

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ARBEITSWIRTSCHAFT UND ORGANISATION IAO

HOCHAUTOMATISIERTES FAHREN AUF AUTOBAHNEN – INDUSTRIEPOLITISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Management Summary

Dienstleistungsprojekt 15/14

Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Projektpartner/Unterauftragnehmer: Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität (IKEM), mm1 Consulting

Autoren:

Cacilo, Andrej (Fraunhofer IAO); Schmidt, Sarah (Fraunhofer IAO); Wittlinger, Philipp (Fraunhofer IAO); Herrmann, Florian (Fraunhofer IAO), Sawade, Oliver (Fraunhofer FOKUS); Doderer, Hannes (IKEM); Scholz, Volker (mm1)

16.09.2015

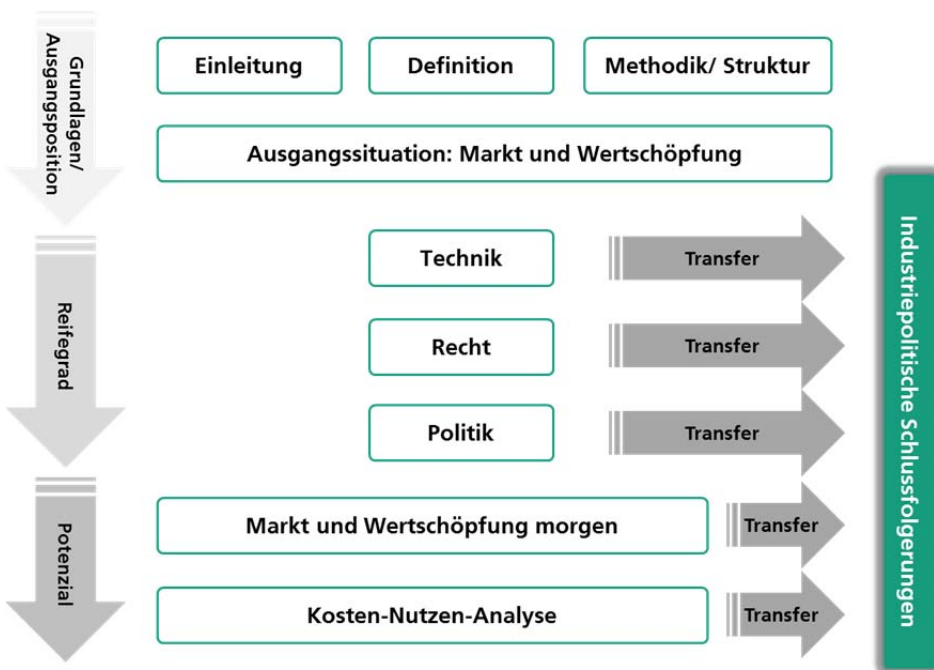
Einleitung und Überblick

Automatisiertes Fahren gilt neben der Elektromobilität und der Vernetzung der Fahrzeuge als wesentlicher Treiber für technische Innovationen und Wertschöpfung in der Automobilindustrie. Die (technische) Entwicklung schreitet sehr schnell voran.

Die sich stark erhöhende Marktdurchdringung von Advanced Driver Assistent Systems (ADAS) und teilautomatisierten Fahrzeugen sowie die in den nächsten Jahren erwartete schrittweise Einführung des hochautomatisierten Fahrens werfen industriepolitische Fragen auf. Diese stehen im Mittelpunkt des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beauftragten Gutachtens:

- Welche Wertschöpfungs-, und Beschäftigungspotenziale ergeben sich für den Standort Deutschland?
- Welche Rahmenbedingungen sind notwendig, damit sich Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen entwickeln kann?

Der Aufbau des Gutachtens wird in folgender Abbildung illustriert:



Das Gutachten folgt dabei einem dezidiert industriepolitischen Untersuchungsansatz. Ausgehend von einer Analyse der Ausgangssituation und der heutigen Positionierung Deutschlands als Leitmarkt und Leitanbieter im Bereich ADAS werden die für hochautomatisiertes Fahren (HAF) benötigten Technologien untersucht. Ferner wird der für einen funktionssicheren HAF-Regelbetrieb benötigte Rechtsrahmen analysiert. Die komparative Analyse der gegenwärtigen Rahmenbedingungen in den wesentlichen Wettbewerbsländern ergänzt diese Analyse. Aus diesen Untersuchungen werden industriepolitische Schlussfolgerungen abgeleitet.

Die Markt- und Wertschöpfungsanalyse bis zum Jahr 2025 und die HAF-Standortanalyse zeigen die möglichen industriepolitischen Potenziale und Risiken für den Standort Deutschland auf. Mittels einer Kosten-Nutzen-Analyse werden die volkswirtschaftlichen Potenziale von HAF quantifiziert. Diese Abschätzungen liefern weitere Argumente für eine Strategie, die auf die Erreichung einer führenden Stellung Deutschlands im Bereich des hochautomatisierten und vernetzten Fahrens abzielt (Leitmarkt). Im abschließenden

Kapitel „Industriepolitische Schlussfolgerungen“ werden konkrete industriepolitische Handlungsempfehlungen formuliert.

