



STUDIE

Index "Automatisierte Fahrzeuge"

3. Quartal 2016

Liebe Leser,

das Thema Fahrzeug- und Infrastrukturkonnektivität wird stets im Zusammenhang mit der Einführung hochautomatisierten Fahrens diskutiert. Dabei steht nicht nur die Verwendung hochaktueller Daten für Karten, Verkehrsaufkommen und aktuelle Warnmeldungen im Vordergrund, sondern auch die Generierung und Bereitstellung dieser Daten mithilfe intelligenter Fahrzeug- und Infrastrukturkomponenten. Erst kürzlich hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur einen Innovationsvertrag geschlossen, der unter anderem vorsieht, das Testfeld A9 mit digitaler Infrastruktur auszurüsten. Zusammen mit Industriepartnern werden dazu ab dem Jahr 2017 für Abschnitte der öffentlichen Teststrecke hochgenaue Echtzeit-Daten zu Verkehrsfluss, Verkehrsdichte und Fahrverhalten in einer Cloud-Anwendung zur weiteren Verarbeitung und Anwendung in Fahrzeugsystemen zur Verfügung gestellt. In diesem Zusammenhang werfen wir in dieser Ausgabe einen Blick auf grundsätzliche technische Möglichkeiten der Fahrzeugkonnektivität, aktuelle Entwicklungen und die kontrovers diskutierte Notwendigkeit von Konnektivität für die Einführung hochautomatisierter Fahrfunktionen.

Standardmäßig erhalten Sie außerdem einen aktuellen Vergleich der Wettbewerbspositionen der einzelnen relevanten Automobilnationen. Die Aktualisierung der Wettbewerbspositionen erfolgt anhand folgender Indikatoren:

- 1. Industrie:** Technologischer Entwicklungsstand der von den OEMs eines Landes entwickelten und produzierten Fahrzeuge sowie Umfang und Ausrichtung entsprechender Forschungsaktivitäten.
- 2. Markt:** Jeweilige Marktgröße, repräsentiert durch die Nachfrage nach Fahrzeugen mit relevanten Fahrerassistenzsystemen als ein Indikator für die Nutzerakzeptanz, sowie die Einschätzung der rechtlichen Rahmenbedingungen des jeweiligen Landes, automatisierte Fahrzeuge dort zu bewegen.

Die Roland Berger GmbH und die fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrzeugwesen mbH Aachen (fka) führen diese Indikatoren im Quartalsindex "Automatisierte Fahrzeuge" zusammen, der einen Vergleich der Wettbewerbsposition 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" Q3/2016

OEM-Aktivitäten – Deutsche Fahrzeughersteller behaupten Führungsposition in dynamischem Wettbewerbsumfeld

Die deutschen OEM können Ihre Führungsposition auch weiterhin verteidigen. Der Vorsprung ist dabei vor allem auf die bereits in Serienfahrzeugen verfügbaren Systeme zurückzuführen. Allerdings weist das internationale Wettbewerbsumfeld eine zunehmende Dynamik und Intensität auf. Verschiedene Hersteller haben die Markteinführung von spezifischen automatisierten Fahrzeugfunktionen für die nächsten Monate angekündigt.

Know-how – Unterschiedliche Forschungsschwerpunkte im Bereich Konnektivität: USA und Japan mit Fokus auf Infrastrukturaufbau für vernetzte Fahrzeuge

Das Kriterium Know-how für automatisierte Fahrzeuge wird gemeinsam von den USA und Deutschland angeführt. Während in fast allen Nationen die Erprobung und Demonstration von automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Raum gefördert wird, existieren im Bereich der Konnektivität verschiedene Forschungsansätze. Insbesondere in den USA und Japan liegt ein Fokus auf dem Infrastrukturaufbau für vernetzte Fahrzeuge, der dort als ein wesentliches Element für höhere Automatisierungsstufen angesehen wird.

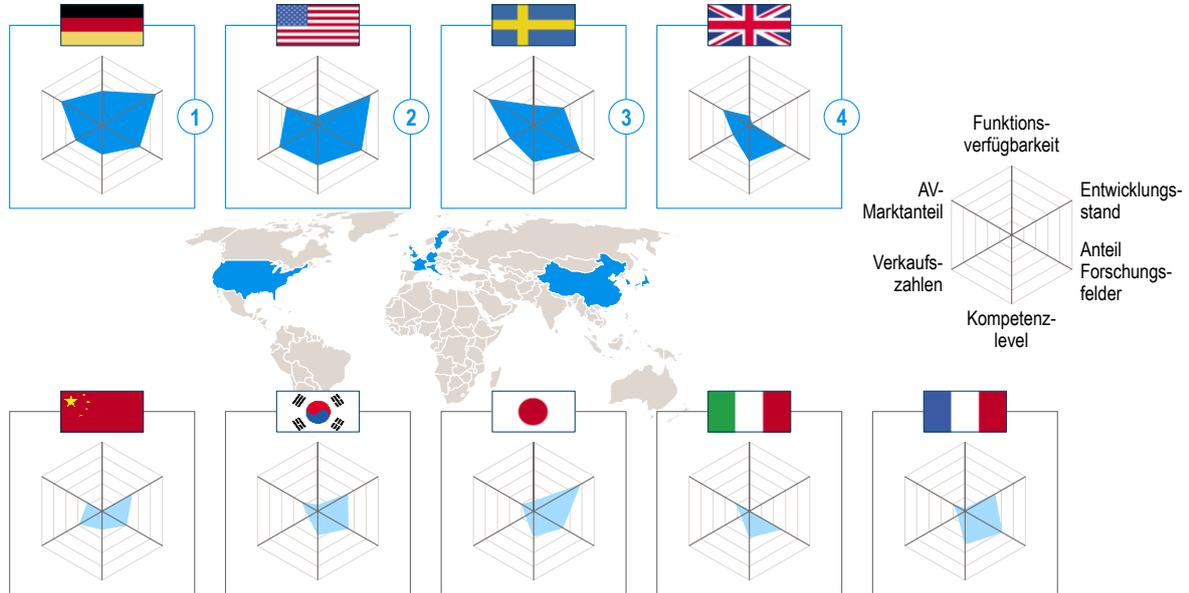
Rechtliche Rahmenbedingungen – Deutschland manifestiert Anpassungen des Wiener Übereinkommens, Südkorea startet Aufholjagd, Singapur als Vorbild für Stadtkonzepte

