auch alternative Modelle für den Fahrzeugbesitz sowie innovative KI-gestützte Dienste, die OEMs in Betracht ziehen sollten (Abbildung 12).

## „Die Wertschöpfung erfolgt zukünftig über die Dienste für die Endverbraucher, weniger über den Fahrzeug- oder Hardwareverkauf“ – Mobilitätsexperte

### Business-to-Business-Betriebsmodelle:

- Flotten von Drittanbietern.** In Zukunft wird die Zahl der Fahrzeuge in Privatbesitz sinken. Da sich gleichzeitig durch das autonome Fahren Größenvorteile ergeben, werden sich unter den Kunden der OEMs mehr und größere Flottenbetreiber befinden. Beim Transport einzelner Fahrgäste könnte dies einen Uber-ähnlichen, App-basierten Fahrdienst (E-Hailing) entstehen lassen, der von einem OEM in Kooperation mit einem Drittanbieter betrieben wird, wobei Letzterem die Flotte gehört. Im Frachttransport hingegen könnte ein OEM als Rückgrat für die autonomen Lieferlösungen von Logistikunternehmen agieren.
- OEM-eigene Flotten.** Verfolgt man diesen Trend weiter, könnte ein OEM selbst als Transportdienstleister auftreten, der über eine eigene Flotte mit autonomen Fahrzeugen verfügt. Im Personentransport könnten OEMs Flotten mit Robotaxis anbieten, um die öffentlichen

ABBILDUNG 12  
Neue Geschäftsmodelle setzen die B2B-Margen unter Druck

### Geschäfts-/Betriebsmodelle autonomes Fahren

■ B2C ■ B2B ■ Mix aus B2B/B2C

Fahrzeug-eigentum	Transportmodus		
	Transport einzelner Fahrgäste	Massentransport	Frachttransport
Verbraucher	Verkauf autonom fahrender Fahrzeuge an Privatpersonen		
Drittanbieter für Flotten	Verkauf autonom fahrender Fahrzeuge an Fahrdienste, Mietwagenanbieter oder andere Flotten	Verkauf autonom fahrender Fahrzeuge an Betreiber öffentlicher Verkehrssysteme	Verkauf einer Flotte mit autonomen Lkw
OEM-Eigentum	Vom OEM betriebene Flotte mit Robo-Taxis	OEM als Mobilitätsanbieter	OEM-Angebot: Kapazität als Service

QUELLE: McKinsey

Verkehrssysteme zu ergänzen oder gar zu ersetzen. Größere Mobilitätsdienstleister könnten hierbei als Vermittler für diese Transportarten auftreten. Zugleich könnten OEMs im Frachttransport eine Flotte mit autonom fahrenden Fahrzeugen für die Zustellung auf der letzten Meile anbieten. Bei diesen Geschäftsmodellen würden die OEMs ihre Umsätze in Form von wiederkehrenden Gebühren für ihre Mobilitätsdienstleistungen erwirtschaften und weniger durch den Absatz einzelner Fahrzeuge.

#### **Business-to-Customer-Betriebsmodelle:**

- **Verkauf an einzelne Kunden.** Die hier auf der Hand liegende Option ist der Verkauf von Fahrzeugen an einzelne Kunden – ähnlich dem aktuellen Geschäftsmodell der OEMs. Das Aufkommen von KI wird darüber hinaus jedoch auch zu Veränderungen im Automobil-Dienstleistungssektor führen. Auf Grund der großen Komplexität autonomer Fahrfunktionen ist allerdings zu erwarten, dass die OEMs ihren Aftersales-Marktanteil durch das Angebot von Wartungs- und Reparaturdiensten ausbauen werden.
- **Serviceleistungen bei OEM-eigenen Flotten.** Da viele Unternehmen bereits Kompetenzen im Bereich der Mobilitätsdienste aufgebaut haben, könnten sie alternativ den Endverbrauchern die Robotaxis direkt anbieten. Auch daraus würden regelmäßige Einnahmen über Servicegebühren resultieren.