Methodisch fußt das Gutachten auf drei Säulen:

- a) Methoden aus den jeweiligen Fachdisziplinen (Ingenieurwissenschaft, Informatik, Technologiemanagement, Volks- und Betriebswirtschaft sowie Sozial- und Rechtswissenschaften)
- b) Primärdatenerhebung in Form von Datenanfragen bei Unternehmen (z.B. zur Beschäftigungsverteilung im Produktions- und Entwicklungsnetzwerk) sowie Interviews mit Experten der Automobilhersteller, Automobilzulieferer Unternehmensberatungen, IT-Branche und Wissenschaft
- c) Eigenentwicklung eines Wertschöpfungsmodells

Marktreife des hochautomatisierten Fahrens

Die durcheinander gehende Begriffsverwendung in den Medien und der politischen Diskussion sind ein nicht zu unterschätzendes Problem. Unter anderem aufgrund der Begriffskonfusion wird in den Medien oftmals eine nicht zutreffende Erwartungshaltung an das „autonome“ Fahren vermittelt und es werden dessen Anwendungsumfänge und/oder dessen zeitliche Verfügbarkeit falsch dargestellt. Die Differenzierung verschiedener Automatisierungsgrade ist aber zentral für die Analyse und Definition von rechtlichen Regelungen, Testvorgaben und Forschungsförderungen.

Im Gutachten werden folgende Automatisierungsgrade unterschieden:

- Driver Only (rein manuelles Fahren)
- Assistiert (begrenzte Ausführung einzelner Fahraufgaben durch das System)
- Teilautomatisiert (System übernimmt Längs- und Querführung, Fahrer muss dauerhaft überwachen)
- Hochautomatisiert (System übernimmt Längs- und Querführung, Fahrer muss nicht mehr dauerhaft überwachen, sondern wird zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert)
- Vollautomatisiert (System ist jederzeit in der Lage das Fahrzeug in den risikominimalen Systemzustand zu überführen, wenn Übernahme durch Fahrer nicht erfolgt)
- Autonom (das System übernimmt die Fahraufgabe vollständig vom Start bis zum Ziel; alle im Fahrzeug befindlichen Personen sind in diesem Fall Passagiere)

Einer Einführung von HAF auf deutschen Autobahnen bis zum Jahr 2020 stehen keine grundsätzlichen technischen Hindernisse entgegen. Die wesentlichen fahrzeugbezogenen und infrastrukturellen Technologien sind entweder bereits heute serienreif oder befinden sich in einem seriennahen Entwicklungszustand.

Technische Reife der Komponenten

		Technische Reife	Innovationspotential
Technologien im Fahrzeug	Sensorische Fahrdynamikerfassung	Hoch	Gering
	Sensorische Umfelderkennung	Mittel	Hoch
	Steuergeräte und Fahrzeug-Software	Mittel	Hoch
	Mensch-Maschine-Interaktion	Mittel	Hoch
	Aktorik	Hoch	Mittel
	Fahrdatenspeicher	Hoch	Gering
Technologien außerhalb des Fahrzeugs	Ortung und Kartenmaterial	Mittel	Hoch
	Car2X-Kommunikation	Mittel	Hoch
	Telekommunikationsinfrastruktur	Mittel	Gering

Trotz der hohen Reife der einzelnen Komponenten gibt es allerdings noch eine Reihe von Entwicklungs Herausforderungen auf Systemebene zu bewältigen:

- Sicherstellung der funktionalen Sicherheit des HAF-Systems, insbesondere bei Ausfall von Komponenten (redundante Systemauslegung)
- Ausweitung der Systemgrenzen, insbesondere bei schwierigen Witterungsbedingungen
- Weiterentwicklung der Sensorik und Systemarchitektur, insbesondere Zentralisierung der Architekturen, Modularisierung von Softwarekomponenten und Hardwareschnittstellen sowie Verbesserung der baulichen Integration
- Präzision und Aktualität der digitalen Karten
- Kostenreduktionen bei der Sensorik
- Geeignete Mensch-Maschine-Schnittstellen für Fahrer und Beifahrer, insbesondere zur Sicherstellung der Fahraufgabenübergabe
- Gewährleistung von Sicherheits- und Datenschutzaspekten durch adäquate Verschlüsselungstechniken und qualifizierte Auditierungen, insbesondere in der Backendschnittstelle und bezüglich der Daten des Unfalldatenspeichers
- Validierung und Freigabe von HAF-Funktionen: Funktionstests sind eine der größten Herausforderungen für die fortschreitende Automatisierung. Bisherige Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren und ihre Testmethoden und -kriterien sind nicht geeignet, bzw. ökonomisch nicht sinnvoll umsetzbar, um die HAF-Funktionen adäquat abzusichern
- (Dynamische) Streckenfreigabe und Backend-Kommunikation

Der Schritt vom teil- zum hochautomatisierten Fahren ist verglichen mit dem Schritt vom assistierten zum teilautomatisierten Fahren mit einem mehrfach höheren Entwicklungsaufwand verbunden. Alle Unternehmen, die an der Entwicklung von HAF-Funktionen beteiligt sind, sind jedoch zuversichtlich, die Aufgaben bis spätestens 2020 gelöst zu haben.

Die Serienreife und Verfügbarkeit teilautomatisierter „Stauassistenten“ in Mittel- und Oberklassefahrzeugen insbesondere deutscher Konzernmarken und die vielfältigen Testaktivitäten hochautomatisierter Systeme verschiedener deutscher Hersteller mit höheren Geschwindigkeiten zeigen, dass die technische Realisierung von HAF auf Autobahnen bereits weit fortgeschritten ist. Der Marktstart der ersten HAF-Funktion ist von einem deutschen Fahrzeughersteller für das Jahr 2017 angekündigt. Erste Fahrzeuge mit hochautomatisierten Fahrfunktionen von wenigstens einem anderen deutschen Premiumhersteller werden spätestens 2018 erwartet. Es wird zudem erwartet, dass alle

Hersteller deutscher Oberklassefahrzeuge HAF bis zum Jahr 2020 als Sonderausstattung anbieten werden. Autonome Fahrzeuge mit heute üblichen Geschwindigkeiten und Leistungsmerkmalen auf öffentlichen Straßen sind dagegen nicht vor dem Jahr 2030 als Marktangebot zu erwarten. Neue autonome Mobilitäts- und Fahrzeugkonzepte in beschränkten Anwendungsgebieten bzw. mit beschränkten Funktionsumfängen (u.a. Niedriggeschwindigkeiten, private Areale) werden hingegen parallel zur Einführung hochautomatisierter Fahrfunktionen erwartet.