Deutschland macht einen weiteren wichtigen Schritt nach vorn. Die vom Kabinett im April final beschlossene Übernahme wichtiger Anpassungen der Wiener Konvention ist ein wesentlicher Schritt in Richtung des automatisierten Fahrens. Dennoch gelingt es Deutschland damit nicht, die USA vom Spitzenplatz zu verdrängen. Wesentliche weitergehende Schritte in Richtung der Vereinfachung von Zulassungsverfahren sichern den USA den Spitzenplatz. Währenddessen plant Südkorea konkrete nächste Schritte für eine zügige Einführung automatisierter Fahrtechnik auf koreanischen Straßen mit der Schaffung öffentlicher Testfelder. Obwohl nicht im Fokus unserer Studie, planen auch andere asiatische Länder bereits die Integration automatisierter Fahrzeuge in ihre Stadtkonzepte – Singapur arbeitet bereits konkret an entsprechenden Konzepten, um Städte durch Einsatz von automatisierter Fahrzeugtechnik im öffentlichen Nahverkehr und der Logistik lebenswerter und vor allem "autoärmer" zu machen.

Marktvolumen – USA, Südkorea und China profitieren von Einführung relevanter Assistenzfunktionen bei Volumenmodellen

Die ersten drei Plätze haben sich im Vergleich zur vorherigen Ausgabe des AV-Index in Bezug auf das Kriterium Markt zwar nicht verändert – die USA führen weiterhin vor Deutschland und Schweden. Dennoch profitierten die USA, Südkorea und China besonders durch die Einführung relevanter Assistenzfunktionen bei Volumenmodellen im Rahmen unserer zugrundeliegenden Methodik. Südkorea und China konnten innerhalb des Parameters wichtige Plätze gutmachen.

Abbildung 1: Vergleich der Wettbewerbspositionen der weltweit führenden Automobilnationen im Bereich "Automatisierte Fahrzeuge"

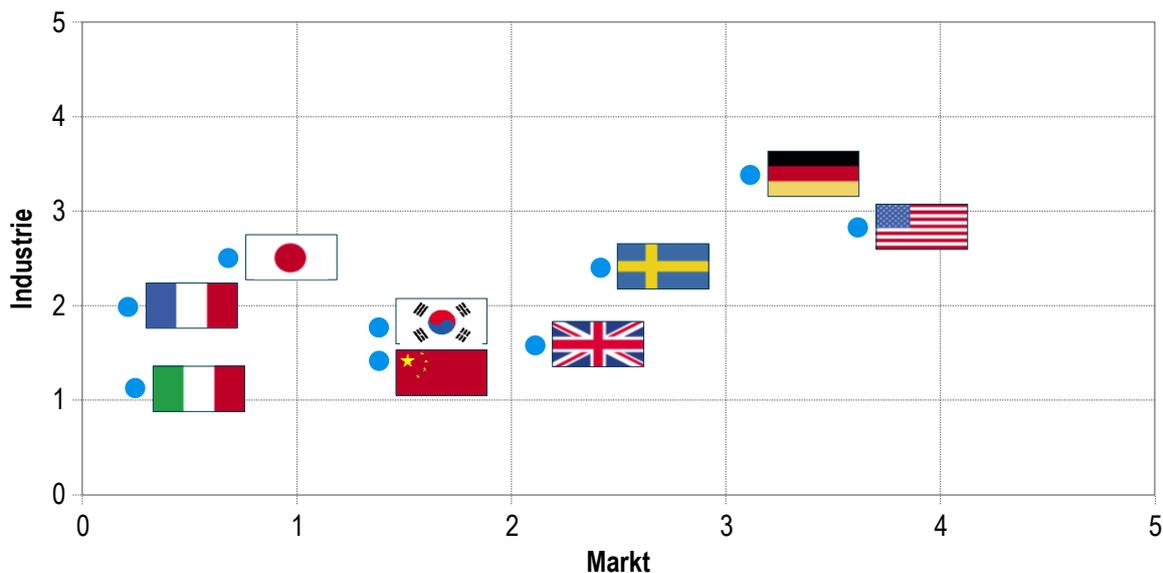


Quelle: fka, Roland Berger

2. Zusammenfassender Vergleich der Wettbewerbspositionen der weltweit führenden Automobilnationen

Aus der Bewertung der beiden Dimensionen Industrie und Markt lassen sich die Wettbewerbspositionen der weltweit führenden Automobilnationen zusammenfassend darstellen. (Abb. 2)

Abbildung 2: Deutschland und USA weiterhin in der Führungsposition, USA baut Vorsprung im Indikator Markt weiter aus (AV-Index – Q3 2016)