Die Mehrzahl dieser neuen Geschäftsmodelle könnten das Kerngeschäft der OEMs stärker in Richtung B2B verlagern (z.B. Flottenverkauf, Angebot von Mobilitätsdiensten für Kommunen), was die Margen weiter unter Druck setzen würde. Andererseits ermöglichen die genannten innovativen Serviceangebote aber auch neue Geschäftsmodelle und eröffnen somit neue Umsatz- und Gewinnpotenziale. Dafür ist es allerdings erforderlich, die Fahrzeuge noch stärker mit Software auszustatten. Die Automobilindustrie ist nicht die einzige Branche, die sich für die Mobilitätsumfelder der Zukunft rüstet. Neben den Technologieherstellern investieren auch Unternehmen aus unerwarteten anderen Branchen in neue Transportlösungen. Alstom, ein Hersteller von Bahntechnik, hat kürzlich etwa eine Minderheitsbeteiligung an Easymile erworben – ein Unternehmen, das Software für autonome Fahrfunktionen vertreibt und Mobilitätslösungen für die Lieferung auf der letzten Meile anbietet.





# 4

**GEFRAGT SIND  
„SMART MOVES“**

In den vorausgegangenen Kapiteln haben wir wie folgt argumentiert:

- KI wird Unternehmen in den kommenden Jahrzehnten zu erheblichen Wettbewerbsvorteilen führen.
- ML-gestützte Automobil-/Mobilitätsdienste bergen sehr großes Potenzial, insbesondere hinsichtlich neuer Produkte und Geschäftsmodelle.
- Alle Akteure in der Automobilindustrie stehen infolgedessen jedoch vor mehreren Herausforderungen.

Die Mehrzahl der befragten Verbraucher geht davon aus, dass es die OEMs und nicht die Technologieunternehmen sein werden, die die Entwicklung der Technologie vorantreiben und autonome Fahrzeuge auf den Markt bringen. Interessanterweise ist mit 57% die Quote der Umfrageteilnehmer, die dieser Ansicht sind, viermal so hoch wie die Quote der Befragten, die die Technologieunternehmen in dieser Rolle sehen. In China – einem Land mit wenigen etablierten OEMs (Abbildung 13), ist die Quote sogar am höchsten. Wenn es um das Vertrauen geht, stehen die OEMs sogar noch besser da. Den OEMs vertrauen mit 73% der Befragten zehnmal mehr Konsumenten als den Technologiespielern, wenn es darum geht vollständig ausgereifte autonome Fahrfunktionen auf den Markt zu bringen. Auch hier ist

das Verhältnis in China am höchsten (mit 79% für die OEMs und nur 5% für die Technologiespieler). Die OEMs sind folglich in einer günstigen Ausgangsposition, diese Erwartung der Verbraucher zu erfüllen und davon zu profitieren – vor allem, da sie sich am Kontrollpunkt der Integration in einer äußerst komfortablen Lage befinden (wie in Kapitel 2 bereits erörtert).

Vor dem Hintergrund der oben genannten Vorteile bieten sich für die OEMs fünf kluge Spielzüge an, um ihre gute Ausgangsposition erfolgreich auszubauen (Abbildung 14):

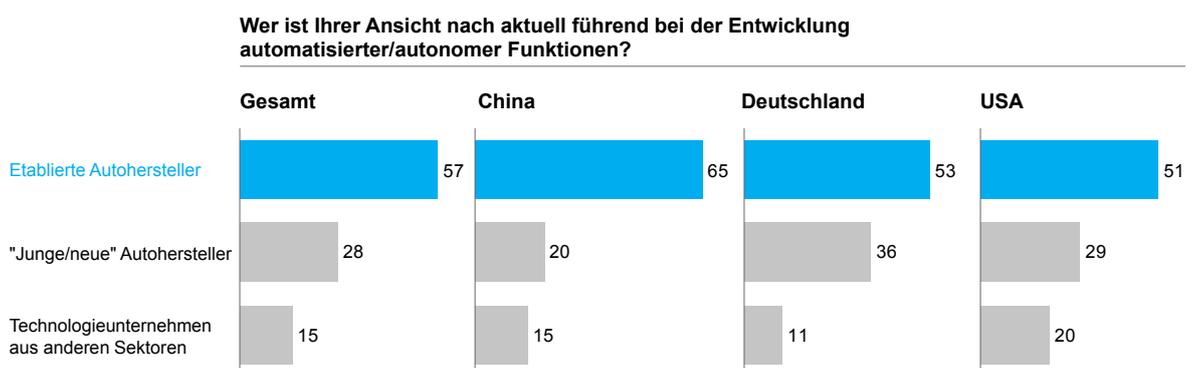
#### Auf die Kernanwendungsbereiche konzentrieren.