Die Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen gehört zu den drängenden Herausforderungen auf dem Weg zur Marktreife des hochautomatisierten Fahrens. Die Sicherstellung der Einhaltung der (internationalen) Verkehrsregeln automatisierter Fahrzeuge kann allerdings nicht in der StVO erfolgen, sondern ist zulassungsrechtlich sicherzustellen. Wird das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr geändert, sind zukünftig für die Frage der Fahrzeugautomatisierung die ECE-Regelungen maßgebend. Zur Zulassung hochautomatisierten Fahrens muss der Geschwindigkeitsbereich für automatisierte Lenkanlagen stark erhöht werden und die Hauptverantwortung des Fahrzeugführers während automatisierter Lenkmanöver müsste wegfallen. Es bedarf weiterhin der Normierung automatisierter Fahrtrichtungsanzeiger. Von der Beherrschungspflicht des Fahrers in der StVO kann abgerückt werden, wenn zulassungsrechtlich sichergestellt ist, dass das System in der Lage ist, die Regeln der StVO analog anzuwenden. Langfristig sollte eine internationale Harmonisierung der Verkehrsregeln und -zeichen angestrebt werden.

Bei Schäden im Zusammenhang mit automatisierten Fahrzeugen entstehen keine Haftungslücken. Werden die derzeitigen Regelungen unverändert beibehalten, wird es jedoch voraussichtlich zu einer zunehmenden Haftungsverlagerung von Haltern zu Herstellern kommen. Um haftungs-, straf- und ordnungsrechtliche Verantwortungsbereiche besser abgrenzen zu können, wäre zu prüfen, durch entsprechende gesetzliche Regelungen das Vorhandensein eines Unfalldatenspeichers für hochautomatisierte Fahrzeuge verpflichtend zu machen. Dies darf nur unter angemessener Berücksichtigung der hohen Datenschutzerfordernisse in diesem Bereich erfolgen.

Marktentwicklung und Wertschöpfungspotentiale bis 2020 und 2025

Die Wertschöpfungsanalyse wurde anhand eines Modells vorgenommen, in das folgende Parameter einfließen:

- Stückzahlen der betrachteten Systeme (nach Absatzmärkten regionalisiert)
- Preise der betrachteten Systeme
- Definition von Wertschöpfungsmodulen
- Zuordnung Hersteller/Zulieferer zu Wertschöpfungsmodulen
- Bestimmung der Wertanteile der Wertschöpfungsmodule am Gesamtsystem
- Marktanteile Hersteller/Zulieferer (regional differenziert / bezogen auf Wertschöpfungsmodule)
- Standortanteile der deutschen Akteure je Wertschöpfungsmodul
- Leistungstiefe und Importanteile je Wertschöpfungsmodul
- Bruttowertschöpfung je Beschäftigtem unter Berücksichtigung des Produktivitätszuwachs

HAF basiert auf folgenden ADAS, die bereits heute verfügbar sind und teilautomatisiertes Fahren ermöglichen:

- Adaptive Geschwindigkeitsregelung
- Frontkollisionsschutz

- Spurhalteassistentz
- Spurwechselassistentz
- Fahrerzustandserkennung
- Verkehrszeichenerkennung

Die gute Ausgangsposition der deutschen Industrie bezüglich HAF zeigt sich bereits im globalen Markt für ADAS, auf dem Europa und USA die wichtigsten Absatzregionen sind. Das globale Marktvolumen betrug im Jahr 2014 4,38 Mrd. €. Deutschland ist in diesem Markt derzeit Leitanbieter. Von den für ADAS wichtigsten Tier1-Zulieferern Autoliv, Bosch, Continental, Delphi, Denso, Hella, TRW und Valeo haben drei ihren Hauptsitz in Deutschland. Deutsche Zulieferer haben bei ADAS einen Weltmarktanteil in Höhe von 52,5 % und sind insbesondere technologisch führende Anbieter für Radarsensorik und Aktorik. Auch deutsche Fahrzeughersteller haben mit 32,5 % hohe Marktanteile bei ADAS.

Am Standort Deutschland wurde im Jahr 2014 mit ADAS eine Wertschöpfung in Höhe von 546 Mio. € generiert. Damit gehen 5.414 Beschäftigte einher. Addiert man die induzierte Beschäftigung in anderen Wirtschaftszweigen sowie die Beschäftigten aufgrund von Entwicklungsinvestitionen in ADAS und HAF hinzu, induzieren (hoch)automatisierte Fahrfunktionen derzeit ca. 12.000 - 15.000 Beschäftigte in Deutschland.

Der globale Markt für ADAS wächst bis 2020 sehr stark und erreicht 2020 ein Marktvolumen in Höhe von 17,3 Mrd. €.

Der Automobilstandort Deutschland weist eine spezifische Produktstruktur mit hohen Produktionsanteilen des Standorts am globalen Markt für Premiumfahrzeuge (34%) und sehr hohen Produktionsanteilen am globalen Markt für Oberklassefahrzeuge (69%) auf. Zudem ist Deutschland bereits bei teilautomatisierten Fahrzeugen führend. Hierdurch ist Deutschland zunächst prädestiniert für eine Leitanbieterschaft im Bereich HAF. Zudem hat der Automobilstandort Deutschland eine spezifische Industriestruktur mit hohen Entwicklungsanteilen am Standort. Knapp die Hälfte der Entwicklungstätigkeiten der für HAF relevanten deutscher Zulieferunternehmen findet am Standort Deutschland statt, bei den Herstellern sind es sogar über 90 %. HAF kommt den Kernkompetenzen der deutschen (Automobil)Industrie grundsätzlich entgegen. HAF-Systeme basieren nicht wesentlich auf Rohstoffen, haben eine hohe technische Komplexität und setzen einen großen Entwicklungsaufwand voraus.

