



STUDIE

# Index "Automatisierte Fahrzeuge"

4. Quartal 2017

**Liebe Leserin,  
lieber Leser,**

noch nie hat das Thema automatisiertes Fahren so viel öffentliche Aufmerksamkeit gefunden wie in den vergangenen Monaten. OEMs, Zulieferer und Technologieunternehmen liefern sich ein Wettrennen um die ersten hochautomatisierten Fahrzeuge im Stadtverkehr.

Zentraler Erfolgsfaktor in diesem Wettbewerb ist die Entwicklung und Erprobung leistungsfähiger Algorithmen im Straßenverkehr. Hierzu nutzen OEMs und ihre Entwicklungspartner technisch hochgerüstete Testflotten. Diese unterliegen jedoch länderspezifischen Gesetzen und Freigabeverfahren. Außerdem kommen Simulationsverfahren zum Einsatz. So simuliert z.B. Waymo synchron etwa 25.000 Fahrzeuge in virtuellen Versionen von Austin, Mountain View und Phoenix sowie auf verschiedenen Teststrecken. Zusammen legen diese Fahrzeuge täglich mehr als 6 Millionen Kilometer in der virtuellen Welt zurück. Im Jahr 2016 waren es insgesamt mehr als 2,5 Milliarden virtuelle Kilometer – dem stehen rund 5 Millionen "real" gefahrene Kilometer der physischen Testflotte in den zurückliegenden acht Jahren gegenüber.

Vor diesem Hintergrund bilden die Auswertung des globalen Testflottenstatus von OEMs und weiteren Marktteilnehmern sowie die länderspezifische Gesetzgebung der "Kern"-Nationen den Schwerpunkt dieser Ausgabe des Index "Automatisierte Fahrzeuge". Darüber hinaus werden das technische Know-how ausgewählter Wirtschaftsräume und die Einführung von relevanten Technologien im Volumensegment beleuchtet.

Standardmäßig enthält der Index zudem einen aktuellen Vergleich der Wettbewerbspositionen der größten Automobilnationen. Die Aktualisierung der Wettbewerbspositionen geschieht anhand folgender Indikatoren:

1. Industrie: Dieser Indikator gibt Auskunft über den technologischen Entwicklungsstand der von den OEMs eines Landes entwickelten und produzierten Fahrzeuge sowie über den Umfang und die Ausrichtung entsprechender Forschungsaktivitäten.
2. Markt: Dieser Wert reflektiert die jeweilige Marktgröße, repräsentiert durch die Nachfrage nach Fahrzeugen mit relevanten Fahrerassistenzsystemen als Indikator für die Nutzerakzeptanz. Außerdem beinhaltet er eine Einschätzung der rechtlichen Rahmenbedingungen des jeweiligen Landes für den Betrieb automatisierter Fahrzeuge.

Die Roland Berger GmbH und die fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (fka) führen diese beiden Indikatoren im Quartalsindex "Automatisierte Fahrzeuge" zusammen, der damit einen Vergleich der Wettbewerbspositionen der in diesem Bereich relevanten Automobilnationen (USA, Deutschland, China, Schweden, UK, Südkorea, Frankreich, Italien und Japan) ermöglicht und die Automobilmärkte mithilfe global einheitlicher Maßstäbe gegenüberstellt.

## 1. Kernaussagen des Index "Automatisierte Fahrzeuge" Q4/2017

### **OEMs: Fast alle Hersteller bieten Serienfahrzeuge mit automatisierten Fahrfunktionen**

Insbesondere bei Fahrzeugmodellen amerikanischer, japanischer und südkoreanischer Hersteller sind seit dem vergangenen Jahr deutlich mehr teilautomatisierte Fahrfunktionen verfügbar. Gleichzeitig konnten die deutschen OEMs ihre Führungsposition in diesem Indikator verteidigen. Während sich das Angebot bei den meisten Herstellern allerdings auf spezifische Funktionen oder wenige Fahrzeugklassen konzentriert, bieten die deutschen OEMs mittlerweile in fast allen Klassen – eine Ausnahme bilden die Kleinstwagen – relevante Assistenzsysteme an (einschließlich SAE Level 2). Die Dynamik, mit der sich das Angebot teilautomatisierter Fahrfunktionen vergrößert, wird weiter zunehmen. So werden neue Funktionen in Zukunft nicht nur bei einer Modellerneuerung, sondern unabhängig vom Modellwechsel oder auch während des Nutzungszyklus eingebracht bzw. freigeschaltet.

### **Know-how: Erprobung bleibt Forschungsschwerpunkt, weltweiter Aufbau von Testfeldern**

In fast allen betrachteten Ländern haben die Forschungsaktivitäten im Bereich des automatisierten Fahrens deutlich zugenommen. Dies erklärt auch die entsprechenden Positionsverbesserungen beim Indikator Know-how. Dabei bildet die Erprobung und Absicherung von automatisierten Fahrzeugen weiterhin einen Schwerpunkt der Forschung. Weltweit wurden in den letzten 12 Monaten verschiedene Testgelände und Testfelder für automatisierte Fahrzeuge eingerichtet und neu eröffnet. Neben abgesperrten Testgeländen zählen dazu immer öfter auch instrumentierte Testumgebungen auf öffentlichen Straßen. Das zeigt, wie groß die Bedeutung automatisierter Fahrfunktionen inzwischen auch für die künftige Attraktivität eines Wirtschaftsstandorts geworden ist.

### **Rechtliche Rahmenbedingungen: Konkretisierung der Gesetzeslage in den USA, Schweden und Deutschland**

In den letzten 12 Monaten wurden in den betrachteten Automobilnationen vielfältige Gesetzesinitiativen und -anpassungen umgesetzt. Insbesondere in den USA, Schweden und Deutschland wurde der rechtliche Rahmen für automatisierte Fahrzeuge konkretisiert. Dabei nehmen die USA weiterhin eine Führungsposition ein, denn neben der Erprobung von AVs auf öffentlichen Straßen ist dort in einigen Bundesstaaten mittlerweile auch der Betrieb dieser Fahrzeuge gesetzlich geregelt und zulässig. In Schweden wurde in den Jahren 2016 und 2017 eine umfassende Gesetzgebung zum Testen von AVs verabschiedet, Gesetze für den Betrieb sind aktuell in Vorbereitung. Deutschland hat mit der Anpassung des StVG ebenfalls wichtige Teilaspekte für den Test und Betrieb von automatisierten Fahrzeugen geregelt. Eine Serienzulassung von AVs ist aber unter anderem aufgrund der ECE-Richtlinie R79 weiterhin nicht möglich.