Um zu ermitteln, wie zweckmäßig die Entwicklung verschiedener ML-Anwendungsfälle im Bereich Automobil/Mobilität ist, sollten die OEMs folgende Kriterien berücksichtigen:

- **Gewinnquellen.** Was wird für Endverbraucher am wichtigsten sein bzw. von ihnen am meisten nachgefragt werden? Welchen Umfang weisen die neuen Einnahmequellen auf?
- **Wettbewerbslandschaft.** Wie viele und welche Akteure werden voraussichtlich in dem entsprechenden Bereich aktiv sein? Welche Vorteile haben diese gegenüber dem eigenen Unternehmen?

ABBILDUNG 13

Verbraucher betrachten die Autohersteller als führend bei der Entwicklung autonomer Funktionen  
Anteil der Befragten in Prozent



QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

- **Marktposition.** Wo steht das eigene Unternehmen im Vergleich zu anderen Unternehmen (z.B. einem Pionier, der stets über die neueste Technologie verfügt)? Was sollte das Unternehmen aus strategischen Gründen anbieten?
- **Kontrollpunkte.** Welche Kontrollpunkte besetzt das Unternehmen bzw. zu welchen hat es Zugang?

**Gesamtes Spektrum an Daten nutzen.** Die Voraussetzung für die Entwicklung eines neuen Geschäftsmodells ist ein optimierter Zugang zu Kunden sowie zu Informationen über deren Verhaltensweisen in unterschiedlichen Situationen; dies lässt sich über eine Verbesserung der Datenerhebung unter den Kunden erreichen. Unternehmen sollten nicht unterschätzen, wie wichtig dies ist: Bei fast allen Anwendungen im Bereich des ML ist ein großes Datenvolumen notwendig, um Erkenntnisse über das Kundenverhalten zu gewinnen und Algorithmen zu verfeinern. Ohne diese Daten lassen sich ML-Systeme nicht auf reale Situationen anwenden, da sie anderenfalls nicht über ausreichend Informationen verfügen, um intelligent auf zuvor unbekannte Gegebenheiten reagieren zu können. Darüber hinaus könnte die umfassende Entwicklung von Anwendungsbereichen, die stark abhängig von der Datenerfassung sind (z.B. die Verkehrsführung), auch die Erarbeitung von OEM-übergreifenden Standards erfordern, um eine gemeinsame Nutzung der Daten zu ermöglichen.

**Standardisierung und Regulierung vorantreiben.**

Unternehmen sollten proaktiv gemeinsam mit anderen Akteuren in der Automobilindustrie und den Regierungsbehörden neue Standards erarbeiten. Eine Verzögerung diesbezüglich könnte die Handlungsfähigkeit der OEMs einschränken und ihnen Hürden auferlegen, die sie an der Ausschöpfung des vollen Potenzials hindern.

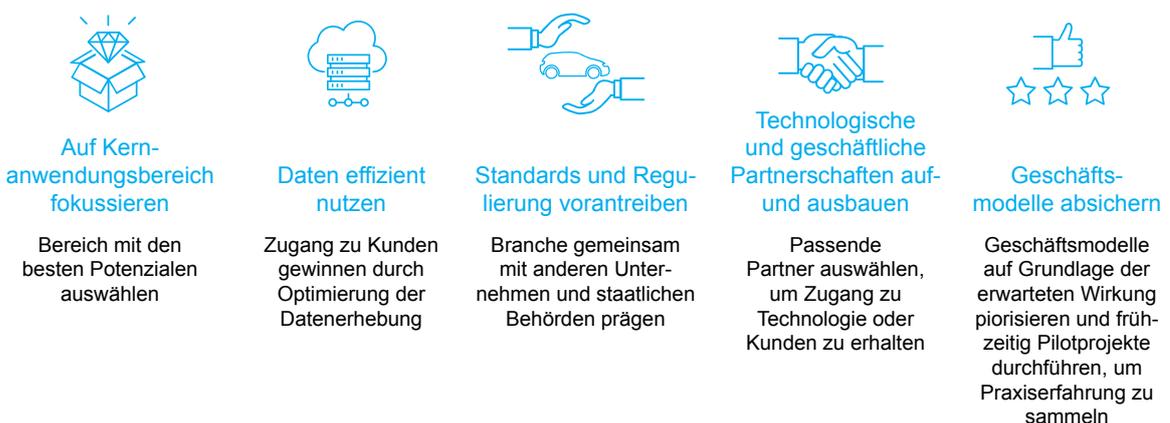
**Technologische und geschäftliche Partnerschaften ausbauen.**

Die neuen Geschäftsmodelle erfordern häufig Kompetenzen, die intern nicht zur Verfügung stehen. In Geschäftsbereichen mit langfristigem Differenzierungspotenzial sollten daher entsprechende Partner ausgewählt werden, um Zugang zu der notwendigen Technologie oder Kunden zu erhalten. Technologieunternehmen verfügen z.B. über einen natürlichen Vorteil bei der KI-Technologie sowie beim Zugriff auf die entsprechenden Talente und vorhandenen Daten.