Im Jahr 2020 wird übergreifend für ADAS und HAF eine Wertschöpfung in Deutschland in Höhe von 2,28 Mrd. € erwartet – wenn die Markt- und Standortanteile der Hersteller und Zulieferer, sowie die Leistungstiefen des Jahres 2014 gehalten werden. Damit gehen 20.068 Beschäftigte in der Automobilindustrie einher. Aufgrund des hohen Fixkostenanteils softwarebasierter Produkte besteht für die Hersteller der HAF-Systeme der Anreiz für eine sehr schnelle Marktdiffusion. Es wird erwartet, dass der globale Markt für HAF insbesondere zwischen 2020 und 2025 ein sehr starkes Wachstum aufweisen wird und von 0,3 Mio. Fahrzeugen p.a. auf über 6 Mio. Fahrzeugen p.a. ansteigen wird. Die Wertschöpfung im gesamten Bereich der Fahrerassistenzsysteme und der hochautomatisierten Fahrfunktionen am Standort Deutschland wird im Jahr 2025 auf rd. 8,4 Mrd. EUR geschätzt. Damit gehen knapp 67.000 Beschäftigte innerhalb der Automobilindustrie einher, zudem wird eine Beschäftigung von knapp 65.000 in der Vorleistungskette induziert. Ca. die Hälfte der Wertschöpfung und Beschäftigung in der Automobilindustrie in Deutschland wird auf den Bereich Software (Entwicklung von Funktionen und Algorithmen, Validierung, Datenanalysen) entfallen.

Nebentätigkeiten im Rahmen des hochautomatisierten Fahrens ermöglichen die Nutzung konnektivitätsbasierter Applikationen und Services (wie beispielsweise

Streamingdienste oder Location based Services). Hierdurch lässt sich ein Umsatzpotenzial in der Höhe von niedrigen zweistelligen Euro-Beiträgen pro HAF-System/Jahr im Pkw-Sektor realisieren. Somit sind die Potenziale bezogen auf HAF zunächst beschränkt. Industriepolitisch ist das Thema Nebentätigkeiten dennoch relevant, da die wirtschaftlichen Potenziale mit Anwendungsumfang und Grad der Automatisierung stark ansteigen. Insbesondere ab dem vollautomatisierten Fahren könnten hierbei neue Geschäftsmodelle und Serviceangebote entstehen. Aufgrund der derzeit besseren Wettbewerbsposition insbesondere amerikanischer IT-Unternehmen in diesen Märkten, besteht die Gefahr, dass ein Großteil der mit diesen Serviceumsätzen einhergehenden Wertschöpfung jedoch nicht in Deutschland generiert wird.

Grundsätzlich ist im Kontext von hochautomatisiertem Fahren mit einem volkswirtschaftlichen Nutzen für Deutschland zu rechnen. Wie hoch dieser Nutzen ausfällt, ist jedoch insbesondere von der Marktdurchdringung der hochautomatisierten Fahrzeuge abhängig. Im Jahr 2020 wird der positive Effekt bei knapp 50.000 HAF-Fahrzeugen in Deutschland je nach Umsetzungsszenario und Bewertungsmethodik in der Größenordnung zwischen 33 und 64 € pro Fahrzeug liegen. Im Szenario einer vollständigen Durchdringung des deutschen Pkw-Bestands mit hochautomatisierten Fahrzeugen wächst dieser Wert auf 95 bis 320 € an. Dadurch besteht ein erheblicher Anreiz, sehr schnell eine hohe Marktdurchdringung (hoch-)automatisierter Fahrzeuge zu erreichen. Zudem verstärken sich die Leitmarkeigenschaft und die Leitanbieterschaft wechselseitig, so dass in beiden Kategorien eine starke Wettbewerbsposition Deutschlands anzustreben ist.

Die deutsche Automobilindustrie verfolgt bei der Automatisierung von Fahrzeugen einen evolutionären Ansatz. Der stufenweise Ausbau von ADAS bis hin zu HAF und der Anwendungsfall auf Autobahnen sind ein Ausdruck dessen. Im Vergleich zum anderen Megatrend „Elektromobilität“ birgt die Automatisierung von Fahrzeugen jedoch ein deutlich größeres Potenzial für disruptive Innovationen, insbesondere vollautomatisiertes und autonomes Fahren weisen Merkmale disruptiver Innovation auf. Die industriepolitischen Risiken bestehen darin, dass neue Akteure oder „Quereinsteiger“ autonome Fahrzeuge früher (möglicherweise in Nischen) realisieren und dann so schnelle Leistungsverbesserungen erzielen, dass das traditionelle Geschäftsmodell der Automobilindustrie (Fahrzeugabsatz, After-Sales, Finanzierung) sukzessive substituiert wird. Insbesondere in Verbindung mit einem elektrischen Antriebsstrang ist es künftig denkbar, dass Unternehmen mit großer IT-Kompetenz gemeinsam mit Partnern, die über Fertigungskompetenzen verfügen, ein technologisch ausgereiftes Fahrzeug auf den Markt bringen. Dieses könnte hinsichtlich der traditionellen Leistungsmerkmale (Komfort, Geschwindigkeit, Beschleunigung, etc.) von heutigen Automobilen abweichen und sich stattdessen durch neue Funktionalitäten wie einen autonomen Fahrmodus und innovative Mensch-Maschine-Schnittstellen auszeichnen. In diesem Szenario ist es vorstellbar, dass diese Fahrzeuge nicht als Einzelprodukt an Endkunden, sondern als Systemlösung an Städte oder Anbieter von Verkehrsdienstleistungen vertrieben werden. Potenziell disruptive Ansätze mit autonomen Fahrzeugen werden insbesondere von neuen Wettbewerbern aus den USA und Unternehmen aus der IT-Industrie erwartet, auch wenn derzeit noch kein potenzieller Wettbewerber über einen klaren Entwicklungsvorsprung gegenüber der deutschen Industrie verfügt. Da disruptive Innovationen jedoch häufig in Nischen beginnen, sind die Aktivitäten in anderen Ländern, insb. von branchenfremden Akteure im Bereich autonomer Fahrzeuge (Industriepolitisch) mit hoher Aufmerksamkeit zu analysieren.