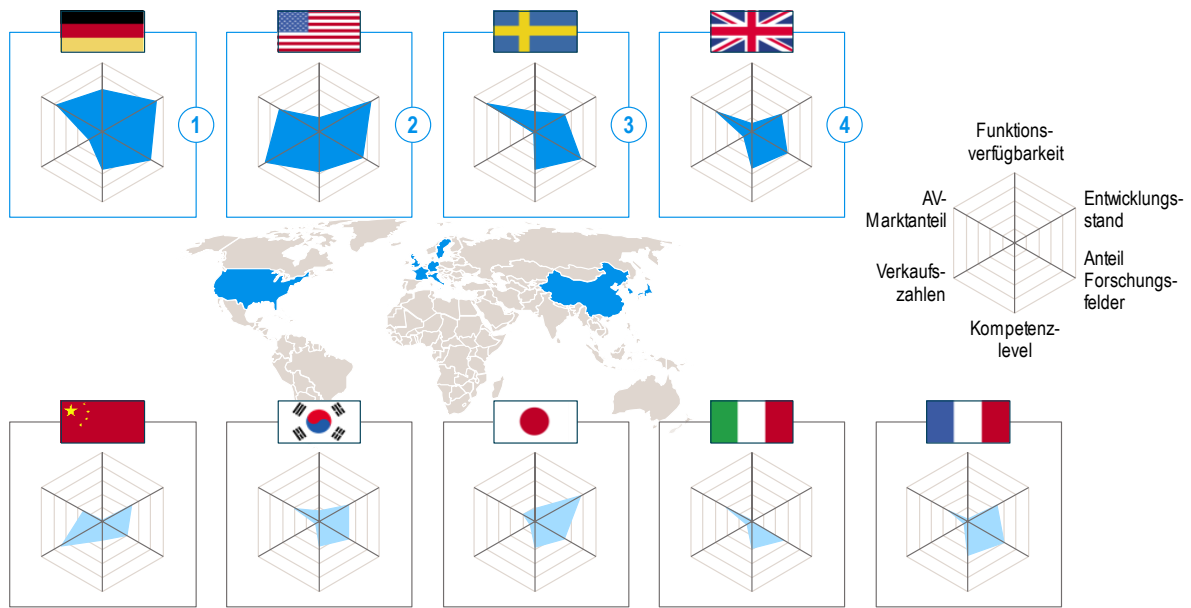
### **Marktvolumen: USA, Südkorea und China profitieren von Assistenzfunktionen in Volumenmodellen**

Im Vergleich zur letzten Ausgabe des Index "Automatisierte Fahrzeuge" ergibt sich beim Verkauf von Volumenmodellen mit automatisierten Fahrfunktionen eine Veränderung auf den ersten drei Rängen. China holt aufgrund des allgemein wachsenden Absatzmarkts sowie durch die Einführung relevanter Level-2-Funktionen in Volumenmodellen deutlich gegenüber den Marktführern USA und Deutschland auf (China und Deutschland teilen sich im vierten Quartal den zweiten Platz). Schweden behauptet sich im Ranking auf Platz drei.

Südkorea kann seinen Aufwärtstrend seit der letzten Ausgabe fortsetzen und holt weiter zum Westen und zu China auf. Damit befindet sich das Land nun auf Augenhöhe mit Italien und hat

Frankreich beim Absatz von Fahrzeugen mit Level-2-Funktionen im Volumensegment sogar überholt.

Abbildung 1: Vergleich der Wettbewerbspositionen weltweit führender Automobilnationen im Bereich automatisierter Fahrzeuge

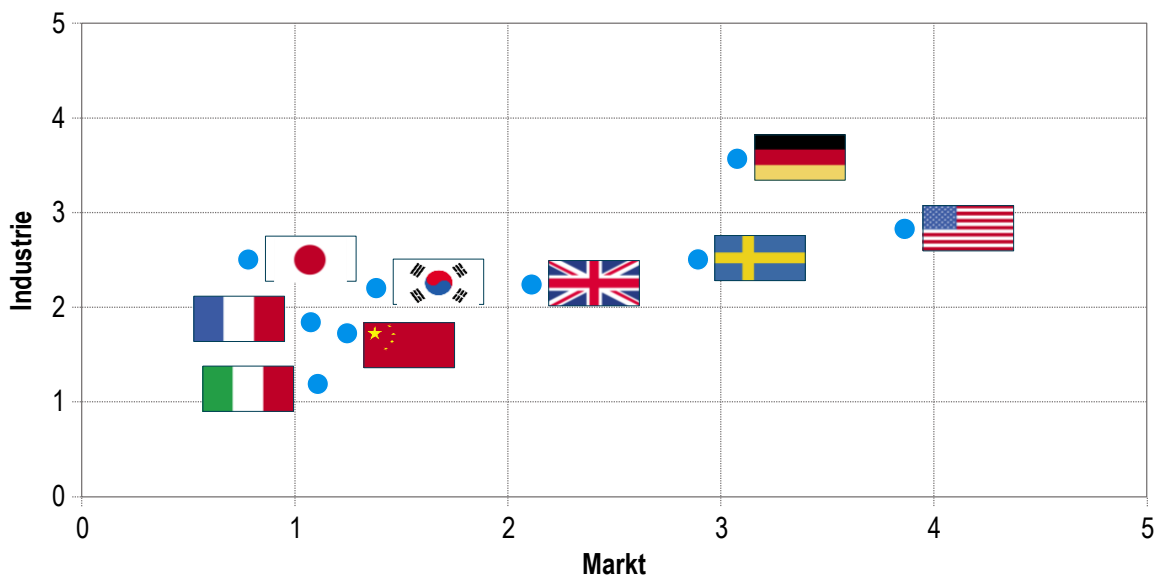


Quelle: fka, Roland Berger

## 2. Vergleich der Wettbewerbspositionen weltweit führender Automobilnationen

Gemäß den analysierten Dimensionen "Industrie" und "Markt" lässt sich die Wettbewerbsposition der betrachteten Nationen in einer Matrix darstellen (Abbildung 2).

Abbildung 2: Deutschland und die USA behaupten ihre Führungsposition, Schweden rangiert im AV-Index auf Platz drei, Großbritannien führt die Verfolgergruppe an (AV-Index – Q4 2017)



Quelle: fka, Roland Berger

Im **Indikator Industrie** konnte Deutschland seine Führungsposition auch im vergangenen Jahr gegenüber den USA und Japan verteidigen. **Entscheidend dafür ist vor allem die gute Verfügbarkeit von automatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen deutscher OEMs.** Gleichzeitig hat die Verfügbarkeit aber auch bei amerikanischen, japanischen und südkoreanischen Herstellern deutlich zugenommen. Allerdings konzentriert sich das Angebot bei den Letztgenannten auf wenige Fahrzeugklassen oder ausgewählte Funktionen. **Deutlich angestiegen sind in den meisten Nationen außerdem die Forschungsaktivitäten in diesem Bereich**, wobei ein Schwerpunkt auf der Erprobung und Demonstration von automatisierten Fahrzeugen liegt. Insbesondere Großbritannien positioniert sich aktuell über Förderprojekte als Entwicklungs- und Teststandort und profitiert mit einer klaren Positionsverbesserung. Die Verschiebungen im Indikator Industrie resultieren aus Veränderungen der beiden Bewertungskriterien OEM-Aktivitäten und Know-how, die im Folgenden detaillierter beschrieben werden.

Die Bewertung der **OEM-Aktivitäten** basiert auf der Verfügbarkeit von automatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen sowie auf der Einschätzung des Entwicklungsstands anhand von vorgestellten Serien- und Prototypenfahrzeugen. Dabei konnte Deutschland seine Vorreiterrolle auch im letzten Jahr behaupten. Allerdings haben amerikanische, japanische und südkoreanische Hersteller deutlich aufgeholt.

Insgesamt ist die Zahl verfügbarer Fahrzeugmodelle mit automatisierten Fahrfunktionen in den letzten 12 Monaten in allen Ländern stark gestiegen. Jedoch hat diese Entwicklung in Deutschland

kaum Auswirkungen auf die Bewertung, da von den deutschen OEMs mittlerweile in fast allen Fahrzeugklassen (mit Ausnahme von Kleinstwagen) automatisierte Funktionen angeboten werden. Weiter verbessern kann Deutschland seine Position daher nur noch durch die Einführung und Verbreitung von neuen Funktionen der Automatisierungsstufe 3 (z.B. Stauilot im Audi A8).