In Bereichen mit kurzfristigerem Wert und ohne wesentliches Differenzierungspotenzial sollten Zulieferer ausgewählt bzw. etabliert werden. Der Aufbau von Partnerschaften ist hier unverzichtbar für die Zusammenführung von Ressourcen, Talenten und Kompetenzen – und somit für die Beschleunigung der Entwicklung von autonomen Fahrzeugen. Dies trifft vor allem zu, wenn die Einführung der für autonome

ABBILDUNG 14

OEMs sind gut aufgestellt, um die neu entstehenden KI-gestützten Profit Pools anzuzapfen



QUELLE: McKinsey

Fahrzeuge notwendigen Technologie inkrementell über einen längeren Zeitraum erfolgt: Dadurch schwinden nicht nur die Vorteile eines Vorreiters, auch die Amortisationsdauer der Entwicklungskosten verlängert sich.

**Geschäftsmodelle absichern.** In Zukunft wird es eine Vielzahl an potenziellen Geschäftsmodellen geben. Unternehmen sollten dazu Business Cases erarbeiten und unter Berücksichtigung des ange-

strebten Engagements unter den verfügbaren Geschäftsmodellen eine Auswahl treffen. Wir empfehlen, frühzeitig unterschiedliche Geschäftsmodelle zu entwickeln – in der Erwartung, dass einige davon wahrscheinlich fehlschlagen, und in der Gewissheit, mit den erfolgreichen das Risiko zu „hedgen“. In unserem heutigen, schnell getakteten Umfeld ist das Lernen aus der Praxis dabei die beste Vorgehensweise.

## AUSBLICK: UNTERNEHMEN MÜSSEN JETZT HANDELN

Wie bereits dargelegt, spielen zahlreiche Interessengruppen eine Rolle bei der Entwicklung des ML-gestützten Ökosystems im Bereich Mobilität. Der wesentliche Antriebsschub muss jedoch von der Automobilindustrie ausgehen, indem diese zunächst eine zuverlässige und sichere Technologie für autonome Fahrzeuge entwickelt. Die Bewältigung dieser Aufgabe – zusätzlich zu den aktuellen Herausforderungen bei der Entwicklung von Elektrofahrzeugen und der weiteren Optimierung

traditioneller Verbrennungsmotoren – wird einen gewaltigen Kraftakt erfordern. OEMs sollten daher passende Partnerschaften verhandeln, strategische KI-Kompetenzen aufbauen und sich in Position bringen, um neue Geschäftsmodelle umzusetzen. Auf diese Weise werden sie zügig Fortschritte bei einem drastischen und branchenweiten Wandel erzielen, der die Form der Mobilität und des Transportwesens, wie wir sie heute kennen, revolutioniert.

# APPENDIX

## Methodischer Ansatz

Die Ergebnisse in diesem Bericht basieren auf einer Analyse der Start-up- und Investmentlandschaft sowie auf einer Umfrage unter Verbrauchern. Die Erkenntnisse aus diesen beiden Hauptquellen wurden weiter untermauert durch Interviews mit Branchenexperten und eine Analyse der Patente im Bereich autonomes Fahren und Fahrerlebnis. Des Weiteren haben wir detaillierte Analysen zu Robotaxis, autonomen Lkw und Lösungen für die Lieferung auf der letzten Meile durchgeführt.

## McKinsey Start-up and Investment Landscape Analysis (SILA)

Diese Analyse umfasst eine Marktuntersuchung mittels einer proprietären, sich selbst optimierenden Big Data Engine, die Informationen aus verschiedenen VC-/PE-relevanten Datenquellen zusammenführt. Mittels einer semantischen Analyse von Stichworten sowie Netzwerkanalysen ließen sich dabei wichtige Unternehmen, Cluster und Branchenaktivitäten innerhalb des Investmentumfelds von KI in der Automobilindustrie identifizieren.