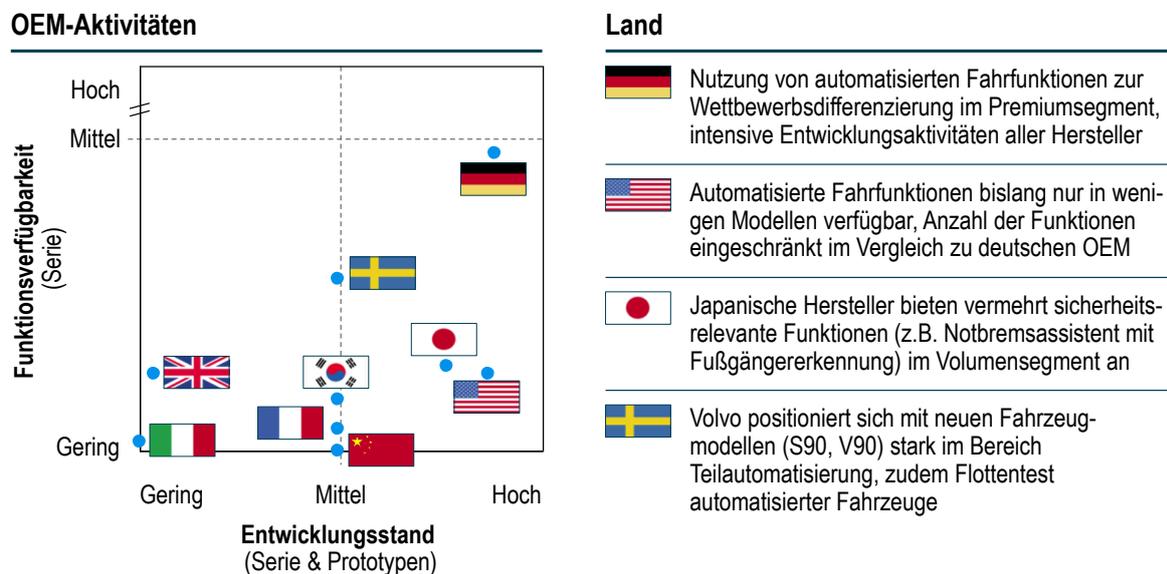
Quelle: fka, Roland Berger

Deutschland konnte seine Führungsposition im **Indikator Industrie** auch im ersten Halbjahr 2016 vor den USA verteidigen. Auf die dritte Position konnte allerdings Japan vorrücken, das damit seinen bisherigen Platz im Ranking mit Schweden getauscht hat. Auch auf den dahinterliegenden Plätzen ergeben sich Veränderungen. In Südkorea und China ist eine Verstärkung der Aktivitäten im Bereich der Fahrzeugautomatisierung zu erkennen, sodass diese Länder die Lücke zu Frankreich schließen konnten. Insgesamt resultiert daraus mittelfristig eine erhöhte Wettbewerbsintensität für die deutsche Automobilindustrie. Die Ursachen für diese Veränderungen können bei einer genaueren Betrachtung der beiden zugrundeliegenden Bewertungskriterien OEM-Aktivitäten und Know-how identifiziert werden.

Die Bewertung hinsichtlich des Kriteriums **OEM-Aktivitäten** führen die deutschen Automobilhersteller weiterhin mit Abstand auf die USA an (Abb. 3). Die Stärke der deutschen OEM liegt in der hohen Verfügbarkeit von automatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen. Insbesondere im Premiumsegment wird die Fahrzeugautomatisierung zur Wettbewerbsdifferenzierung genutzt. Mit der Markteinführung von neuen Fahrzeugmodellen (z.B. Mercedes E-Klasse) werden daher meist auch neue Fahrfunktionen realisiert. Allerdings zeichnet sich dabei ein Dilemma für zukünftige Fahrzeugmodelle ab. Einerseits werden neue Funktionen (Bsp. Remote Parking) bereits nach kurzer Zeit auch von Wettbewerbern angeboten. Andererseits schränken die legislativen Rahmenbedingungen zunehmend das bereits verfügbare technologische Potenzial ein, sodass im Sinne einer gesetzlichen Konformität bestimmte Funktionen in Serienfahrzeugen teilweise deaktiviert werden. Zudem weist das internationale Wettbewerbsumfeld eine zunehmende Dynamik auf. Nahezu alle Fahrzeughersteller haben für die kommenden Monate die Einführung von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen angekündigt. Insbesondere bei Sicherheitsfeatures

ist eine schnelle Marktdiffusion in alle Fahrzeugsegmente möglich. So werden z.B. Toyota und Lexus bis zum Ende des kommenden Jahres Notbremsassistenten als Serienausstattung in nahezu allen Modellen in den USA anbieten. Gleichzeitig treten auch internationale Akteure in den Vordergrund, die bislang nicht im direkten Fokus der Diskussion standen. Hyundai und Kia haben sich in den vergangenen Monaten sehr aktiv in dem Feld der Fahrzeugautomatisierung positioniert und testen Prototypen in den USA (Kia Soul, Hyundai Tucson) und Südkorea (Hyundai Genesis). Zudem haben auch die chinesischen Hersteller (z.B. Changan, BAIC) im Kontext der Beijing Motor Show verschiedene Prototypenfahrzeuge demonstriert, die auch in der Bewertung Berücksichtigung finden. Für einen weiteren Anstieg der Dynamik und Intensität der OEM-Aktivitäten könnte zukünftig der potenzielle Markteintritt von neuen Akteuren (z.B. LeECO, Faraday) und Start-Ups, der Kompetenzaufbau durch Akquisitionen (Bsp. Kauf von Cruise Automation durch GM) oder mögliche Kooperationen zwischen Hightech-Unternehmen und etablierten OEMs (Bsp. Google und FCA) sorgen.

Abbildung 3: Intensivierung der OEM-Aktivitäten bedingt zunehmende Verfügbarkeit von AV-Funktionen in Serienfahrzeugen (AV-Index – Aktivitäten der nationalen OEM)



