

STUDIE

Index

"Automatisierte Fahrzeuge" 2. Quartal 2015

Roland Berger Strategy Consultants – Automotive Competence Center &
fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen
August 2015



Liebe Leser,

kaum ein anderes Zukunftsthema beschäftigt derzeit die Automobilindustrie so sehr wie das automatisierte Fahren. Die dafür notwendigen Technologien sind bereits teilweise verfügbar und finden ihren Einsatz in zahlreichen Prototypen und Feldtests sowie in Form von Vorstufen in der Serie. Dabei werden in den nächsten Jahren zunächst automatisierte Fahrfunktionen für spezifische Einsatzszenarien, sowohl für Pkw als auch für Nutzfahrzeuge, realisiert. Insbesondere für Nutzfahrzeuge sind zudem Anwendungsfelder möglich, in denen die resultierenden Systemmehrkosten über Einsparpotentiale im Betrieb kompensiert werden können und so ein positiver Business Case darstellbar ist.

Zahlreiche einzelne Assistenzsysteme von heute bilden die Grundlage für das hoch- und vollautomatisierte Fahren von morgen. Durch den hohen Softwareanteil derartiger Systeme zur Verarbeitung von Daten und Entscheidungsfindung durch echtzeitfähige Algorithmen finden auch immer mehr branchenfremde Akteure, wie Softwaregigant Google oder Online-Fahrzeug-Vermittlungsanbieter Uber, ihren Weg in diesen bisher traditionellen Fahrzeugherstellern und Zulieferern vorbehaltenen Bereich.

Ein Wettlauf um die ersten Plätze hat begonnen, um mittelfristig einen Spitzenplatz im Vergleich von Anbietern und Märkten einzunehmen. Die Spitzenposition einzelner Automobilnationen ist dabei von zwei zentralen Indikatoren abhängig:

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

Roland Berger Strategy Consultants und fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen 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" Q2/2015

- > Die deutschen Premiumhersteller verfügen derzeit über eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung und Absicherung von hochautomatisierten Fahrzeugfunktionen. In den USA wird die Technologieentwicklung hingegen stark von branchenfremden Akteuren getrieben, die im Gegensatz zu den etablierten OEM revolutionäre Entwicklungspfade verfolgen.
- > Fahrerassistenzsysteme und teilautomatisierte Fahrfunktionen werden vor allem über Fahrzeuge der Oberklasse und der oberen Mittelklasse eingeführt. Fahrzeuge, bei denen Fahrerassistenzsysteme als Sonderausstattung verfügbar sind, weisen in Schweden und Deutschland den höchsten Marktanteil auf, während die absoluten Verkaufszahlen in den USA und China höher ausfallen.
- > Die legislativen Rahmenbedingungen beschäftigen derzeit die Arbeitsgremien der jeweiligen Länderregierungen. Ihre Anpassung wird den Zeitpunkt der Einführung automatisierter Fahrzeuge in Serie massiv beeinflussen. Die USA und Deutschland übernehmen hier die Führungsrolle, wobei in den USA nicht nur andere Zulassungsvorschriften (FMVSS vs. ECE) und -prozesse gelten, sondern in den letzten Jahren auch einzelne Bundesstaaten individuelle Anpassungen von Regelungen vorgenommen haben. Im Hinblick auf eine zukünftige Serienzulassung ist die legislative Situation in einigen US-Bundesstaaten daher aktuell vorteilhafter. Allerdings sind auch auf deutscher und internationaler Ebene entsprechende Anpassungsaktivitäten zu erkennen.

2 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 Roland Berger Strategy Consultants und fka 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 vorhandener 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)

3 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. 1, Abb. 2):