Das gute Abschneiden der japanischen und südkoreanischen Automobilhersteller ist vor allem auf die mittlerweile große Verbreitung von sicherheits- und komfortorientierten Automatisierungsfunktionen (Notbremsassistent mit Fußgänger-Erkennung und ACC in Kombination mit Lenkassistent) zurückzuführen. Die Einführung von weiteren Automatisierungsfunktionen in anderen Fahrzeugmodellen (z.B. Stauassistent im Nissan Leaf) ist bereits angekündigt und wird die Positionen Japans und Südkoreas weiter verbessern.

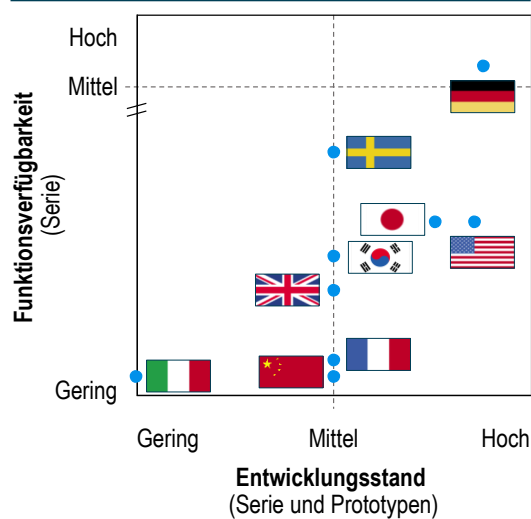
Die chinesischen OEMs haben erste Fahrzeuge (z.B. Wey VV7) mit teilautomatisierten Fahrfunktionen auf den Markt gebracht. Die Markteinführung erfolgte über das SUV-Segment, der aktuelle Fokus liegt eher auf Komfortfeatures. Durch die Konzentration auf ein Fahrzeugsegment hat sich die Position Chinas nur geringfügig verbessert. Dabei speist sich die Entwicklung bei chinesischen OEMs sogar aus zwei Quellen: So sind nicht nur die lokalen Hersteller intensiv in der Entwicklung aktiv, zusätzlich werden bereits existierende Funktionen europäischer Unternehmen genutzt (z.B. Geely von Volvo).

Insgesamt ist beim Ausbau verfügbarer automatisierter Fahrfunktionen derzeit eine enorme Dynamik festzustellen. Neue Automatisierungsfunktionen werden dabei künftig nicht nur bei einer Modellerneuerung, sondern unabhängig vom Modellwechsel oder sogar während des Nutzungszyklus (z.B. Tesla, Audi A8) eingebracht bzw. freigeschaltet.





Abbildung 3: Bessere Verfügbarkeit von AV-Funktionen und intensive Entwicklungsaktivitäten beeinflussen die Wettbewerbsposition der untersuchten Länder

### AV-Index – Aktivitäten der nationalen OEMs

#### OEM-Aktivitäten



#### Land

-  Hohe Verfügbarkeit von automatisierten Fahrfunktionen in fast allen Fahrzeugklassen, Einführung neuer Automatisierungsfunktionen (Level 3)
-  Zunehmende Verbreitung von automatisierten Fahrfunktionen (z.B. Stauassistent, automatisiertes Parken) in Fahrzeugen der Oberklasse und SUVs
-  Fokussierung auf spezifische Funktionen (ACC, Stop and Go mit LKA, Notbremsassistent), dafür breites Angebot in vielen Fahrzeugklassen
-  Anstieg der Verfügbarkeit von automatisierten Fahrfunktionen im vergangenen Jahr führt zu deutlicher Verbesserung der Position

Quelle: fka, Roland Berger

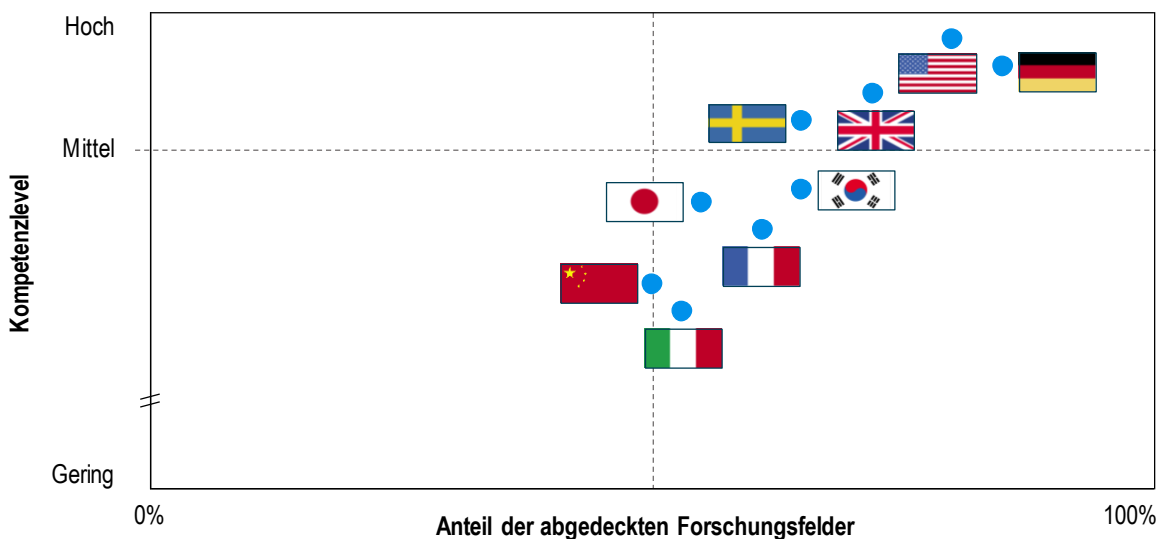
Deutschland und die USA konnten ihre gemeinsame Führungsposition in der Bewertungsdimension "Know-how" für automatisierte Fahrzeuge auch in den letzten 12 Monaten verteidigen (Abbildung 4). Gleichzeitig haben durch die weltweite Intensivierung der Forschungsaktivitäten in diesem Bereich fast alle Nationen ihre Position verbessert. Ein wichtiger Indikator für diese Entwicklung ist der Start zahlreicher internationaler Forschungsprojekte mit hohen Fördervolumina. Hervorzuheben sind hier die Förderaktivitäten der britischen Regierung, die aktuell die Entwicklung und das Testen von automatisierten Fahrzeugen mit einem Budget von mehr als 200 Mio. £ (ca. 220 Mio. €) unterstützt. Großbritannien will sich damit als weltweit führender Standort für die Entwicklung und den Test von vernetzten und automatisierten Fahrzeugen positionieren. Auf europäischer Ebene sind in den Jahren 2016 und 2017 verschiedene Forschungsprojekte angelaufen, bei denen der Fokus auf länderübergreifender Zusammenarbeit und Koordination liegt. Ein Beispiel dafür ist das Forschungsprojekt "L3Pilot", bei dem in elf europäischen Ländern in einem gemeinsamen Flottenversuch Automatisierungsfunktionen der Stufe 3 erprobt und demonstriert werden (Gesamtbudget 68 Mio. €, 100 Fahrzeuge).

Insgesamt liegt der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten in allen betrachteten Ländern auf der Erprobung von automatisierten Fahrfunktionen. Dazu wurden 2016 und 2017 weltweit verschiedene Testfelder eingerichtet und eröffnet – sowohl im öffentlichen Raum als auch auf abgesperrten Gebieten. Die USA haben in einem Wettbewerb des U.S. DOT zehn Testfelder ausgewählt, wobei das American Center for Mobility (ACM) in Michigan mit einem Projektvolumen von mehr als 55 Mio. \$ (ca. 47 Mio. €) hervorzuheben ist. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt Südkorea mit dem Testfeld "K-City", das in der Nähe von Seoul erbaut und mit staatlichen Fördermitteln in Höhe von 10 Mio. \$ (ca. 9 Mio. €) unterstützt wird. Geplant ist die Eröffnung dieser Testanlage für Mitte 2018, die eigens gebaute Autobahn ging bereits im November 2016 in Betrieb.