## McKinsey Consumer Survey 2017

Im Juli 2017 hat McKinsey & Company eine Befragung unter mehr als 3.000 Verbrauchern durchgeführt; die Auswahl der Teilnehmer, die sich gleichmäßig auf China, Deutschland und die USA verteilten, stellt eine repräsentative Stichprobe der jeweiligen Landesbevölkerung hinsichtlich Altersgruppen, Geschlechterverteilung und Städtegrößen dar.

Der Schwerpunkt der Umfrage lag auf den Einstellungen und Präferenzen der Verbraucher hinsichtlich des Einsatzes von KI in der Automobilindustrie; die weiteren Themenfelder der Umfrage waren neue Geschäftsmodelle in der Branche, das Vertrauen der Verbraucher in autonome Fahrzeuge, die Datennutzung und -sicherheit sowie die Ansichten der Kunden zu Elektro- und Nutzfahrzeugen.

## Weitere zentrale Ergebnisse aus dem McKinsey Consumer Survey 2017 sowie aus McKinsey-Analysen

Auch die Nachfrage nach anderen Anwendungsfällen unter den Verbrauchern ist hoch – langfristig werden diese zur Pflichtausstattung gehören

Anteil der Befragten in Prozent

	Relevanz KI-gestützter Anwendungsfälle beim nächsten Autokauf		Ø Zahlungsbereitschaft in USD	Ø Zahlungsbereitschaft in USD	
	Entscheidend, würde das Auto sonst nicht kaufen	Nützlich, aber nicht entscheidend		Entscheidend	Nützlich
Ausgefeilte Verkehrsvorhersagen und Streckenführung	43	53	96	700	500
Zustandsorientierte Wartung	33	49	82	900	600
Intelligentes und vorausschauendes Fahren <sup>1</sup>	30	50	80	1.000	500

<sup>1</sup> Z.B. Vorausschauende Abholung, basierend auf synchronisiertem Kalender, bevorzugte Streckenführung  
 QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

## Die Integration von KI-Systemen wird sich als Standard für das Fahrerlebnis durchsetzen

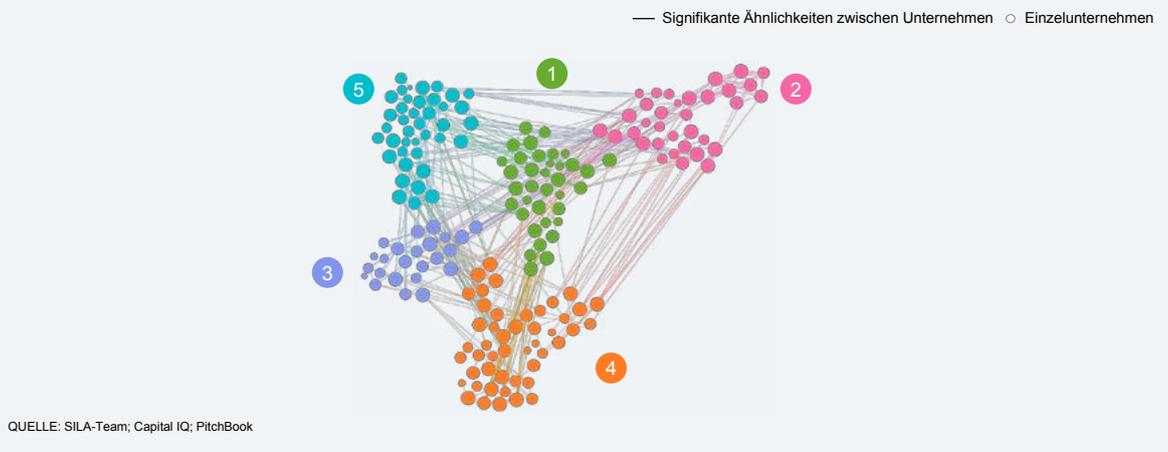


## Investitionslandschaft in den Bereichen KI und autonomes Fahren

→ Unverändert
↗ An Fahrt gewinnend
⬆ Stark an Fahrt gewinnend

Cluster	Gesamtumfang der offengelegten Transaktionen seit 2010 in Mrd. USD	Investitionsbeschleunigung	Anzahl Unternehmen
1 Anbieter autonomer Lösungen	20,2	⬆	36
2 Sensoren/Halbleiter	11,3	→	34
3 Fahrsicherheitsassistenz für teilw. autonomes Fahren	1,4	↗	24
4 Software für die Umgebungserfassung	0,5	⬆	47
5 Software als Entscheidungshilfe	0,2	⬆	40
<b>Gesamt</b>	<b>33,5</b>	<b>↗</b>	<b>181</b>