Im Indikator **Industrie** nimmt Deutschland bei den **OEM-Aktivitäten** vor den USA die Führungsposition ein (Abb. 3). So verfügen die deutschen und amerikanischen Fahrzeughersteller aktuell über eine Vorreiterrolle hinsichtlich der Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen. Wesentliche Gründe für die sehr gute Positionierung Deutschlands bei der Verfügbarkeit automatisierter Fahrfunktionen liegen in der klaren Profilierung der nationalen OEMs als Premiumhersteller und der breiten Verfügbarkeit teilautomatisierter Fahrerassistenzsysteme in Serienfahrzeugen. In den USA weisen die traditionellen, etablierten Fahrzeughersteller demgegenüber ein geringeres technologisches Niveau auf, die Aktivitäten von neuen Akteuren wie Tesla oder Google haben aber das Potential, in Zukunft große Technologiesprünge zu realisieren. Schweden weist die zweithöchste Verfügbarkeit teilautomatisierter Fahrerassistenzfunktionen in Serienfahrzeugen auf und profitiert dabei vor allem vom Fokus Volvos auf die Entwicklung innovativer Sicherheitstechnologien. In Frankreich und Japan sind dagegen trotz eines vergleichbaren Entwicklungsstandes entsprechende Funktionen in den Fahrzeugen der nationalen OEMs nur eingeschränkt in den oberen Fahrzeugsegmenten verfügbar. In den weiteren Ländern sind aktuell diesbezüglich wenige Aktivitäten feststellbar, begründet durch den strategischen Fokus der nationalen Hersteller auf das Volumensegment oder kleinere Nischen.

Die Verfügbarkeit und die Erforschung von **Know-how** in den relevanten Forschungsfeldern von automatisierten Fahrzeugen (Sensorik, Fahrzeugintelligenz, Konnektivität, digitale Infrastruktur und Absicherung/Testing) stellen entscheidende Faktoren für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Industrie eines Landes dar (Abb. 4). Einzelne Top-Universitäten und Forschungseinrichtungen in den USA, Deutschland und Schweden nehmen dabei hinsichtlich des Forschungsumfangs und der -breite eine Führungsposition ein. Im Vergleich dazu belegt Italien zusammen mit Großbritannien und Frankreich lediglich eine Position im Mittelfeld, da bislang keine koordinierte Kompetenzentwicklung erkennbar ist. Dennoch verfügen die deutschen Universitäten gegenüber Top-Universitäten in den USA über ein signifikantes Weiterentwicklungspotenzial in einzelnen Forschungsfeldern, was einer systematischen Förderung bedarf.

Im Indikator **Markt** führen die USA vor Deutschland und Schweden. Der amerikanische Vorsprung in der Wertung ergibt sich dabei weniger durch den Indikator Legislative als vielmehr durch das absolute **Marktvolumen** relevanter Fahrzeuge mit Fahrerassistenzfunktionen (Abb. 6). Schweden, obwohl hinsichtlich der Verkaufszahlen ein kleiner Markt, kann sich hierbei durch einen hohen Marktanteil relevanter Fahrzeuge mit SAE-Level-2 Funktionen auszeichnen. Insgesamt fällt auf, dass die drei Nationen USA, Deutschland und Schweden einen großen Abstand zu den anderen betrachteten Ländern haben. Nur Großbritannien kann hierbei noch zur Lücke aufschließen. Alle anderen Länder, inklusive China, besetzen dabei nur die hinteren Plätze.

Betrachtet man die rechtlichen Rahmenbedingungen im Indikator **Legislative**, so ergibt sich dabei ein zur Gesamtbewertung im Indikator Markt ähnliches Bild (Abb. 5). Die USA nehmen dabei gemeinsam mit Deutschland eine führende Rolle ein, wobei die Gesetzeslage in den USA aufgrund der Gesetzesinitiativen einzelner Bundesstaaten sehr heterogen ist. Dennoch ist die legislative Situation im Hinblick auf eine zukünftige Serienzulassung von automatisierten Fahrzeugen aktuell in einigen Bundesstaaten einfacher. Dies liegt u.a. an zwei wesentlichen

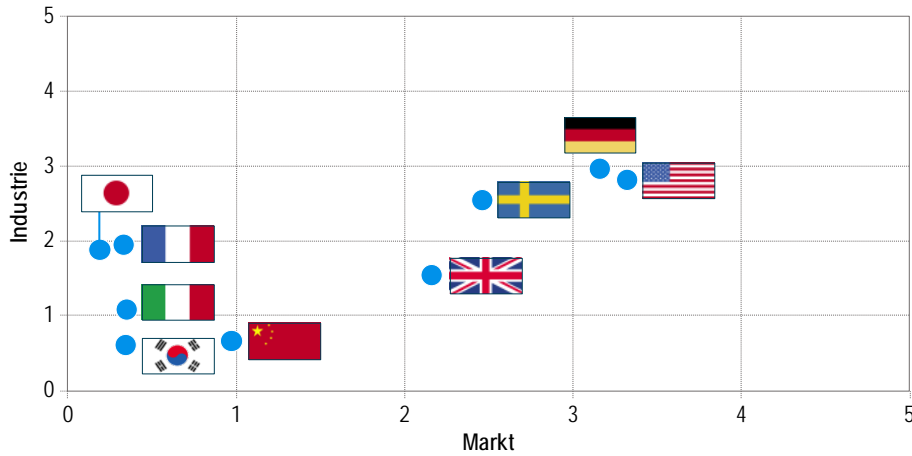
STUDIE Index "Automatisierte Fahrzeuge"