Auch China hat im Jahr 2016 in der "Shanghai International Automobile City" ein abgesperrtes Testfeld für automatisierte Fahrzeuge eröffnet. In Japan werden Tests sowohl auf abgesperrten Testfeldern (z.B. auf dem Testfeld des Japan Automotive Research Institute) als auch auf öffentlichen Straßen (Expressways und Stadtstraßen) durchgeführt. In Deutschland wird die Erprobung von automatisierten Fahrzeugen auf Autobahnen ("Digitales Testfeld Autobahn") schon seit 2015 staatlich gefördert. Im Jahr 2016 wurde zudem eine Ausweitung der Testfelder auf städtische Bereiche (z.B. "digitales Testfeld Düsseldorf", 15 Mio. € Gesamtbudget) und auf grenzüberschreitende Projekte ("Digitales Testfeld Deutschland – Frankreich") beschlossen. Insgesamt stellt die Bundesregierung ein Förderbudget von rund 100 Mio. € für Testfelder auf öffentlichen Straßen bereit.

Neben der öffentlichen Förderung von Forschungsaktivitäten für automatisierte Fahrzeuge gewinnt die private Forschungsförderung durch Unternehmen zunehmend an Bedeutung. Ein Beispiel dafür ist der chinesische Internetkonzern Baidu, der im Rahmen seines Projekts "Apollo" 10 Mrd. RMB (ca. 1,3 Mrd. €) in die Entwicklung einer Open-Source-Plattform investieren wird. Aktuell sind bereits mehr als 70 Kooperationspartner an dem Projekt beteiligt, darunter auch die fünf führenden chinesischen Universitäten.

Abbildung 4: Verstärkte weltweite Forschungsaktivitäten zeigen Wirkung, Deutschland und die USA sind weiterhin führend (AV-Index – Know-how im Bereich automatisierter Fahrzeuge)



Quelle: fka, Roland Berger

Im **Indikator Markt**, der die Verfügbarkeit von Fahrzeugen mit Level-2-Funktionen (z.B. Stauassistent, automatisiertes Parken, Ausweichassistent) in den entsprechenden Märkten widerspiegelt, haben sich die Plätze auf den Führungspositionen im Vergleich zur letzten Ausgabe durch kontinuierlich aufholende Nationen wie China und Südkorea verschoben. Dabei hat China den größten Sprung gemacht und teilt sich nun nach den USA mit Deutschland Platz zwei im Ranking. Schweden ist dadurch auf Platz drei gerückt (Abbildung 5). Südkorea holt weiter auf und liegt nun auf Augenhöhe mit Italien, Mitbewerber Frankreich hat Südkorea im Ranking der Level-2-Funktionen im Volumenmarkt sogar überholt.

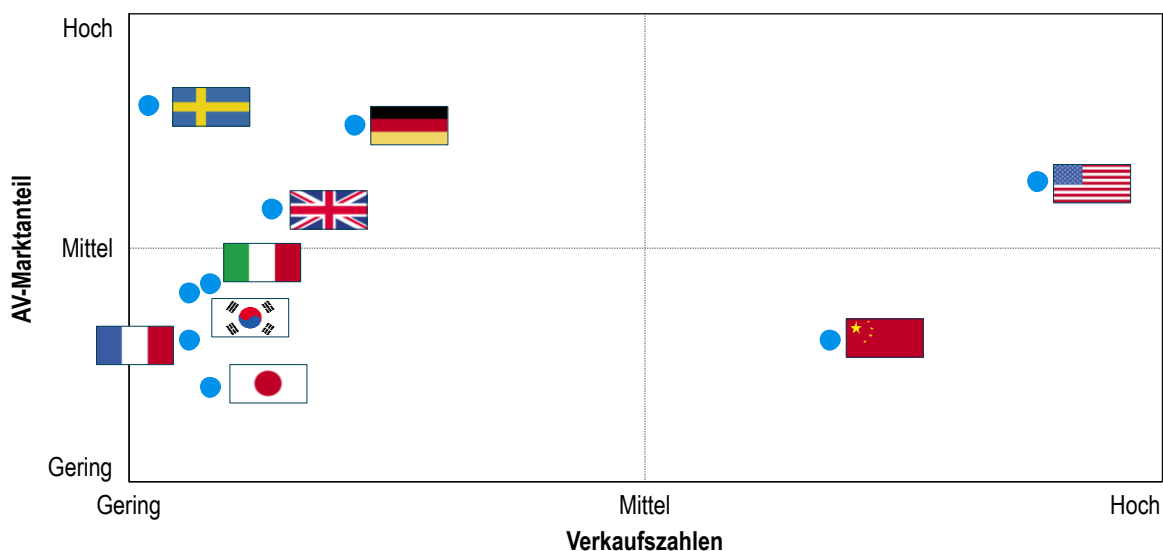
Dennoch konnten die USA ihre Spitzenposition durch die Einführung relevanter Assistenzfunktionen bei Volumenmodellen im Rahmen der hier zugrunde liegenden Methodik ausbauen. So sind die in



den USA besonders verkaufsstarken Modelle von Toyota (v.a. Camry) und Honda (u.a. Civic und Odyssey) jetzt ebenfalls mit Assistenzfunktionen verfügbar. Profitiert hat davon auch der chinesische Markt: Durch die Einführung von relevanten Assistenzfunktionen in Land-Rover-, Toyota- (u.a. Camry) und Honda-Modellen (u.a. Civic) gab es hier ebenso einen signifikanten Zuwachs im Volumensegment.

Zur Positionierung der Märkte ist grundsätzlich anzumerken, dass vor allem die USA und China von ihrer absoluten Marktgröße und damit guten Absatzmöglichkeit für Volumenfahrzeuge mit Level-2-Funktionalitäten profitieren.

Abbildung 5: Südkorea und China profitieren von der Einführung teilautomatisierter Funktionen im Volumensegment (AV-Index – Marktpotenzial von Fahrzeugen mit Advanced Driver Assistance Systems<sup>1)</sup>, Q1 bis Q4 2017)



1) Theoretische Marktbergrenze von Fahrzeugen mit ADAS als Serien- oder Zusatzausstattung

Quelle: IHS, fka, Roland Berger





































Der **Indikator Legislative** bewertet die länderspezifische Gesetzgebung im Hinblick darauf, wie kompatibel sie mit dem öffentlichen Test und Betrieb von automatisierten und fahrerlosen Fahrzeugen ist (Abbildung 6). Die betrachteten Automobilnationen haben in den letzten 12 Monaten vielfältige Gesetzesinitiativen und -anpassungen umgesetzt. Insbesondere in den USA, Schweden und Deutschland wurden die gesetzlichen Rahmenbedingungen für automatisierte Fahrzeuge konkretisiert.

Dadurch nehmen die USA weiterhin die Führungsposition ein. So ist in Michigan neben dem Test auf öffentlichen Straßen mittlerweile auch der Betrieb von automatisierten Fahrzeugen ohne Testhintergrund gesetzlich geregelt und zulässig. In Arizona betreibt Waymo bereits erste fahrerlose Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen, weil die Gesetze dort keine Restriktionen für den Betrieb von AVs beinhalten. Der starke Einfluss der Bundesstaaten auf die Gesetzgebung führt allerdings auch zu einem intensiven Wettbewerb der Bundesstaaten untereinander, denn der Test automatisierter Fahrzeuge ist nicht nur öffentlichkeitswirksam, sondern hat auch wirtschaftlich große Bedeutung. Allerdings wird auch immer wieder über eine US-weit einheitliche Gesetzgebung diskutiert. Ein Beispiel dafür ist der im September 2017 vorgestellte "Self Drive Act", der es dem US-Transportministerium erlaubt, Testlizenzen für automatisierte Fahrzeuge zu vergeben.