## Cluster-Grafik (171 Unternehmen)



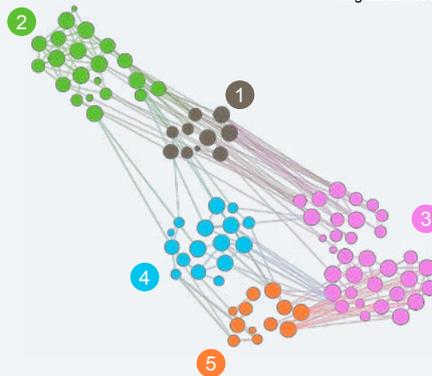
## Investitionslandschaft in den Bereichen KI und Fahrerlebnis

➡ Unverändert    ➡ An Fahrt gewinnend    ⬆️ Stark an Fahrt gewinnend

Cluster	Gesamtumfang der offengelegten Transaktionen seit 2010 in Mrd. USD	Investitionsbeschleunigung	Anzahl Unternehmen
1 Integrierte Lösungen	10,5	⬆️	10
2 Hardware	2,6	➡	21
3 Infotainment-Software	0,2	➡	33
4 Sprachassistent	0,2	➡	16
5 Gesten-/Emotionserkennung	0,2	⬆️	12
<b>Gesamt</b>	<b>13,6</b>	➡	<b>92</b>

## Cluster-Grafik (171 Unternehmen)

— Signifikante Ähnlichkeiten zwischen Unternehmen    ○ Einzelunternehmen



QUELLE: SILA-Team; Capital IQ; PitchBook

Mehr als 2/3 der Befragten befürworten die Genehmigung von selbstfahrenden Autos – das ist ein Anstieg um 15% ggü. der Umfrage von 2015

Anteil der Befragten in Prozent

Der Gesetzgeber sollte die Nutzung von Autos mit autonomen Fahrfunktionen erlauben

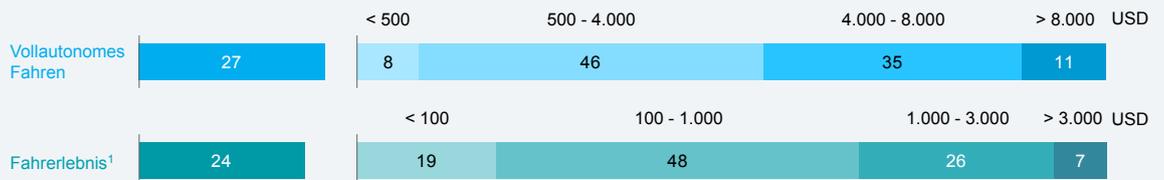


QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2016 und 2017

46% der befragten Verbraucher, die vollautonomes Fahren als wesentlich einstufen, sind bereit dafür mehr als 4.000 USD auszugeben

Anteil der Befragten in Prozent

**Befragte, die die Funktion als wesentlich einstufen** **Gestaffelte Zahlungsbereitschaft dieser Befragten**



<sup>1</sup> Gestensteuerung, Sprachassistent, Emotionserkennung und Reaktion auf Emotionen  
 QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

Verbraucher nehmen KI in der Automobilindustrie und selbstfahrende Fahrzeuge überaus positiv wahr, wenige zweifeln an der langfristigen Tragfähigkeit der Technologie

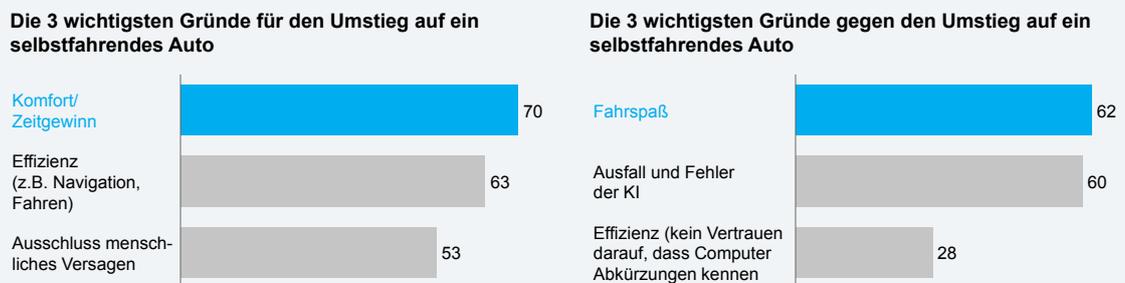
Anteil der Befragten in Prozent



<sup>1</sup> Die übrigen Befragten stimmten weder zu, noch stimmten sie nicht zu  
 QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfragen "Future of mobility" 2017