Unterschieden: 1) Die aktiv vorgenommenen Änderungen im Zulassungsbereich in einigen Bundesstaaten zeugen von einem aktiven Umgang mit diesem Thema, welche bereits seit einiger Zeit gerade Nevada und Kalifornien zu angesagten Entwicklungs- und Test-Zentren für Prototypen machen. 2) Die in den USA eigenständig definierten technischen Standards bedeuten für das Land unter anderem die Unabhängigkeit von den in Europa und anderen Ländern angewandten und stark einschränkenden ECE-Regelungen - hier sei ECE-R 79 genannt: Diese Regelung schließt für Serienfahrzeuge aktuell eine Verwendung autonomer Lenkungen u.a. aufgrund ungeklärter Verantwortlichkeiten aus und ist damit per se ein Showstopper für eine zukünftige Serienzulassung von automatisierten Fahrzeugen in den meisten europäischen Ländern, darunter auch Deutschland.

4 Chart-Appendix

Abbildung 1: Deutschland und USA führen den Index an – nur Schweden und UK können folgen, restl. Länder zurück

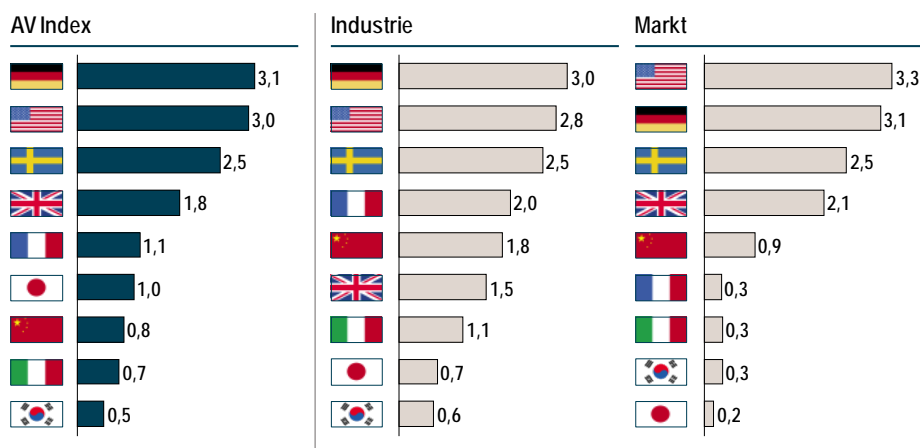
AV Index – Q2 2015



Quelle: fka, Roland Berger

Abbildung 2: Führende Wettbewerbsposition von Deutschland, USA und Schweden vor allem durch Vorreiterrolle der Industrien begründet

AV Index – Ranking nach Indikator



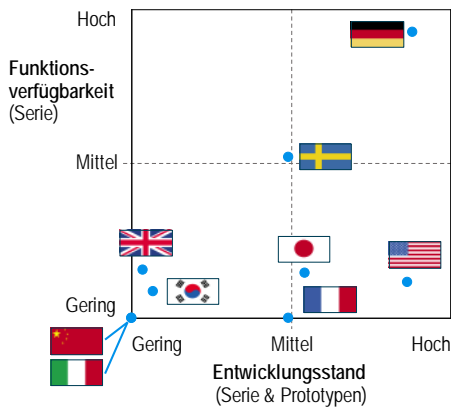
Quelle: fka, Roland Berger

STUDIE Index "Automatisierte Fahrzeuge"

Abbildung 3: Automobilindustrie in Deutschland derzeit führend hinsichtlich der Serieneinführung teilautomatisierter Fahrfunktionen