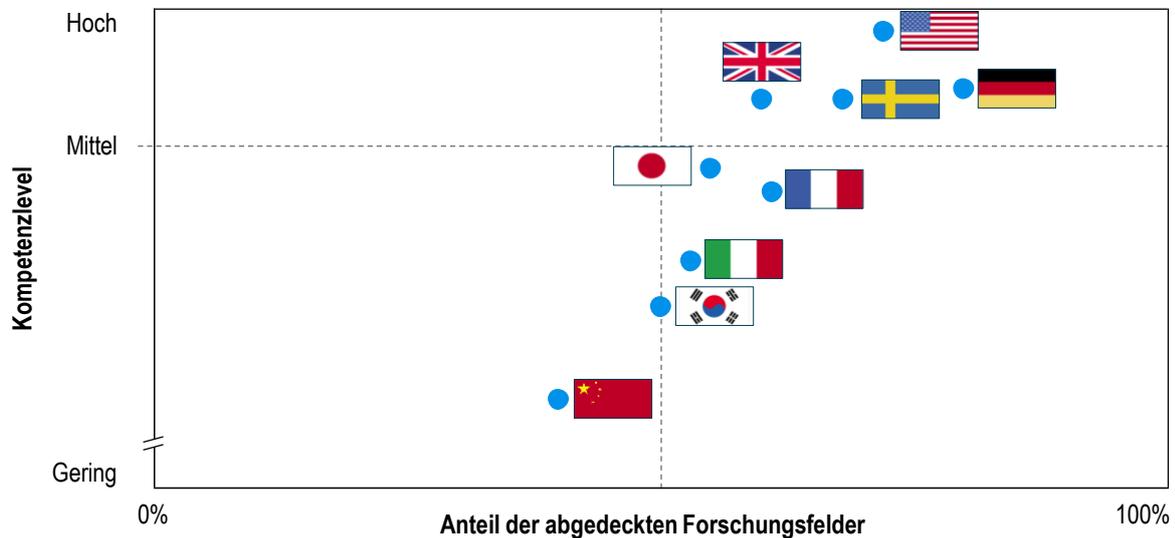
Quelle: fka, Roland Berger

Die Bewertungsdimension **Know-how** für automatisierte Fahrzeuge wird weiterhin gemeinsam von den USA und Deutschland angeführt (Abb. 4). Wie bereits bei den OEM-Aktivitäten konnte Südkorea seine Position auch beim Know-how deutlich verbessern und zum Mittelfeld aufschließen. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die südkoreanischen Universitäten und Forschungseinrichtungen mit ihren Entwicklungs- und Testaktivitäten verstärkt international in Erscheinung treten. Beispiele dafür sind der Test von automatisierten Fahrfunktionen des Korea Automotive Technology Institute (KATECH) im Rahmen der Entwicklungskooperation mit Ssangyong oder die Entwicklung und Erprobung eines automatisierten Taxis an der Seoul National University auf der Basis eines Hyundai Genesis. Im weltweiten Vergleich der betrachteten Automobilnationen sind allerdings Unterschiede in den Forschungsschwerpunkten zu erkennen. Während in fast allen Nationen die Erprobung und Demonstration von automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Raum gefördert wird, existieren im Bereich der Konnektivität verschiedene Forschungsansätze. Insbesondere in den USA und Japan liegt ein Fokus auf dem Infrastrukturaufbau für vernetzte Fahrzeuge, der dort als ein wesentliches Element für höhere Automatisierungsstufen angesehen wird. Sollte das in diesem Kontext von US-Präsident Obama vorgeschlagene Forschungsbudget in Höhe von 4 Mrd. USD für automatisierte und vernetzte



Fahrzeuge angenommen werden, könnten sich die USA zukünftig in diesem Bereich als weltweit führender Forschungsstandort positionieren.

Abbildung 4: Deutschland und USA führen im Indikator Know-how, Südkorea konnte seine Wettbewerbsposition verbessern (AV-Index – Know-how im Bereich automatisierter Fahrzeuge)

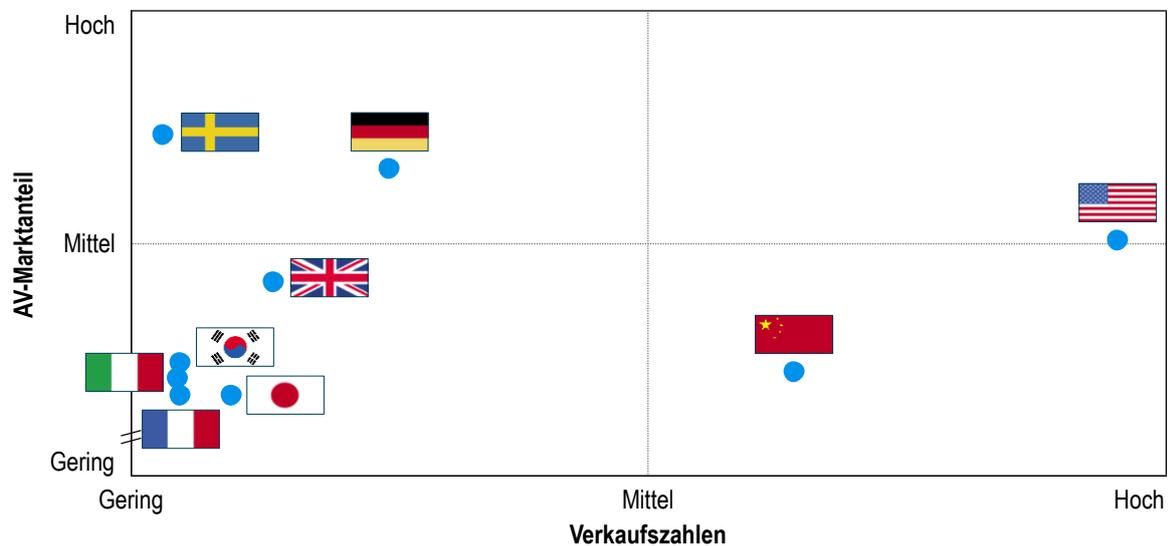


Quelle: fka, Roland Berger

Im Indikator **Markt** hat sich die Verteilung der Führungspositionen zwischen den drei Nationen USA, Deutschland und Schweden nicht geändert (Abb. 5). Die USA nehmen nach wie vor die Spitzenposition aufgrund eines sehr hohen absoluten Marktvolumens von Fahrzeugen mit relevanten Assistenzsystemen ein. Deutschland und Schweden befinden sich auf Platz 2 und 3, bedingt durch einen jeweils sehr hohen spezifischen Anteil von Neufahrzeugen mit entsprechenden Systemen.

Dennoch konnten die USA ihre Spitzenposition besonders durch die Einführung relevanter Assistenzfunktionen bei Volumenmodellen im Rahmen unserer zugrundeliegenden Methodik ausbauen. So sind die in den USA besonders verkaufsstarken Modelle von Toyota (u.a. Prius, RAV4) und Mazda (u.a. Modell 3 und Modell 6) nun mit relevanten Assistenzfunktionen verfügbar. Von dieser Entwicklung hat auch Südkorea im besonderen Maße profitiert, gefolgt von China.