Sowohl Schweden als auch Deutschland haben in den letzten 12 Monaten grundlegende gesetzliche Weichenstellungen im Bereich automatisiertes Fahren vorgenommen. So wurde in Schweden im Mai ein umfassendes Gesetzespaket verabschiedet, das u.a. die Haftungsverteilung und die Voraussetzungen für den Testbetrieb regelt. Entsprechende Gesetze zum Serienbetrieb von automatisierten Fahrzeugen sind für dieses Jahr angekündigt. In Deutschland wurden mit der Anpassung des StVG vom 12.05.2017 wesentliche Teilaspekte (z.B. Haftungsverteilung, Datenaufzeichnung) für den Test und Betrieb von automatisierten Fahrzeugen geregelt. Wie in allen UNECE-Vertragsstaaten verhindert die Richtlinie R79 allerdings weiterhin eine Serienzulassung von Fahrzeugen mit höheren Automatisierungsstufen.

Auch in anderen Ländern wird intensiv über gesetzliche Regelungen für automatisierte Fahrzeuge diskutiert. Dabei markiert Großbritannien, wo das Testen derzeit auch ohne explizite Gesetzgebung möglich ist, das eine und China, wo das Testen von automatisierten Fahrzeugen auf öffentlichen Straßen derzeit ausdrücklich verboten ist, das andere Extrem. In beiden Ländern sind neue Gesetze in Planung: In Großbritannien sollen sie den rechtlich unverbindlichen "Code of practice" ablösen, in China die Rahmenbedingungen und Anforderungen für öffentliche Tests definieren.

Abbildung 6: Gesetzgebungsinitiativen zur Konkretisierung der Rahmenbedingungen für den Test und Betrieb von AVs (AV-Index – legislative Rahmenbedingungen)

	Testen von AVs	Betrieb von AVs (Level 3)	Betrieb von AVs (L4/L5)	Anmerkungen
<b>US</b> 				Betrieb von automatisierten Fahrzeugen ohne Testhintergrund erstmalig geregelt
<b>Deutschland</b> 				Anpassung der StVG vom 12.05.2017 definiert wesentliche Teilaspekte
<b>UK</b> 				"Code of practice" zum Testen von AVs ohne rechtliche Bindung
<b>Frankreich</b> 				Gesetzentwurf zum Testen von AVs in Vorbereitung
<b>Italien</b> 				Testen und Betrieb von AVs in Italien aktuell inkompatibel mit "Highway Code"
<b>Schweden</b> 				Verabschiedung einer umfassenden Gesetzgebung zum Testen im Mai 2017
<b>China</b> 				Testen von automatisierten Fahrzeugen auf öffentlichen Straßen derzeit verboten
<b>Japan</b> 				Testen von AVs auf ausgewählten öffentlichen Straßen möglich
<b>Korea</b> 				Ausweitung der Testmöglichkeiten von AVs auf alle öffentlichen Straßen

Quelle: Presse-Recherche, fka, Roland Berger

### 3. Schwerpunktthema Testflotten

#### Europäische Hersteller zurückhaltend, US-Anbieter nehmen Fahrt auf

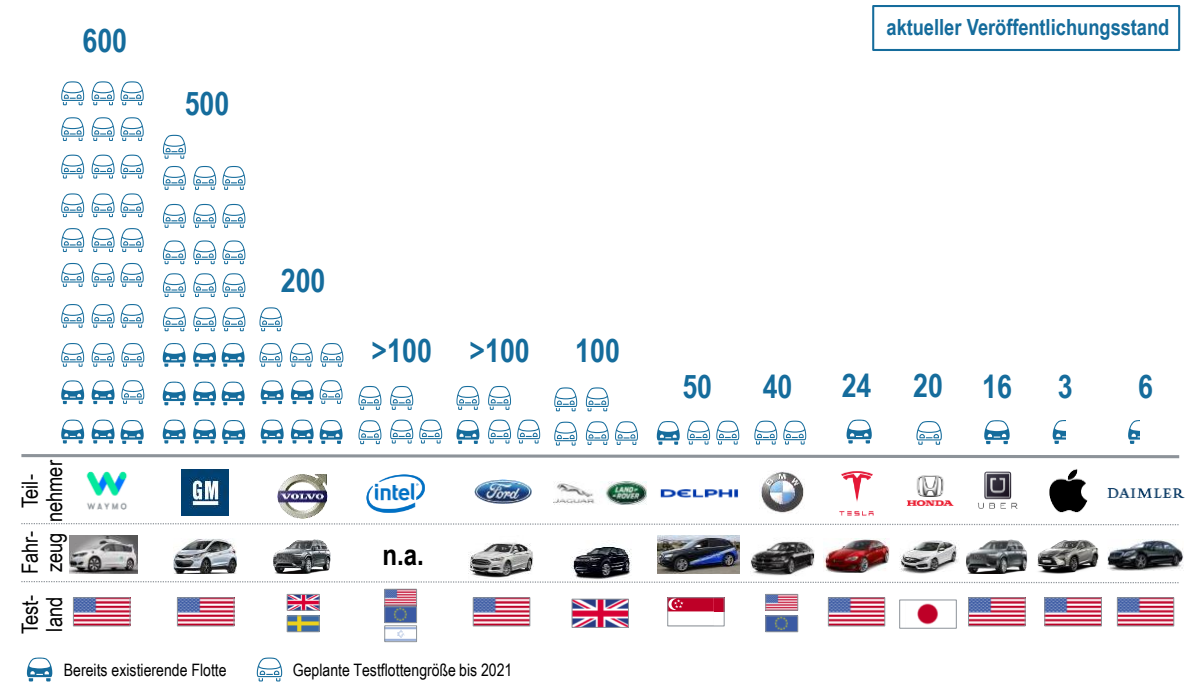
Sollen hochautomatisierte Fahrzeuge im Stadtverkehr zum Einsatz kommen, müssen ihre Steuerungsalgorithmen im Vorfeld möglichst umfassend auf Basis realer bzw. möglichst realistischer Verkehrssituationen "trainiert" werden. Auch wenn dies bereits zu mehr als 95% in virtuellen Umgebungen erfolgen kann, sind reale Testflotten bis auf Weiteres unerlässlich. Während die meisten etablierten Hersteller hier einen eher evolutionären Ansatz der schrittweisen Weiterentwicklung automatisierter Fahrfunktionen wählen, haben amerikanische, aber auch chinesische Technologieunternehmen deutlich aggressivere Pläne. Sie wollen ihre automatisierten Flotten möglichst früh kommerziell nutzen, um die Systeme dann mit den gesammelten realen Fahrdaten weiterzuentwickeln. Damit werden die Flotten schneller in der Breite einsetzbar – und können wiederum noch schneller weitere Trainingsdaten zur Verfügung stellen. Dieser sogenannte Netzwerkeffekt ist die Grundlage der meisten erfolgreichen internetbasierten Geschäftsmodelle. Jetzt soll er vor allem amerikanischen Herstellern dabei helfen, den Markt zu dominieren.