Mit der Kooperation der deutschen Automobilhersteller Daimler, BMW und Audi bezüglich Nokia Here und der Zusammenarbeit von TomTom und Bosch besteht bezüglich digitalen Karten eine gute Ausgangssituation, um ein zukünftiges Abhängigkeitsrisiko von branchenfremden Unternehmen und die Gefahr einer

„Aushebelung“ der Wertschöpfung der deutschen Automobilhersteller durch branchenfremde Unternehmen zu entschärfen.

SWOT-Analyse des Standorts Deutschland

Die Analyse der Rahmenbedingungen in den Vergleichsstaaten USA, Japan, China, Singapur, Frankreich und Großbritannien zeigt, dass das Thema der Fahrzeugautomatisierung bereits in vielen Ländern auf höchster politischer Ebene diskutiert wird und man auch von einem politisch-rechtlichen Wettbewerb unter den Nationen sprechen kann. Andere Länder (auch die USA) verfügen allerdings über keine grundsätzlichen und langfristigen Vorteile bei der Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen. Der häufig in den Medien angeprangerte politische „Rückstand“ Deutschlands auf andere Länder bezüglich der Einführung automatisierter Fahrfunktionen kann nicht bestätigt werden kann. Lediglich was die offizielle Formulierung von politischen und technischen Roadmaps und nationalen Zielsetzungen betrifft, haben einige Wettbewerbsländer einen zeitlichen Vorsprung. Auch die Erprobung von Automatisierungssystemen auf deutschen Straßen wird industrieseitig nicht als nachteilig im weltweiten Vergleich betrachtet.

Neben den in Deutschland langwierigen Abstimmungsprozessen zwischen verschiedenen Akteuren, zeichnet sich derzeit jedoch eine geringere deutsche Test-Aktivität auf dem Gebiet des vollautomatisierten und autonomen Fahrens im urbanen Raum ab als beispielsweise in Großbritannien, den USA oder Singapur. Aus diesem Grund wird vor einer zu starken Fokussierung ausschließlich auf das hochautomatisierte Fahren gewarnt, da andere Staaten das Thema der „intelligenten Mobilität“ durchaus umfassender und unter Einbeziehung höherer Automatisierungsgrade sowie einer intelligenten Infrastruktur behandeln.

Die durchgeführte Indikatorenanalyse zeigt, dass Deutschland großes Potenzial hat, auch im Jahr 2025 und darüber hinaus weiterhin eine führende Rolle zu spielen. Jedoch zeigt die Analyse auch, dass die USA ein sehr starker Wettbewerber auf Anbieterseite sein werden (u.a. aufgrund einer guten Qualifizierungslandschaft, hoher Konzentration von Risikokapital und innovativen IT-Unternehmen sowie verfügbarer Kompetenzen wie z.B. IT-Fachkräften) und insbesondere Japan über sehr gute Voraussetzungen in Bezug auf die Übernahme der Rolle als Leitmarkt verfügt (z.B. durch gut ausgebautes Mobilfunknetz, Car2-X-Infrastruktur und geringere Komplexität des Autobahnverkehrs).

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Ausgangsposition der deutschen Industrie bzgl. einer künftigen Etablierung als Leitanbieter für hochautomatisierte Fahrzeuge und entsprechende Schlüsseltechnologien:

	Vorteil	Nachteil
Status Quo	<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Technologieführerschaft in den Bereichen Fahrerassistenz, Aktorik und Radarsysteme ▪ Hohe Ausfallsicherheit und Qualitätsstandards ▪ Patentsituation und Forschungslandschaft ▪ Hohe Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen der Industrie 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bisher isolierte Backend-Systeme verschiedener Anbieter ▪ Geringe Förderung und Aktivitäten von Gründern und Start-Ups ▪ Langwierige Abstimmungsprozesse innerhalb des politischen Feldes
Potenzial	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoher Anteil an Fahrzeugverkäufen im Premium- und Oberklassesegment ermöglicht eine schnelle Diffusion deutscher Technologien ▪ Technologie-Know-how der Automobilindustrie kann auf andere Branchen transferiert werden ▪ Gute Ausgangsposition um „Testfelder“ für automatisiertes Fahren zu schaffen, welche erforderliche Use-Cases abdecken und beteiligte Akteure gleichermaßen einbeziehen 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Möglicher Markteintritt neuer Akteure • Der Antriebsstrang wird im Fahrzeugbau an Bedeutung verlieren und der Wertschöpfungsanteil wird sinken • HAF wird zu einem „Commodity“ • Die neue Updatefähigkeit der Produkte ist nur bedingt kompatibel zu den bestehenden Vertriebsroutinen der Automobilindustrie ▪ Die sich verändernde Industrie benötigt neue Kompetenzen und eine Anpassung der Bildungslandschaft um ausreichend qualifizierte Absolventen hervorzubringen ▪ Zu starke Konzentration auf evolutionären Ansatz des automatisierten Fahrens

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Ausgangsposition Deutschlands in Hinblick auf die Möglichkeit, sich als Leitmarkt für hochautomatisierte Fahrzeuge zu etablieren:

	Vorteil	Nachteil
Status Quo	<p>Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechtssicherheit und Haftungssituation ▪ Hoher Anteil an Premium- und Oberklassefahrzeugen in Deutschland ▪ Hohe Zahlungsbereitschaft deutscher Automobilkunden für Sonderausstattungen ▪ Häufiges Auftreten der HAF Use-Cases ▪ Gute Straßenqualität und strukturierte Umgebungsbedingungen auf Autobahnen 	<p>Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Komplexe Verkehrsbedingungen ▪ Kein hochperformantes Mobilfunknetz ▪ Wenig Aktivität im Bereich der Car2X-Vernetzung ▪ Langsame Prozesse zur Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen
Potenzial	<p>Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deutliche Steigerung der Verkehrssicherheit ▪ Breites Angebot deutscher HAF-Fahrzeuge kann die Diffusion entsprechender Technologien im Heimatmarkt beschleunigen (Interdependenz zwischen Leitanbieterschaft und Leitmarkt) 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Kundenerwartungen und technologische Reife sind nicht deckungsgleich • Das Aufkommen vollautomatisierter Mobilitätssysteme kann die typischen Nutzungsmuster im Automobilmarkt verändern

Industriepolitische Handlungsempfehlungen

Die Handlungsempfehlungen adressieren folgende Aktionsfelder:

- (1) Daten und Datenschnittstellen,
- (2) Infrastruktur,
- (3) Testbedingungen,
- (4) Rechtsrahmen,
- (5) Marktanreize und Förderung,
- (6) Wertschöpfung und Standortförderung,
- (7) Koordination und politische Strategie,
- (8) industriepolitische Frühaufklärung,
- (9) Forschungsförderung sowie
- (10) Fachkräfte und Qualifizierung.

(1) Handlungsfeld Daten und Datenschnittstellen

Kurz- bis mittelfristig

- ➔ Sicherheitsrelevante Informationen, beispielsweise über Wetterverhältnisse, Unfälle, Baustellen oder Tempolimits sollten allen vernetzten Verkehrsteilnehmern in gleicher Aktualität und Qualität zur Verfügung stehen.

- ➔ Es sollte geprüft werden, ob eine „Verkehrsdatenplattform“ für vernetzte und automatisierte Fahrzeuge betrieben werden sollte, die entweder relevante Informationen direkt an die Fahrzeuge, oder zentral an die einzelnen Hersteller-Backends sendet. Mit Converge und MDM sind wesentliche Voraussetzungen hierfür bereits geschaffen. Zudem muss geprüft werden, welche Sicherheitsanforderungen sowie welche Regulierungsnotwendigkeit daraus hervorgehen.
- ➔ Hierbei sollten neben den Verkehrsmanagementzentralen auch die OEM in die Pflicht genommen werden, sicherheitsrelevante Daten, die von Fahrzeugen in ihr Backend übertragen werden (Floating Car Data) an eine übergeordnete Plattform weiterzugeben.
- ➔ Hierfür ist die Einführung technischer Datenstandards erforderlich, damit alle Hersteller die geteilten Daten im selben Format bereitstellen und empfangen können. Ebenso muss definiert werden, welche Daten in welcher Form geteilt werden sollten und welche Art der Datenübertragung und Kommunikationstechnologie benötigt wird. Mit dem Kauf des Unternehmens HERE durch das Konsortium bestehend aus Audi, BMW und Daimler ist eine gute Grundlage geschaffen. Es müssen die Schnittstellen zu anderen Plattformen wie beispielsweise von TomTom/Bosch definiert werden.

(2) Handlungsfeld Infrastruktur

Kurz- bis mittelfristig

- ➔ Ein Aufbau von Car2X-Technik kann auf Basis des heutigen Wissensstandes unter Kosten-Nutzen-Kalkülen nicht verlässlich empfohlen werden. Stattdessen sollten Car2X-Funktionen im Rahmen einer Teststrecke erprobt und auf ihren Mehrwert hin evaluiert werden.
- ➔ Es sollte vermieden werden, dass ein lückenhaftes Mobilfunknetz die Marktentwicklung automatisierter Fahrzeuge behindert. Daher sollte die Abdeckung des LTE-Mobilfunknetzes, speziell entlang der BAB geprüft und sichergestellt werden. Für eine stabile Verbindung mit garantierter Verfügbarkeit ist eine vollständige Mobilfunkabdeckung entlang der Autobahnkorridore notwendig, welche bisher jedoch noch nicht in ausreichendem Maße gegeben ist. Außerdem muss sichergestellt sein, dass auch bei großer Nutzerzahl die Verbindung stabil aufrechterhalten werden kann.

(3) Handlungsfeld Testbedingungen

Kurz- bis mittelfristig

- ➔ Es sollte ein transparenter und national standardisierter Genehmigungsprozess für das Testen hoch- und vollautomatisierter Fahrzeuge auf öffentlichen Straßen etabliert werden.
- ➔ Im Rahmen der Konzeption sowie der Realisierung geeigneter Testfelder ist die Einbindung aller beteiligten Akteure sowohl von Seiten der Industrie als auch von Seiten der Forschung zur Definition der Use-Cases erforderlich.
- ➔ Es sollten zusätzlich spezielle Teststrecken mit kommunikationsfähiger Infrastruktur eingerichtet werden.
- ➔ Auch ausländische Hersteller sollten zum Testen auf deutschen Autobahnen motiviert werden, womit Standortverlagerungen dieser Hersteller nach Deutschland verbunden sein können.
- ➔ Hierbei wird weiterhin empfohlen, auch ein Augenmerk auf die Umsetzung urbaner Testszenarien zu legen, da der revolutionäre Ansatz autonomer Fahrzeugsysteme parallel zur evolutionären Automatisierung verfolgt werden sollte. Hierfür sollten Testmöglichkeiten sowohl auf dedizierten Testfeldern, als auch als auch in Form von Feldversuchen im öffentlichen Raum geschaffen werden. Hierzu ist ein Dialog mit Städtevertretern zu beginnen.