Abbildung 5: USA, Südkorea und China profitierten vor allem von der Einführung relevanter Assistenzfunktionen im Volumensegment (AV-Index – Marktpotenzial von Fahrzeugen mit Advanced Driver Assistance Systems¹⁾, Q1 bis Q4 2016)



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

Quelle: IHS, fka, Roland Berger

Im Indikator **Legislative** (Abb. 6) hat sich die grundlegende Einschätzung der rechtlichen Situation seit der letzten Index-Ausgabe nicht verändert. Dennoch macht Deutschland einen weiteren wichtigen Schritt nach vorn. Die vom Kabinett im April final beschlossene Übernahme wichtiger Anpassungen der Wiener Konvention, die auch im Rahmen der "Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren" angeregt wurde, ist ein wesentlicher Schritt in Richtung des automatisierten Fahrens. Allerdings reicht das nicht, die USA vom Spitzenplatz zu verdrängen. Das spiegelt sich auch in unserem Index wider. Deutschland verteidigt lediglich seinen etablierten Platz hinter den USA. Wesentliche weitergehende Schritte wie z.B. die Vereinfachung von Zulassungsverfahren sichern den USA nach wie vor den Spitzenplatz – noch. Denn in den USA sprechen sich immer mehr Parteien aus Regierung und Industrie für eine bundesstaatübergreifende Anpassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen aus. Ein richtiger und notwendiger Schritt, aber auch ein möglicher Nachteil im Hinblick auf die Umsetzungsgeschwindigkeit aufgrund fehlender staatsübergreifender Abstimmungen.

Südkorea startet indes eine Aufholjagd und plant konkrete nächste Schritte für eine zügige Einführung automatisierter Fahrtechnik auf koreanischen Straßen mit der Schaffung öffentlicher Testfelder. Japan hingegen, das bislang der Einführung automatisierter Fahrfunktionen aufgeschlossen gegenüberstand, verkündete erst kürzlich, dass fahrerlose Autos, also Fahrzeuge ohne Lenkrad und Pedalerie, nicht auf öffentlichen Straßen getestet werden dürfen.

Weiterhin erwähnenswert erscheinen die Anfang des Jahres aufgekommene Diskussion der **Haftungsfähigkeit** von Autopiloten und die grundsätzliche Anerkennung eines Computers als zukünftigen Fahrer. Ursprünglich initiiert vom Technologiekonzern Google als Anfrage an die US-Transportbehörde NHTSA, spricht sich letztere grundsätzlich für die Anerkennung des Computers als Fahrer aus, wenn auch unter noch zu definierenden Auflagen. Das Thema wurde auch kürzlich in Deutschland vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur aufgegriffen und wird im Rahmen der bereits erwähnten "Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren" bearbeitet. Das BMVI sieht in einem vorgelegten Strategiepapier dabei zwei Punkte besonders im Fokus. Zum



einen die Klärung der Haftungsfrage auf Basis einer möglichen rechtlichen Gleichstellung von Autopilot und Fahrer, die auch Änderungen in der Straßenverkehrsordnung nach sich ziehen könnten. Zum Zweiten die Etablierung einer Ethikkommission aus Wissenschaft, Automobilindustrie und Digitalwirtschaft zur Erarbeitung von klaren Algorithmen-Richtlinien, nach denen sich das Fahrzeug in Risikosituationen verhält.

Abbildung 6: Anpassungen der entsprechenden Gesetzeslage entscheidender Taktgeber für Einführung des automatisierten Fahrens (AV-Index – Überblick Legislative der Hauptregionen)

	Allgemein	Zulassung	Test und Absicherung
US 	<ul style="list-style-type: none"> > Individuelle staatliche Gesetzgebung begünstigt schnelle Ratifizierung der Gesetzesanpassungen > Nicht-Ratifizierung der Wiener Konvention 	<ul style="list-style-type: none"> > In einigen ausgewählten Staaten , z.B. in Nevada, Michigan und Virginia ist der öffentliche Straßenbetrieb von automatisierten Fahrzeugen ausdrücklich erlaubt 	<ul style="list-style-type: none"> > Private Testgelände , die von Universitäten und Industrie genutzt werden (z.B. Michigan M City) > Tests auf öffentlichen Straßen in ausgewählten Staaten
Europa 	<ul style="list-style-type: none"> > Die meisten Länder mit Ratifizierung der Wiener Konvention > Deutschland, Schweden , Niederlande und das Vereinigte Königreich fordern eine schnelle Anpassung, allerdings gemeinsame Abstimmung der Staaten erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> > Zulassung weitestgehend beschränkt - z.B. in Deutschland Zulassung von Fahrzeugen nur als Testfahrzeug erlaubt > Wiener Konvention verhindert derzeit Einführung hochautomatisierter Funktionen (z.B. ECE R79) 	<ul style="list-style-type: none"> > Private und öffentliche Testfelder > Öffentliches Testfeld für Infrastruktur und Vernetzung auf der Autobahn A9 "Digitales Testfeld" etabliert , weitere Testfelder in Baden-Württemberg und Niedersachsen geplant
China 	<ul style="list-style-type: none"> > Derzeit wenig konkrete Maßnahmen, gesetzliche Voraussetzungen aber gut für autom. Fahren (keine Bindung Wiener Konv.) 	<ul style="list-style-type: none"> > Mehrere Vorschläge , wie Zulassung automatisierter Fahrzeuge zu regeln ist, jedoch bisher keine konkrete Schritte 	<ul style="list-style-type: none"> > Vor allem nationale Forschungsprojekte mit entsprechender Finanzierung für ausgewählte chinesische Projekte
Korea 	<ul style="list-style-type: none"> > Südkoreanische Regierung hat beschlossen, rechtliche Beschränkungen in Bezug auf automatisierte Fahrzeuge zu lockern (z.B. Aufhebung Geschwindigkeitsbegrenzung für entsprechende Fahrzeuge) 	<ul style="list-style-type: none"> > Konkrete Anpassungen geplant, um Einführung automatisierter Fahrzeuge zu unterstützen 	<ul style="list-style-type: none"> > Konkrete Pläne zum Aufbau öffentlicher Testfelder
Japan 	<ul style="list-style-type: none"> > Gesetzesinitiativen für automatisierte Fahrzeuge auf politischer Agenda, jedoch seit kurzem mit entscheidender Verlangsamung 	<ul style="list-style-type: none"> > Zulassung möglich vor allem als Testfahrzeuge auf öffentlichen Straßen 	<ul style="list-style-type: none"> > Private und öffentliche Testfelder > Kürzliche Ankündigung, dass vollautonome Fahrzeuge nicht auf öffentlichen Straßen getestet werden dürfen, limitiert notwendige Absicherungen