Insbesondere Waymo und GM bauen ihre Testflotten bis 2021 auf mehr als 600 respektive 500 Fahrzeuge massiv aus. Aktuell startet Waymo im US-Bundesstaat Michigan erste Tests unter Winterbedingungen. Erstmals wird dabei auf einen "Back-up"-Fahrer verzichtet, nur ein "Not-Halt" durch einen auf der Rückbank mitfahrenden Mitarbeiter ist im Problemfall vorgesehen.

Zusätzlich zu den in Abbildung 7 dargestellten Zahlen wird Volvo mehrere Tausend mit entsprechender Hardware ausgerüstete Fahrzeuge an Uber liefern. Der Fahrdienstleister will diese dann mit eigener Software für hochautomatisiertes Fahren ausstatten. Legt man die veröffentlichten Pläne zu Testflotten zugrunde, scheinen die USA (neben Waymo und Google sind auch Intel, Delphi und Ford aktiv) das hochautomatisierte Fahren im Stadtverkehr deutlich aggressiver voranzutreiben als viele europäische Hersteller.

Unterstützt werden ihre ambitionierten Ziele durch einen gesetzlichen Rahmen, der – im Gegensatz zu Europa – schon jetzt einen kommerziellen Einsatz erlaubt. Eine Führungsrolle bei klassischen Fahrerassistenz- und teilautomatisierten Systemen ist also noch lange keine Garantie dafür, auch im Wettlauf um die automatisierte Mobilität ein Platz auf dem Siegertreppchen zu ergattern.

Abbildung 7: Aktuell und künftig zu Test- und Entwicklungszwecken auf öffentlichen Straßen eingesetzte hoch- und vollautomatisierte Fahrzeugflotten (aktueller Veröffentlichungsstand der Marktteilnehmer, Stand Q4/2017)



Quelle: Presse-Recherche, fka, Roland Berger

#### **4. Interview with Amitai Bin-Nun (PhD), Vice President, Autonomous Vehicles and Mobility Innovation, SAFE (Securing America's Future Energy)**

Roland Berger Senior Partner Wolfgang Bernhart spoke with Amitai Bin-Nun, Vice President, Autonomous Vehicles and Mobility Innovation at "Securing America's Future Energy" (SAFE). SAFE (<http://secureenergy.org/>) is a non-partisan organization committed to combating the economic and national security threats posed by America's dependence on oil. It unites prominent four-star retired military officers, Fortune 500 CEOs, and its expert staff to produce high-quality, fact-based analysis and policy recommendations for lawmakers, regulatory agencies, and the public. To do so, SAFE is working closely with key decision makers in the US government administration and key agencies. A key area of its work is around innovation in transportation, especially around alternative propulsion and autonomous driving.

**RB: Considering the US Government's actions and regulatory activities, what benefits do you think the government expects from autonomous technologies?**

The US government expects several benefits from autonomous technologies, with a particular focus on most likely short-term gains. The first and most important one would be significant improvement in driving safety.

Then, the federal government has a significant focus on benefits for those with limited access to mobility solutions: autonomous vehicles could help people who are too young or too old to drive, and/or living in areas with limited modal options (rural or at least remote from big city centers), or with disabilities. Improving mobility solutions and increasing the number of beneficiaries is definitively in the interest of the political parties, and consequently takes a large space in legal discussions.

**RB: From your perspective, which states in the US currently offer the most attractive framework conditions for a market introduction of AVs?**

Currently, we are in a still early stage of development at which access to talents and the number of actors incubating new technologies is the most important factor – California is leading here.

But we also see a lot of activities in Arizona, where it is technically and legally easier than in other states to introduce L4 vehicles, think about the weather for example.

New York and Vegas are chosen for publicity – and might be interesting places to commercialize respective developments, esp. around driverless cabs first.

**RB: Where do you see the US right now in terms of legislation towards level 4-5 vehicles compared to Europe and Asia (esp. Singapore and China)?**

As distinct from Europe, where a type approval is needed, the US works on the principle of self-certification. Vehicles need to comply with the Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS). Since there is no regulation that prohibits autonomous functionalities for light vehicles, they need to comply with the standards outlined: they need to have a steering wheel and other features, but other than that, as long as the feature is not forbidden, it is considered as legal.

The situation for trucks is different: for trucks above 10,000 pounds, regulation assumes that there is always a driver behind the steering wheel. Getting autonomous trucks on the road is therefore not as simple.

**RB: What would be the main differences in legislation between the federal US government plans and states regulation?**

The federal government puts a high priority on autonomous vehicles safety, both for passengers and for economic benefits, and is consequently deeply engaged in related design and performance regulations. Under existing law, states cannot require a different number of airbags than the federal government requires; they cannot define or add their own design or performance standards. The federal government is interested in maintaining this division of labor for autonomous vehicles as well.

States scope of concern is about what comes after, once the safety, design, and performance regulations are settled and concern much of what regulates AV usage, i.e., getting suited license, registration, and insurance.

In early September, the House of Representatives had already passed a self-driving legislation bill. In early October, Senators in the Commerce, Science, and Transportation Committee have unanimously approved the AV START Act. There are some common themes between the legislation.

First, the legislation declared that autonomous vehicle design, performance, and safety regulation is only a matter for the federal government and began a process creating regulations. Second, it requires that autonomous vehicle developers submit a letter to regulators describing the safety of its vehicles before deployment. Finally, car makers wishing to pursue alternative design for autonomous vehicles are allowed to pursue safety exemptions up to a certain level of production volume. The legislation would allow states to retain control over rules for registration, licensing, and insurance. Both bills do not include self-driving trucks in their frameworks because of pressure from labor unions regarding job security and safety for truckers.

There continues to be no federal requirement for a fallback to human control for light-duty vehicles. Instead, companies can produce highly or fully automated cars as long as they comply with existing vehicle design regulations. They also have the ability to manufacture a certain number of units in a given year that use innovative designs and are not currently allowed. In the finished version of the Senate bill, companies are capped at 15,000 vehicles in the first year, 80,000 in three years, and no cap in the fourth. These stated restrictions to production are only applied on vehicles that are not meeting the current safety specifications for vehicles (e.g., no steering wheel). If the AV is designed conventionally, there are no restrictions to be considered.

However, the bills still need to be voted in the Senate. This might happen in the next three months. If it does not happen by mid-2018, it might take much more time since there would be an election in November 2018 and a new congress would "start from scratch".

**RB: A final question: what role do city regulations play? How do they interfere with the rest?**

Mobility services are traditionally regulated by cities. However, as large companies play a bigger role in this space, companies such as Uber and Lyft have pushed very hard to obtain state decisions regarding their activities. State regulation regarding autonomous technologies can supersede municipality regulations. For example, if a state legislature licenses the operation of an autonomous ride-hailing service, you will likely not need another one to operate in the city.



At the same time, respective decisions create tensions between these two administrative layers and are likely to generate more in the future as actors and services will extend.

**RB: Amitai, we thank you very much for your valuable insights!**

## Der Weg zur Level-4/5-Automatisierung

Die in dieser Ausgabe des AV-Index dargestellten Entwicklungen sowohl im Bereich der gesetzlichen Rahmenbedingungen wie auch im operativen Betrieb von automatisierten Testflotten in den untersuchten Ländern machen deutlich: die Test- und Technologieentwicklungs-Aktivitäten der meisten OEMs und Zulieferer konzentrieren sich derzeit auf die USA.