AV Index – Aktivitäten der nationalen OEM

OEM-Aktivitäten



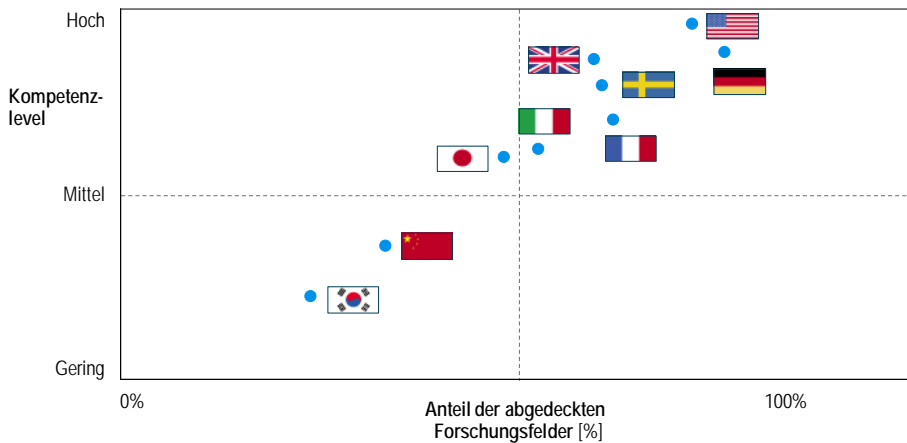
Land

- Hohe Verfügbarkeit teilautomatisierter Fahrfunktionen in verschiedenen Modellreihen deutscher Premium- und Volumenhersteller
- Amerikanische OEM aktuell nur mit geringem Angebot teilautomatisierter Systeme in Fahrzeugen der Oberklasse
- Japanische Fahrzeughersteller vermarkten teilautomatisierte Fahrerassistenzsysteme derzeit v.a. über ihre Premiummarken (Lexus, Infiniti)
- Starker Fokus von Volvo auf Sicherheitssysteme, zudem Angebot teilautomatisierter Fahrfunktionen in ausgewählten Fahrzeugen

Quelle: fka, Roland Berger

Abbildung 4: USA und Deutschland aktuell führend in den relevanten Forschungsfeldern von automatisierten Fahrzeugen

AV Index – Know-how im Bereich Automatisierter Fahrzeuge



Quelle: fka, Roland Berger

STUDIE Index "Automatisierte Fahrzeuge"

Abbildung 5: Notwendige Regelungen werden mit vorherrschender Rechtslage verglichen – USA und Deutschland in Vorreiterrolle

AV Index – Legislative (Illustration)

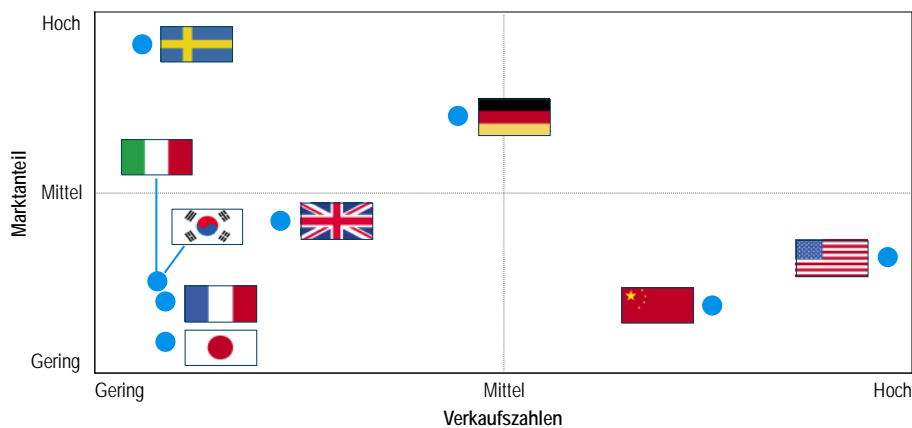
		Erforderlich	Regelung existiert	
Zivilrecht	Produkthaftung Hersteller	x		
	Fahrzeuggenehmigung	> Zulassung (Serieneinsatz)	x	
		> Zulassung (Testbetrieb)	x	x
		> Zulässige Fahrzeugtypen		
		> Typengenehmigungsvorschriften	x	
> Unfalldatenschreiber				
Haftung	> Kennzeichnung		x	
	> Halterhaftung			
	> Fahrzeugführerhaftung	x		
	Datenschutzrecht	x		
Öffentliches Recht	Verhaltensrecht	> Wiener Übereinkommen/Genfer Abkommen	x	
		> Zulässige Nebentätigkeiten	x	
	Verkehrsvorschriften	> Einsatzfelder für AVs		
		> Fahrerloser Betrieb	x	
Vorschriften zur Fahrerlaubnis	> Einschränkung der Nutzer/Fahrer			
	> Fahrerschulung/-qualifikation			
Normen und Standards	Technische Normen			
	Verbraucherschutzstandards	> Normierung von autom. Fahrfunkt.	x	
		> Funktionale Sicherheit		