Quelle: Presse-Recherche, fka, Roland Berger

3. Vertiefungsthema: Connectivity

Vernetzung (Connectivity) hält weiter Einzug in Fahrzeugen – Haupttreiber sind Kundenanforderungen und Anforderungen des Gesetzgebers

Derzeit verfügen ca. ein Drittel der Neufahrzeuge in den USA und ca. 10% der Fahrzeuge in Europa über eine mobile Internetverbindung. Zukünftig werden immer mehr Fahrzeuge mit entsprechenden SIM-Karten ausgerüstet, die es ermöglichen, das Fahrzeug mit seiner Umgebung zu vernetzen und dem Fahrer und den Insassen Sicherheits- und Entertainment-Dienste anzubieten. Dabei werden klassische SIM-Karten zunehmend durch fest eingebaute SIM-Karten (embeddedSIM) ausgetauscht, die vom Hersteller programmiert werden können und einen Providerwechsel ohne Austausch der SIM-Karte ermöglichen.

Zukünftige automatisierte und kooperative Fahrzeugfunktionen, die teilweise mit Daten aus mobilen Netzwerken versorgt werden, stellen potenziell hohe Anforderungen an die Kommunikationstechnologie (z.B. Verfügbarkeit). Die heutigen Vernetzungslösungen auf der Basis existierender Mobilfunknetze sind dafür nicht ausreichend – geringe Bandbreiten und teilweise zu hohe Latenzzeiten führen dazu, dass z.B. hochgenaue Kartendaten nur langsam übertragen werden können.

Automatisiertes Fahren – Grundlage sind hochaktuelle HD Maps und unterstützende, redundante Kommunikationsformen wie V2X

Grundlage für das automatisierte Fahren sind hochauflösende digitale Karten mit Zusatzinformationen (Abb. 7).

Abbildung 7: Digitale Karten mit höchsten Anforderungen an Verfügbarkeit und Genauigkeit sind Grundlage für das hochautomatisierte Fahren



Quelle: Bosch, Roland Berger

Das sogenannte Umgebungsmodell wird aus sicherheitsrelevanten Gründen in geeigneter Form direkt im Fahrzeug erzeugt und gespeichert sowie durch Internetverbindungen mit hochaktuellen Kartendaten (bi-direktional) versorgt.

Die Nahfeld-Kommunikation (Fahrzeug-zu-Fahrzeug/Infrastruktur – V2X) bietet Möglichkeiten, Fahrzeuge oder Infrastrukturelemente ebenfalls mit ausgewählten Daten zu versorgen – ohne dafür eine bestehende Mobilfunkverbindung aufbauen zu müssen.

Mobilfunkverbindungen und Nahfeldkommunikation – Zwei komplementäre Ansätze mit unterschiedlichen Schwerpunkten in Europa und den USA

Auf die Frage, welche Kommunikationstechnologie sich in Zukunft bei der Fahrzeugvernetzung durchsetzen wird, können die derzeitigen Antworten der befragten Experten nicht unterschiedlicher ausfallen. In Europa sehen die Befragten aktuell einen Fokus auf der Mobilfunktechnologie, gerade durch die Aussicht auf neue Nahfeldnetzwerke, die durch die Einführung des neuen Mobilfunknetzes 5G ab 2020 Realität werden könnten. Die USA hingegen fokussieren, getrieben durch staatliche Initiativen, eine Nahfeldkommunikationstechnologie (DSRC, Dedicated Short Range Communication) auf der Basis von WLAN, die durch Hochfrequenzkommunikation Infrastrukturelemente und Fahrzeuge verbindet.

Beide Technologien werden nicht ohne Investitionen auskommen. Städte und Gemeinden in Europa, z.B. London, werben für geringe Infrastrukturausgaben und setzen ganz auf Fahrzeuge und hochaktuelle Kartendaten auf der Basis von Mobilfunkstandards und deren Weiterentwicklung.

"Einige Fahrzeughersteller verwenden bereits spezielle 3D-Karten in ihren Testfahrzeugen und proklamieren, dass sie keine zusätzliche Infrastrukturkommunikation benötigen werden, um hochautomatisierte Fahrfunktionen (Level 4) bereitzustellen", Iain Macbeth (Transport for London)

Auch außerhalb Europas, wie beispielsweise in Singapur, möchte man eher bestehende oder bereits beauftragte Technologie auch für die Einführung automatisierter Fahrzeuge nutzen, um Städte lebenswerter und vor allem "autoärmer" zu machen.

"Wir wollen besonders zügig automatisierte Fahrfunktionen für den öffentlichen Nahverkehr und die Logistik einführen, um unsere Städte noch lebenswerter zu machen. Dabei setzen wir auf Technologien selbstfahrender Fahrzeuge, die grundsätzlich ohne neue Infrastrukturtechnik auskommen. Gleichzeitig befürworten wir die Vernetzung mit bestehenden Infrastrukturkomponenten wie beispielsweise unseres neuen elektronischen Mautsystems, das in vielen Fahrzeugen verwendet wird", Pang Kin Keong (Staatssekretär im Verkehrsministerium von Singapur)

Gerade in unmittelbaren Stadtbereichen mit gut ausgebauten Mobilfunknetzen und niedrigen Fahrgeschwindigkeiten kann über Mobilfunkkommunikation eine Vielzahl von relevanten Informationen für automatisierte Fahrfunktionen ausgetauscht werden. In zwischenstädtischen Bereichen könnte hingegen die V2X-Kommunikation eine Möglichkeit bieten, aufgrund der höheren Geschwindigkeiten Erfassungsgrenzen der Fahrzeugsensoren durch eine direkte Kommunikation mit anderen Fahrzeugen sowie Infrastruktur sinnvoll zu erweitern. Auf dieser Grundlage können auch kooperative und automatisierte Fahrfunktionen mit hohem Sicherheits- und Effizienzpotenzial (z.B. kooperatives ACC, Einfädelassistent) realisiert werden.