Ursächlich hierfür ist neben der Start-up-Mentalität im Silicon Valley die Aussicht auf vergleichsweise unbürokratische Testvorbereitungen und -durchführungen auf öffentlichen Straßen. Der Großteil der bereits bestehenden oder geplanten Testflotten wird seine Kilometer daher nach aktuellem Stand der Gesetzgebung in den USA absolvieren – und die führende Position des Landes beim automatisierten Fahren sowie bei der Ansiedlung von Hightech-Unternehmen in diesem Technologiefeld damit weiter ausbauen. Begünstigt wird dieser Trend durch die Tatsache, dass in den USA im Gegensatz zu Europa keine Typenzulassung erforderlich ist. Eine "self-certification", die nur bestimmte Fahrzeugattribute wie beispielsweise ein Lenkrad erfordert, reicht aus. Auch für eine Level-4/5-Zertifizierung müssen nur bestimmte Kriterien erfüllt sein; der Zulassungsprozess ist dadurch vergleichsweise unkompliziert.

Deutschland wird sicher auch künftig eine führende Rolle als Technologie- und Wissensträger spielen – vorausgesetzt, der Gesetzgeber schafft mit realitätsnahen Regulierungen schnell die entsprechenden Grundlagen. Nur so kann Deutschland mit den USA auf Augenhöhe agieren. Künftige deutsche Gesetze sollten vorrangig das Ziel verfolgen, das Land für führende Unternehmen attraktiv und zukunftsfähig zu machen. Die Anpassung wesentlicher Aspekte des StVG im Mai 2017 war fraglos ein wichtiger, aber sicher nur erster überfälliger Schritt in Richtung Level-4/5-Automatisierung auf öffentlichen Straßen.

Weitere Märkte wie etwa China – bislang ein in seinen Bestimmungen für den öffentlichen Test und Betrieb von automatisierten Fahrzeugen sehr konservativer Wettbewerber – können durch entsprechende Gesetzgebung vergleichsweise kurzfristig eine signifikante Kräfteverschiebung im Markt für autonome Fahrzeuge herbeiführen. Auch die USA können schnell einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil in Richtung Level-4/5-Automatisierung erringen. Mit Sicherheit abzusehen ist dies zum heutigen Zeitpunkt und Stand der Technik allerdings noch nicht. Denn eines macht der aktuelle Index auch deutlich: Die Entwicklung ist zwar rasant – doch insgesamt steht die Industrie bei den automatisierten Fahrzeugen noch immer am Anfang.



## 5. Methodik

Die relative Wettbewerbsposition einzelner Automobilnationen im internationalen Vergleich wird an zwei zentralen Indikatoren gemessen: Industrie und Markt.

### Industrie

> OEM-Aktivitäten: aktueller Entwicklungsstand der Automobilindustrie eines Landes in Bezug auf die Verfügbarkeit von (teil-)automatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen und im Hinblick auf deren Realisierung in Prototypenfahrzeugen

> Forschung und Know-how: Wissens- und Kompetenzposition eines Landes in den für automatisierte Fahrzeuge relevanten Forschungsfeldern, repräsentiert durch die Forschung der jeweiligen Top-Universitäten und entsprechende Forschungsprogramme

### Markt

> Legislative: Vergleich der rechtlichen Rahmenbedingungen für den Betrieb und das Führen automatisierter Fahrzeuge

> Marktvolumen: Vergleich der Gesamtverkaufszahlen mit Anteil verkaufter Fahrzeuge mit relevanten Fahrerassistenzfunktionen

Die einzelnen Indikatoren (Wertebereich 0 bis 5) werden von der Roland Berger GmbH und der fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH gewichtet und im Index "Automatisierte Fahrzeuge" zusammengeführt. Der Index ermöglicht einen Vergleich der Wettbewerbspositionen der relevanten Automobilnationen (USA, Deutschland, China, Schweden, UK, Südkorea, Frankreich, Italien und Japan) und stellt die Automobilmärkte mithilfe global einheitlicher Maßstäbe gegenüber. Der Index zeigt, in welchem Maße einzelne Nationen an dem durch automatisierte Fahrzeuge entstehenden Markt partizipieren. Die angewandten Indikatoren werden dabei wie folgt bewertet:

### OEM-Aktivitäten

> Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der in aktuellen Fahrzeugen angebotenen (teil-)automatisierten Fahrerassistenzsysteme, differenziert nach Fahrzeugsegmenten

> Technologischer Entwicklungsstand, gemessen anhand der Anzahl und der Komplexität von automatisierten Fahrfunktionen, welche die Automobilindustrie eines Landes aktuell in Serienfahrzeugen anbietet oder in Prototypen vorgestellt hat

### Forschung und Know-how im Bereich automatisierter Fahrzeuge

> Kompetenzen der forschungsstärksten Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen eines Landes hinsichtlich Fahrerassistenzsystemen und höherer Automatisierungsstufen

> Forschungsbreite und Tiefe der adressierten Forschungsthemen in den Feldern Sensorik, Fahrzeugintelligenz und Absicherung sowie in den angrenzenden Feldern wie Konnektivität und digitale Infrastruktur unter Berücksichtigung der Wissenstiefe

### Legislative

> Gesetzliche Voraussetzungen hinsichtlich Fahrzeugzulassung und -betrieb unter Berücksichtigung von Zivilrecht, öffentlichem Recht sowie vorhandener Standards und Normen

> Juristische Randbedingungen in Bezug auf Haftungsfragen und Fahrerhaltensrecht

### Marktvolumen

> Verkaufszahlen aller Fahrzeuge pro Land sowie Anteil von Fahrzeugen mit entsprechenden Fahrerassistenzsystemen des SAE-Levels 2+ und höher (z.B. Stauassistent)

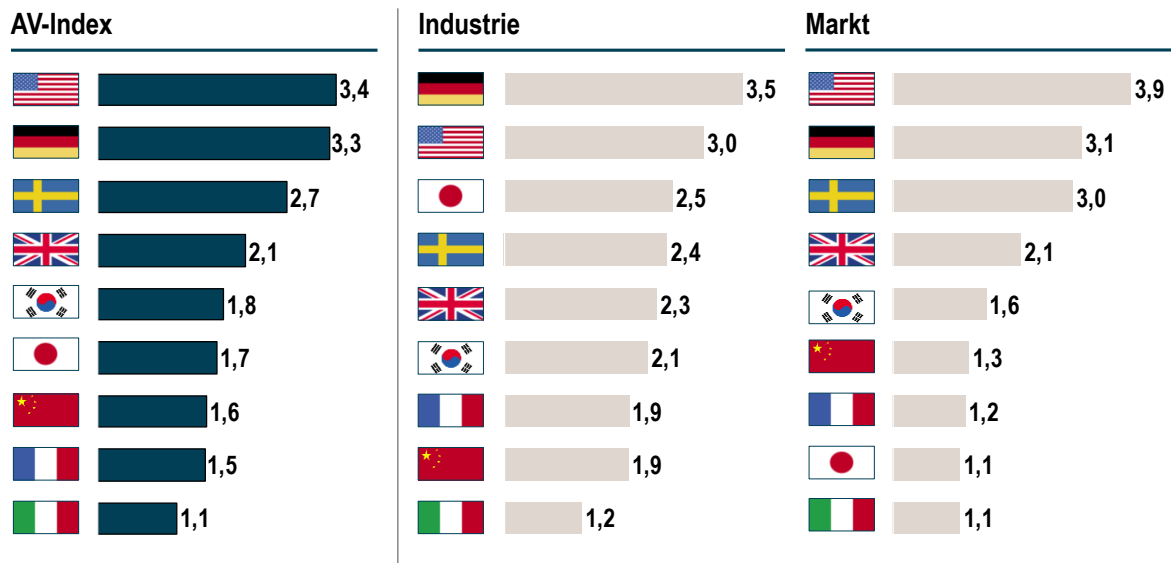


> Im Vergleich zur vorherigen Ausgabe des Index "Automatisierte Fahrzeuge" ist die Ermittlung des Scores im Bereich Marktvolumen durch eine Umstellung der Gewichtung absolut nach unten verschoben. Die relative Vergleichbarkeit zu den vorherigen Scores ist dadurch aber weiterhin gegeben und wird durch den Abgleich mit umgerechneten vorherigen Werten nach neuer Gewichtung zusätzlich sichergestellt.