Zeitgewinn ist die stärkste Motivation für einen Wechsel zum autonomen Fahren, fehlender Fahrspaß ist der häufigste Hinderungsgrund

Anteil der Befragten in Prozent

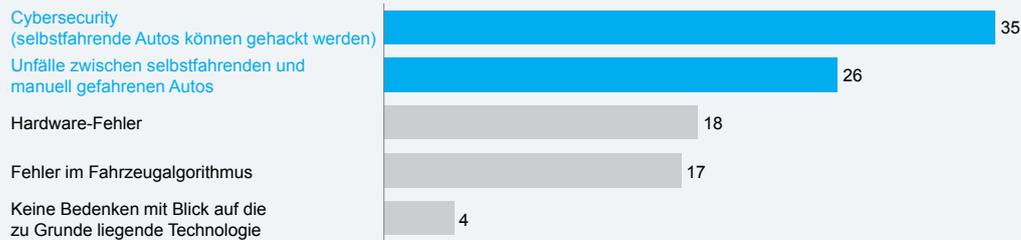


QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

## Cybersecurity und Unfälle zwischen autonomen und manuell gefahrenen Fahrzeugen sind in Bezug auf das autonome Fahren die größten Sorgen der Verbraucher

Anteil der Befragten in Prozent

### Größte Sorge in Bezug auf autonomes Fahren

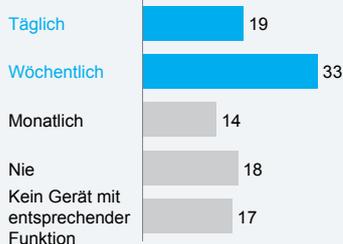


QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

## Schon heute nutzen 50% der Befragten Spracherkennung mind. 1-mal pro Woche – KI kann die Wahrscheinlichkeit der Annahme von Empfehlungen erhöhen

Anteil der Befragten in Prozent

### Nutzung von Spracherkennungssoftware



### Hebel zur Steigerung der Wahrscheinlichkeit, dass Befragte Empfehlungen eines Sprachassistenten annehmen



### KI-Relevanz



QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

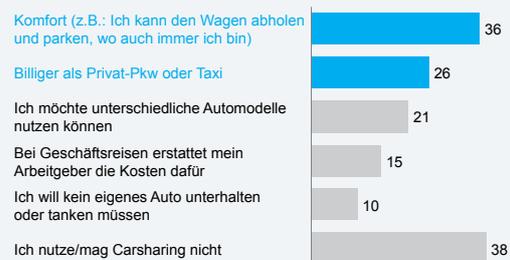
## Komfort ist der wichtigste Grund für die Nutzung von Fahrdienstvermittlungen und Carsharing gefolgt von finanziellen Vorteilen

Anteil der Befragten in Prozent

### Welche Faktoren sind Ihnen bei Fahrdiensten am wichtigsten?



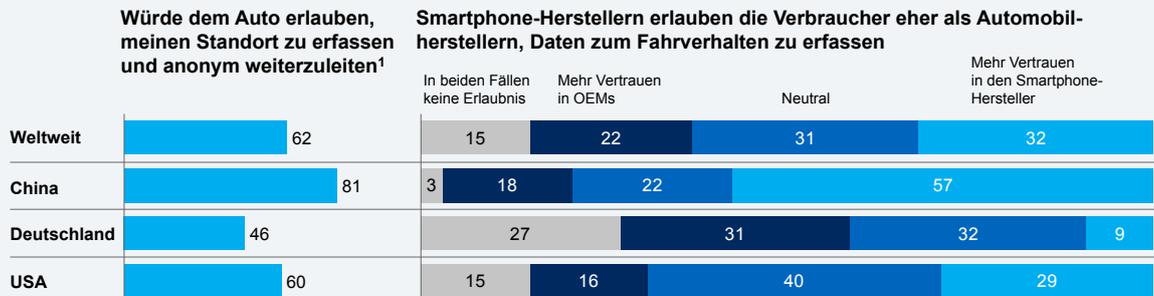
### Welche Faktoren sind Ihnen bei Carsharing am wichtigsten?



QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

**Das Vertrauen in OEMs bez. der Erfassung von Daten ist im Vergleich zu Smartphone-Herstellern mit Ausnahme von China gering**

Anteil der Befragten in Prozent

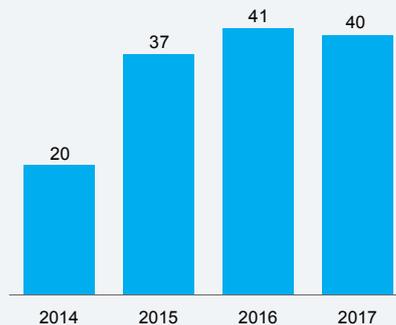


1 Z.B. damit der OEM die nächste Generation seiner Fahrzeuge verbessern kann  
 QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2017

**Die Bereitschaft, aus Gründen der Vernetzung die Fahrzeugmarke zu wechseln, hat sich in den vergangenen Jahren kaum verändert**

Anteil der Befragten, die (absolut) zustimmen, in Prozent

**Bereitschaft zu einem Wechsel der Fahrzeugmarke für bessere Vernetzung**



QUELLE: McKinsey-Verbraucherumfrage "Future of mobility" 2016 und 2017

# WICHTIGER RECHTLICHER HINWEIS

Trotz größtmöglicher Sorgfalt übernimmt McKinsey keine Haftung für die Richtigkeit oder Vollständigkeit dieser Broschüre. Bei der Erstellung der Broschüre hat sich McKinsey in erster Linie auf aus zuverlässigen öffentlichen Quellen zugängliche Informationen gestützt, solche Informationen aber nicht gesondert überprüft. McKinsey erbringt keine Anlageberatung. Der Leser bleibt für Management- und/oder Investmententscheidungen selbst verantwortlich.

# BEITRÄGE

## Kernteam

Philipp Chen, Senior Associate, Zürich

Nina Haarkötter, Fellow Associate, Frankfurt

Thibaut Müller, Engagement Manager, Genf

Rico Pires, Senior Associate, Frankfurt

## Redaktion und Layout

Jörg Hanebrink, Senior Communication Specialist,  
Düsseldorf

Johanna Löffler, Senior Media Designer, Berlin

Birgit Ansorge, Senior Copy Editor, Berlin

## Weitere inhaltliche Beiträge

Michele Bertoncetto, Partner, Mailand

Peter Udo Diehl, Associate, Zürich

Malte Hans, Senior Associate, Köln

Philipp Kampshoff, Partner, Houston

Christoph Klink, Associate Partner, München

Bernd Heid, Senior Partner, Köln

Russell Hensley, Partner, Detroit

Daniel Holland-Letz, Junior Research Analyst, München

Jürgen Meffert, Senior Partner, Düsseldorf

Timo Möller, Senior Knowledge Expert, Köln

Florian Neuhaus, Partner, Boston

Luca Pizzuto, Engagement Manager, Chicago

Simon Tatomir, Fellow Senior Associate, München



### **Ansprechpartner**

Andreas Cornet, Senior Partner im  
Münchener Büro von McKinsey  
andreas\_cornet@mckinsey.com

Philipp Espel, Senior Partner im  
Hamburger Büro von McKinsey  
philipp\_espel@mckinsey.com

Nicolaus Henke, Senior Partner im  
Londoner Büro von McKinsey  
nicolaus\_henke@mckinsey.com

Matthias Kässer, Partner im  
Münchener Büro von McKinsey  
matthias\_kasser@mckinsey.com

Timo Möller, Senior Knowledge Expert im  
Kölner Büro von McKinsey  
timo\_moeller@mckinsey.com

Andreas Tschiesner, Senior Partner im  
Münchener Büro von McKinsey  
andreas\_tschiesner@mckinsey.com

### **Kontakt für Medienanfragen**

Kai Peter Rath  
Director of Communications, Western Europe  
Düsseldorf  
+49 (211) 136-4204  
kai\_peter\_rath@mckinsey.com

PDF-Version in englischer Sprache ist erhältlich unter: [www.mckinsey.com/mcfm](http://www.mckinsey.com/mcfm)

PDF-Version in deutscher Sprache ist erhältlich unter: [www.mckinsey.de/kuenstliche-intelligenz-revolutioniert-autosektor](http://www.mckinsey.de/kuenstliche-intelligenz-revolutioniert-autosektor)