- > Für den Betrieb und das Führen automatisierter Fahrzeuge notwendige Regelungen werden mit aktuell vorherrschender Rechtslage des jeweiligen Landes verglichen (100% Ansatz)
- > Erforderliche Regelungen werden dabei den drei Hauptkategorien Zivilrecht, Öffentliches Recht sowie Normen und Standards zugeordnet
- > Existierende Regelungen gehen in die Punktwertung ein, sofern sie notwendig sind

Quelle: fka, Roland Berger

Abbildung 6: USA und China mit den höchsten AV-Verkaufszahlen – Schweden und Deutschland mit dem höchsten Marktanteil

AV Index – Marktpotential von Fahrzeugen mit ADAS¹⁾, Q1 2014 bis Q4 2014



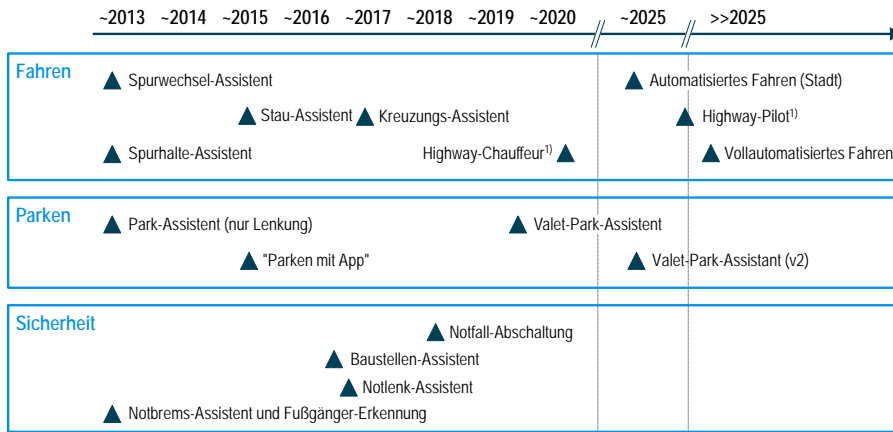
¹⁾ Advanced Driver Assistance Systems, theoretische Marktobergrenze von Fahrzeugen mit ADAS als Serien- oder Zusatzausstattung

Quelle: IHS, fka, Roland Berger

STUDIE Index "Automatisierte Fahrzeuge"

Abbildung 7: Grundlage für den Benchmark der OEM Aktivitäten sind veröffentlichte Fahrerassistenzfunktionen bis hin zum autom. Fahren

AV Index – Einführungshorizont automatisierte Fahrfunktionen



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

Quelle: Presse-Recherche, Konferenz-Unterlagen, fka, Roland Berger

Abbildung 8: Index-relevante Fahrerassistenzfunktionen sind Funktionen mit SAE-Level 2 und höher

AV Index – SAE-Level Definition

SAE-Level	0	1	2	3	4	5
Bezeichnung	Keine Automatisierung	Fahrer-assistenz	Teilauto-matisierung	"Bedingte" Automatisierung	Hochauto-matisierung	Vollauto-matisierung
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	Automatisiertes Fahrzeug-Führungssystem ("System") überwacht Fahrumfeld 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
+49 241 8861-160
olschewski@fka.de



Christian Burkard
Consultant
+49 241 80 25623
burkard@fka.de



Sven Galander
Senior Consultant
+49 89 9230-8510
sven.galander@rolandberger.com

Herausgeber

Roland Berger Strategy Consultants 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

Bildnachweis

Titelbild: 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 Strategy Consultants GmbH ist nicht haftbar für Schäden, die aus Handlungen auf Basis dieser Studie entstehen.