## 6. Anhang

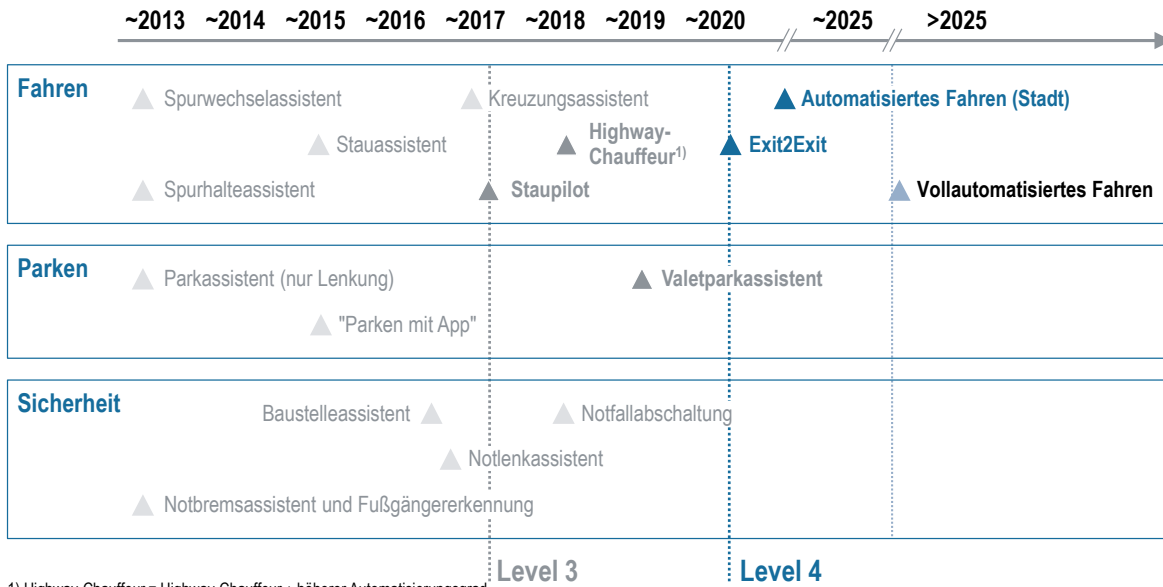
Abbildung 8: Deutschland und die USA führen den AV-Index an, Schweden folgt auf dem dritten Platz. Die USA bauen ihren Vorsprung im Indikator Markt durch günstige Gesetzgebung deutlich aus

### AV-Index – Ranking nach Indikator



Quelle: fka, Roland Berger

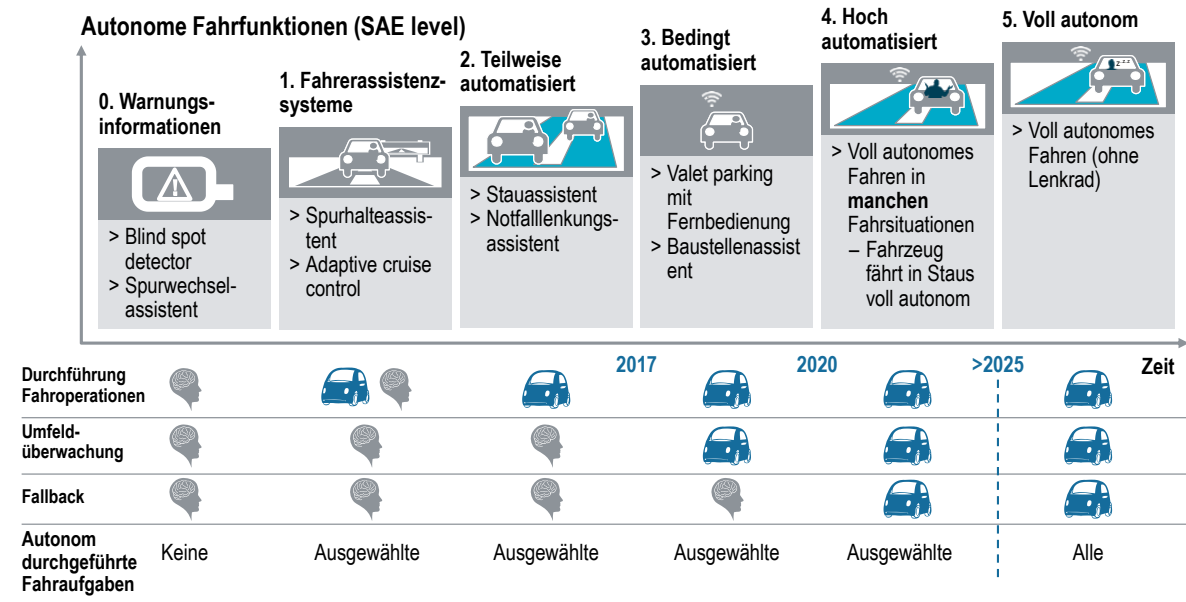
Abbildung 9: OEM-Aktivitäten werden anhand vorhandener Fahrassistenzsysteme inklusive vollautomatisierter Fahrfunktionen bewertet (AV-Index – Zeitleiste für automatisierte Fahrfunktionen)



1) Highway-Chauffeur = Highway-Chauffeur + höherer Automatisierungsgrad

Quelle: Roland Berger

Abbildung 10: Relevante Fahrerassistenzsysteme für den AV-Index sind solche auf SAE-Level 2 und höher (AV-Index – SAE-Level-Definition)



Quelle: SAE Int., J3016, fka, Roland Berger

## **Autoren**

Wir beantworten gerne Ihre Fragen:



**Dr. Wolfgang Bernhart**  
Partner  
+49 711 32757421  
wolfgang.bernhart@rolandberger.com



**Ingo Olschewski**  
Senior Manager  
+49 241 8861160  
ingo.olschewski@fka.de



**Christian Burkard**  
Senior Consultant  
+49 241 8025623  
christian.burkard@fka.de



**Manuel Yoon**  
Project Manager  
+49 69 299246174  
manuel.yoon@rolandberger.com

Wir bedanken uns bei Co-Autor Florian Kalt für seinen Beitrag zu den Studienergebnissen.



## Herausgeber

### **Roland Berger GmbH**

Sederanger 1  
80538 München  
Germany  
+49 89 9230-0  
[www.rolandberger.com](http://www.rolandberger.com)

### **fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH, Aachen**

Strategy and Consulting  
Steinbachstrasse 7  
52074 Aachen  
Germany  
+49 241 8861-0  
[www.fka.de](http://www.fka.de)

## Fotorechte

Titel: Fotolia

## Disclaimer

Diese Studie dient ausschließlich der allgemeinen Orientierung. Der Leser sollte Aktivitäten nicht ausschließlich auf Basis der Inhalte dieser Studie anstoßen, insbesondere nicht ohne vorherige professionelle und individuelle Beratung.

Roland Berger GmbH ist nicht haftbar für Schäden, die aus Handlungen auf Basis dieser Studie entstehen.

### **Order and download**

[www.rolandberger.com](http://www.rolandberger.com)

### **Stay tuned**

[www.twitter.com/RolandBerger](https://www.twitter.com/RolandBerger)

<http://www.facebook.com/RolandBergerGmbH>

© 2018 Roland Berger GmbH.

All rights reserved.



navigating  
complexity