Die US-amerikanische National Highway Traffic Safety Administration, kurz NHTSA, hat einen Vorschlag zum verpflichtenden Einbau von DSRC-Systemen veröffentlicht und setzt auf eine breite Einführung in allen Neufahrzeugen und Infrastrukturelementen ab 2018, auch um hinsichtlich der Verkehrsbeeinflussung unabhängig vom Mobilfunk zu bleiben. Wichtige Kreuzungsbereiche werden

als zentrale Elemente gesehen, die mit diesen Kommunikationselementen ausgerüstet werden sollen.

*"Für die Einführung sicherer automatisierter Fahrfunktionen favorisieren wir Fahrzeug-zu-Fahrzeug und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation in Kreuzungsbereichen", **Greg Larson** (kalifornisches Verkehrsministerium)*

Fehlende weltweite Standardisierung und unterschiedliche Herangehensweisen erschweren die Markteinführung von vernetzten und automatisierten Fahrzeugen

Die Weiterentwicklung leistungsfähiger Mobilfunkstandards wie 4G LTE Advanced sowie 5G wird nicht nur Bandbreiten, Verfügbarkeiten und Latenzzeiten verbessern, sondern gerade auch Nahfeldnetzwerke ermöglichen, die zur etablierten Mobilfunktechnik hochverfügbare Alternativen bieten. Fehlende weltweite Standardisierung und hohe Investitionsbedarfe im Bereich Nahfeldkommunikation sowie unterschiedliche Herangehensweisen, wie in einigen Interviewbeispielen verdeutlicht, zeigen allerdings, welche Herausforderungen für Regierungen, Telekommunikationsanbieter, OEMs und Zulieferer im Bereich der Fahrzeugvernetzung zu erwarten sind.

4. Methodik

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

Industrie

- > OEM-Aktivitäten: Status-quo der Automobilindustrie eines Landes hinsichtlich der Verfügbarkeit von (teil-) automatisierten Fahrfunktionen in Serienfahrzeugen sowie 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 entsprechender Forschungsprogramme.

Markt

- > Legislative: Vergleich rechtlicher Rahmenbedingungen für den Betrieb und das Führen automatisierter Fahrzeuge;
- > Marktvolumen: Vergleich Gesamtverkaufszahlen mit Anteil verkaufter Fahrzeuge mit relevanten Fahrerassistenzfunktionen.

Die einzelnen Indikatoren (Wertebereich 0-5) werden von der Roland Berger und der fka GmbH 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 teilhaben können. 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 höheren Automatisierungsstufen;
- > Forschungsumfang und Breite der adressierten Forschungsthemen in den Feldern Sensorik, Fahrzeugintelligenz und Absicherung sowie angrenzender Felder wie Konnektivität und digitale Infrastruktur unter Berücksichtigung der Wissenstiefe.

Legislative

- > Legislative Voraussetzungen hinsichtlich Fahrzeugzulassung und -betrieb unter Berücksichtigung von Zivilrecht, öffentlichem Recht und vorhandenen Standards und Normen;
- > Juristische Randbedingungen hinsichtlich Haftungsfragen und Fahrerverhaltensrecht.