(4) Handlungsfeld Rechtsrahmen

kurz- bis mittelfristig

- ➔ Die zulassungsrechtlichen Voraussetzungen für HAF sollten zügig geschaffen werden, um international zum „Taktgeber“ zu werden. Insbesondere gilt dies für die auf dem Fahrzeugteileübereinkommen beruhenden ECE-Regelungen.
- ➔ Die Voraussetzungen einer europäischen Interoperabilität von HAF sollten sichergestellt werden. Hierfür müssten StVO und weitere Straßenverkehrsregelungen (zum Beispiel solche, die die Straßenverkehrszeichen betreffen) der Mitgliedstaaten harmonisiert werden.
- ➔ Es sollten datenschutzrechtlich zulässige Lösungen hinsichtlich der Verfolgbarkeit von Massendelikten (bspw. Geschwindigkeitsübertretungen und Abstandsvergehen) eruiert werden.

(5) Handlungsfeld Marktanzreize und Förderung

Kurzfristig

- ➔ Es sollte die aktive Förderung der Verbreitung von ADAS und HAF-Systemen durch rechtliche oder finanzielle Anreize geprüft werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass seitens der Industrie eine zügige Einführung der Systeme auch in Kompakt- und Mittelklassefahrzeugen erfolgt. Dabei spielt die soziale Komponente eine wichtige Rolle, da vermieden werden sollte, dass Käufer hochpreisiger Fahrzeuge einseitig finanziell unterstützt werden, während Käufer günstiger Fahrzeuge keinen Zugang zu aktiven Sicherheitssystemen erhalten.
- ➔ Da die meisten Fahrzeuge der Oberklasse und oberen Mittelklasse gewerblich zugelassen werden, sollte sichergestellt werden, dass insbesondere für diese Kundengruppe die richtigen Anreize bestehen. Hierfür sollte frühzeitig ein Dialog mit den entsprechend verantwortlichen Fuhrparkmanagern und Einkäufern geführt werden. Zudem ist es industriepolitisch wichtig, dass sich die Diffusion aus dem Oberklassen-Segment in preisgünstigeren Fahrzeugklassen schnell vollzieht.

Mittelfristig

- ➔ Die mit der HAF-Fahrzeuganzahl überproportional ansteigende volkswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit hochautomatisierter Fahrzeuge sollte sich im Marktpreis widerspiegeln. Hierfür kommt ein Bonus-Malus-System infrage, das ggf. mit den (künftigen) Anreizmechanismen für Elektrofahrzeuge integriert werden könnte.

(6) Wertschöpfung und Standortförderung

Kurz- bis mittelfristig

- ➔ Es sollten fiskalpolitische Maßnahmen zur Verbesserung der Bedingungen für Start-Up-Unternehmen eingesetzt werden. Hierzu gehören die Vereinfachung des Börsenzugangs, die Verbesserung des Zugangs zu Risikokapital, die Schaffung der Möglichkeit von steuerwirksamen Sofortabschreibungen beim Erwerb von Start-Up-Beteiligungen, die Erhaltung von Verlustvorträgen bei der Veräußerung von Start-Up-Anteilen und die Schaffung von Ausnahmen von der Mindestbesteuerung für junge Unternehmen. Aktuell warnt der Branchenverband BITKOM davor, dass aktuell sogar Maßnahmen getroffen werden, die einer Verbreitung von Start-Up-Gründungen eher im Wege stehen.
- ➔ Mobilitäts-Start-Ups sollten gezielt gefördert werden (bspw. „Förderprogramm Digital Automotive Startup“). So könnten Plattformen oder Förderprogramme konzipiert werden, die speziell junge Unternehmen mit Innovationsideen im Bereich intelligenter Mobilität bei der Gründung, Anlauffinanzierung und in der Erschließung von Marktzugängen unterstützen.
- ➔ Unterstützung der Unternehmen am Standort Deutschland bei der Einrichtung einer modularen und skalierbaren Produktion und agilen

Entwicklungsmethoden für HAF, um den Hochlauf bzw. den schnellen Wechsel bei Stückzahlen und Anforderungen an HAF-Systeme sowohl intra- als auch interorganisatorisch hinsichtlich technischen und kostenseitigen Aspekten gerecht zu werden.

- Die sich verkürzenden Entwicklungszyklen und schnell wandelnden Anforderungen stellen insbesondere KMUs vor erhebliche Herausforderungen. Daher sollten die Lieferantennetzwerke ganzheitlich eingebunden werden
- Bisher nicht aktiver Unternehmen der Automobil- und Zulieferindustrie sollen befähigt werden, Wertschöpfungspotenziale im System HAF zu definieren
- Ausländischer Unternehmen sollen motiviert werden, Entwicklungstätigkeiten am Standort Deutschland durchzuführen

(7) Handlungsfeld Koordination und politische Strategie

Kurz- bis mittelfristig

- Im politischen Raum sollte eine weitere undifferenzierte Verwendung der Begrifflichkeiten vermieden werden.
- Das Thema des automatisierten Fahrens sollte nicht aus einer Vielzahl separater Perspektiven von Automobilindustrie, Verkehrsplanung oder Rechtssystem betrachtet und bearbeitet werden, sondern anhand einer klaren Zielhierarchie von der öffentlichen Hand ganzheitlich vorangetrieben werden. Es wird die Gründung einer Ministerien-übergreifenden Instanz empfohlen, welche ohne ressortbedingte Prägung Kompetenzen innerhalb des deutschen Politiksystems bündelt, um Roadmaps und wünschenswerte Rahmenbedingungen zu definieren und den Austausch mit Industrie, Wissenschaft und weiteren Stakeholdern zu vereinfachen.
- Da die meisten Fahrzeuge der Oberklasse und oberen Mittelklasse gewerblich zugelassen werden, sollte sichergestellt werden, dass insbesondere für diese Kundengruppe die richtigen Anreize bestehen. Hierfür sollte frühzeitig ein Dialog mit den entsprechend verantwortlichen Fuhrparkmanagern und Einkäufern geführt werden. Zudem ist es industriepolitisch wichtig, dass sich die Diffusion aus dem Oberklassen-Segment in preisgünstigeren Fahrzeugklassen schnell vollzieht.
- Es wird die Durchführung von Kompetenz- und Anwendungsrecherchen zur Evaluation des Transferpotenzials von HAF-Technologien und Know-how in andere Branchen empfohlen.
- Die Vernetzung branchenfremder Akteure mit der Automobilindustrie und der Wissenschaft sollte speziell mit dem Fokus auf Konnektivität und Automatisierung institutionalisiert werden. Denkbar ist hierzu beispielsweise eine einmal jährlich stattfindende Konferenz.
- Formulierung des politischen Ziels eines hohen Streckenfreigabeanteils für HAF-Funktionalitäten zur Erreichung einer Leitmarktposition.

(8) Handlungsfeld Industriepolitische Frühaufklärung

Kurzfristig

- Ausgehend von einer Analyse industriepolitischer Risiken bspw. durch neue Geschäftsmodelle, technologische Trends oder Wettbewerbsbeschränkungen sollte ein Prozess der industriepolitischen „Frühaufklärung“ analog zur „Technologiefrühaufklärung“ in Unternehmen etabliert werden. Hierbei sollten internationale Aktivitäten und Projekte unter Einbeziehung der rechtlichen Rahmenbedingungen, Analyse der eingesetzten Technologien, Analyse der beteiligten Akteure und potentieller Kunden, etc. bewertet werden. Zudem sollte ein Monitoring besonders relevanter Trends und Projekte erfolgen. Hierdurch lassen sich Risiken und Chancen für den Standort Deutschland identifizieren sowie politische Handlungsbedarfe und Prioritäten bei der Forschungsförderung ableiten.

(9) Handlungsfeld Forschungsförderung

Es sollten Forschungsprojekte mit folgenden Schwerpunkten gefördert werden:

Kurz- bis mittelfristig

- ➔ Wissenschaftlicher Nachweis der volkswirtschaftlichen Nutzenpotenziale und Risiken von HAF: Die Politik hat die Aufgabe, die Gesellschaft über den Nutzen, aber auch über die Risiken, neuer Technologien aufzuklären. So ist es einerseits geboten, den tatsächlichen Nutzen von HAF-Systemen wissenschaftlich nachzuweisen und andererseits auch die potentiellen Risiken in die öffentliche Diskussion einzubringen. Hierzu wird ein (Verkehrs)Simulation verschiedener Automatisierungsszenarien auf Autobahnen angeregt
- ➔ Entwicklung von Test- und Freigabeverfahren für HAF, insbesondere frühzeitige Klärung der Anforderungsumfängen
- ➔ Definition von Methoden und Vorgaben für die Einspielung und Überprüfung von Updates für Automatisierungsfunktionen
- ➔ Erforschung des Potenzials vollautomatisierter Mobilitätsysteme, insbesondere Schnittstellen zwischen ÖPNV und MIV mittels vollautomatisierter Fahrzeuge: Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, durch die gezielte Förderung von Pilotprojekten zu vollautomatisierten Fahrzeugen dazu beizutragen, dass die deutsche Industrie auch den revolutionären Entwicklungspfad im Auge behält. Es wird als wichtig erachtet, dass die Automobilindustrie auch dort eigene Erfahrungen sammelt und so in Zukunft für die Umsetzung vollautomatisierter Mobilitätskonzepte und die Transformation ihres eigenen Geschäftsmodells vorbereitet ist.
- ➔ Mensch-Maschine-Interaktion, insbesondere die Rückübertragung der Fahraufgabe an den Fahrer (Aggregation und Konsolidierung bestehender Forschungsergebnisse in den Bereichen Fahrerzustandserkennung und Übernahmezeiten).

Mittel- bis langfristig

- ➔ Evaluation von Maßnahmen zur Reduktion der Komplexität des Autobahnverkehrs (z.B. einheitliches Tempolimit)
- ➔ Förderung der Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte für vollautomatisiertes/autonomes Fahren

Generell sollte bei Förderprogrammen die Zusammenarbeit verschiedener Branchen oder das Aufzeigen von Synergien als positives Förderkriterium in die Evaluation von Forschungsvorhaben einbezogen werden.

(10) Handlungsfeld Fachkräfte und Qualifizierung

Kurzfristig

- ➔ Es bedarf eines vertiefenden Abgleichs des zukünftigen quantitativen und qualitativen Bedarfs an Fachkräften im Bereich der Fahrzeugautomatisierung mit den aktuellen Qualifikationsprofilen und Absolventenzahlen. Sollte hierbei ein entsprechender Mangel an IT-Fachkräften festgestellt werden, wird empfohlen, die Einrichtung entsprechender Lehrstühle und Forschungseinrichtungen zu fördern, die sich gezielt mit den entstehenden Schnittstellen zwischen Automobil- und IT-Branche beschäftigen. Hierbei sollte neben fahrzeugbezogenen Themen auch die systemische Seite der Verkehrsplanung und Datenanalyse mit einbezogen werden.
- ➔ Weiterhin sollte das Thema Weiterqualifizierung und Umschulung eingehend betrachtet werden. Es sollten Analysen durchgeführt werden, inwieweit die Veränderung der Kompetenzanforderungen Einflüsse auf die bestehende Belegschaft hat und welche - auch kulturellen - Vermittlungsbedarfe zwischen den Angestellten verschiedener Qualifikationen bestehen.