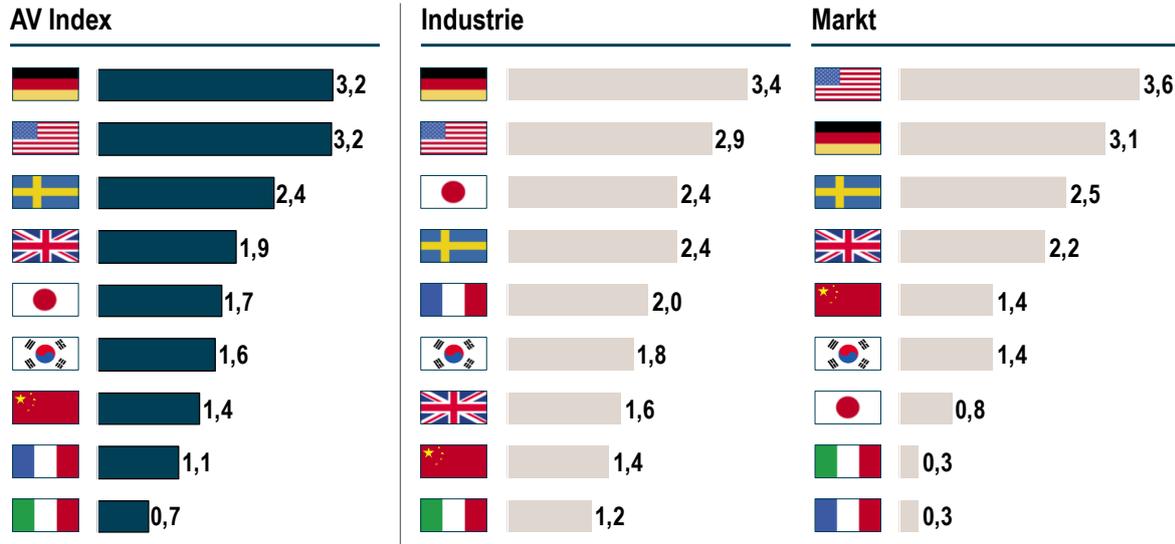


Marktvolumen

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

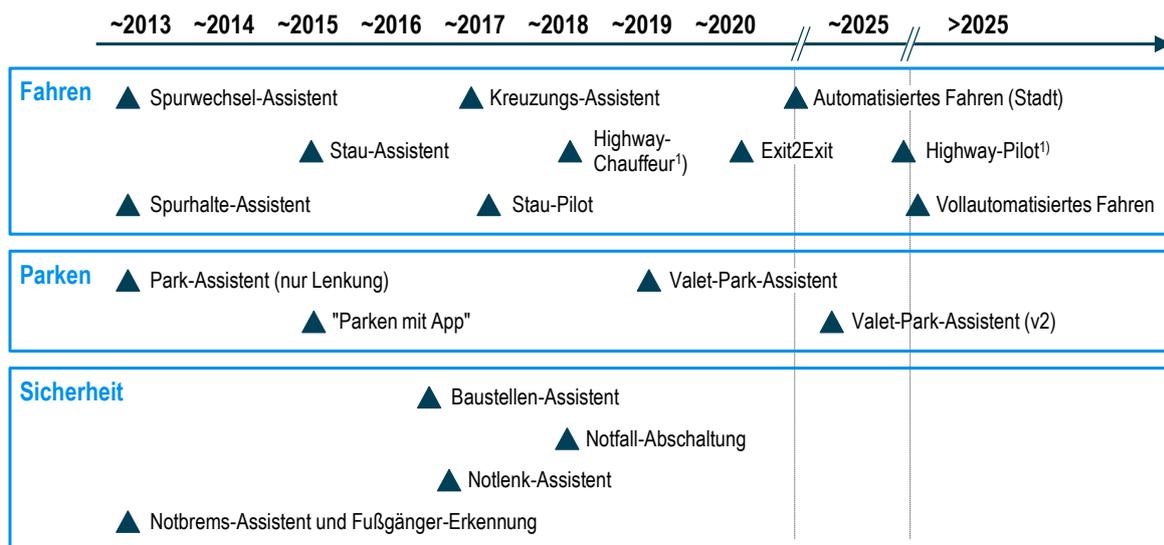
5. Grafikanhang

Abbildung 8: Deutschland und USA führen zusammen den AV-Index an, Schweden folgt mit Abstand auf dem dritten Platz (AV-Index – Ranking nach Indikator)



Quelle: fka, Roland Berger

Abbildung 9: Grundlage für den Benchmark der OEM-Aktivitäten sind veröffentlichte Fahrerassistenzfunktionen bis hin zum automatischen Fahren (AV-Index – Einführungshorizont automatisierte Fahrfunktionen)



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

Quelle: Presse-Recherche, Konferenzunterlagen, fka, Roland Berger

Abbildung 10: Grundlage für den Benchmark der OEM-Aktivitäten sind veröffentlichte Fahrerassistenzfunktionen bis hin zum autom. Fahren (AV-Index – SAE-Level Definition)

SAE-Level	0	1	2	3	4	5
Bezeichnung	Keine Automatisierung	Fahrerassistenz	Teilautomatisierung	"Bedingte" Automatisierung	Hochautomatisierung	Vollautomatisierung
Beschreibende Definition	Der Fahrer führt dauerhaft alle Aspekte der dynamischen Fahraufgaben aus, auch wenn er dabei durch Warn- oder Interventionssysteme unterstützt wird	In Abhängigkeit vom Fahrmodus übernimmt ein Fahrerassistenzsystem basierend auf den Informationen zum Fahrumfeld entweder die Querführung (Lenken) oder die Längsführung (Beschleunigen/Verzögern); es wird erwartet, dass der Fahrer alle übrigen Aspekte der dynamischen Fahraufgabe übernimmt	In Abhängigkeit vom Fahrmodus übernehmen ein oder mehrere Fahrerassistenzsysteme basierend auf den Informationen zum Fahrumfeld sowohl die Querführung als auch die Längsführung; es wird erwartet, dass der Fahrer alle übrigen Aspekte der dynamischen Fahraufgabe übernimmt	In Abhängigkeit vom Fahrmodus übernimmt ein Automationssystem alle Aspekte der dynamischen Fahraufgabe; es wird erwartet, dass der Fahrer auf die Aufforderung zur Übernahme der Fahraufgabe angemessen reagiert	In Abhängigkeit vom Fahrmodus übernimmt ein Automationssystem alle Aspekte der dynamischen Fahraufgabe, auch wenn der Fahrer auf die Aufforderung zur Übernahme der Fahraufgabe nicht angemessen reagiert	Ein Automationssystem führt dauerhaft alle Aspekte der dynamischen Fahraufgabe aus, und zwar bei allen Straßen- und Umfeldbedingungen, die von einem Fahrer (Mensch) bewältigt werden können
Durchführen von Quer- (Lenken) und Längsführung (Beschl./Verz.)	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch) und System	System	System	System	System
Überwachen des Fahrumfelds	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch)	System	System	System
Fallback-Leistung der dynamischen Fahraufgabe	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch)	Fahrer (Mensch)	System	System
Systemkapazität (Fahr-Modi)	n/a	Bestimmte Fahr-Modi	Bestimmte Fahr-Modi	Bestimmte Fahr-Modi	Bestimmte Fahr-Modi	Alle Fahr-Modi

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

Autoren

Wir beantworten gerne Ihre Fragen:



Dr. Wolfgang Bernhart

Partner

+49 711 3275-7421

wolfgang.bernhart@rolandberger.com



Dipl.-Kfm. Ingo Olschewski

Bereichsleiter Strategie und Beratung

+49 241 8861-160

olschewski@fka.de



Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Burkard

Senior Consultant

+49 241 8861-116

burkard@fka.de



Sven Galander

Senior Consultant

+49 89 9230-8510

sven.galander@rolandberger.com



Herausgeber

Roland Berger GmbH

Sederanger 1
80538 München
Deutschland
+49 89 9230-0
www.rolandberger.com

fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen

Strategie und Beratung
Steinbachstraße 7
52074 Aachen
Deutschland
+49 241 8861-0
www.fka.de

Fotorechte

Titel: Fotolia

Disclaimer

Diese Studie dient ausschließlich der generellen 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.

Bestellen und downloaden unter

www.rolandberger.com

Folgen Sie uns auf

www.twitter.com/RolandBerger

www.facebook.com/RolandBergerStrategyConsultants

Neueste Erkenntnisse und Überlegungen von Roland Berger finden Sie auch auf unserer neuen Microsite new.rolandberger.com.

© 2015 Roland Berger GmbH.
Alle Rechte vorbehalten.

