



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

**HIGHTECH
STRATEGIE** 
Köpfe. Kompetenzen. Innovationen.

Mein Auto kann mehr

Forschung für das autonome elektrische Fahren



FUTURE
START

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
<hr/>	
Das Auto von morgen: Sicherer, effizienter und komfortabler	3
<hr/>	
Infografik: Mobilität in Zahlen	4
<hr/>	
Mobil dank innovativer Elektronik	6
<hr/>	
Infografik: Mobilität der Zukunft	12
<hr/>	
Gelungene Interaktion zwischen Mensch und Technik im autonomen Fahrzeug	14
<hr/>	
Sicher durch die vernetzte mobile Welt	20
<hr/>	
Die Zukunft: das autonome elektrische Fahren	25
<hr/>	
Weitere Informationen	26
<hr/>	
Impressum	29
<hr/>	

Vorwort

An das Auto von morgen knüpfen sich hohe Erwartungen: Es soll weniger Ressourcen verbrauchen, weniger Abgase ausstoßen, leiser sein und zu einer nachhaltigen Mobilität der Zukunft beitragen. Damit verbinden sich auch neue Anforderungen an Mobilitätskonzepte: die Zahl der Unfallopfer und die Verkehrslasten wollen wir senken. Das automatisierte und vernetzte Fahren kann hier zentrale Beiträge leisten.

Das Ziel der Bundesregierung ist es, dass der Automobilstandort Deutschland nicht nur bei der Entwicklung und Herstellung konventioneller Fahrzeuge, sondern auch beim automatisierten und vernetzten Fahren führend ist. Zu den Zukunftsthemen der Hightech-Strategie 2025, der übergreifenden Innovationsstrategie der Bundesregierung, zählt deshalb „Mobilität“. Für sie wollen wir optimale Rahmenbedingungen in Deutschland schaffen: Schlüsseltechnologien für intelligente Mobilität sollen hierzulande erforscht, entwickelt, erprobt und produziert werden. Die vorliegende Broschüre stellt die Förderschwerpunkte des Bundesforschungsministeriums für das automatisierte und vernetzte Fahren vor. Wir wünschen spannende neue Einblicke in die Forschung für die Mobilität der Zukunft.

Ihr
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Auto von morgen: Sicherer, effizienter und komfortabler

Anti-Blockier-Systeme, Lenkassistenten oder Navigationsgeräte erhöhen die Sicherheit im Straßenverkehr und machen das Fahren effizienter und komfortabler. Aber Autos, die „miteinander kommunizieren“, um sich gegenseitig nicht in die Quere zu kommen? Fahrzeuge, die ohne menschliches Eingreifen einem plötzlich auftauchenden Radfahrer automatisch ausweichen, um einen Unfall zu verhindern? Lieferverkehr, der Straßen dank perfekter Berechnung von Routen und Geschwindigkeiten optimal nutzt und Waren ohne Staus schnellstmöglich verteilt? Und das alles ohne Lärm und Abgase? Gibt es nicht? Doch! In enger Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft werden solche Ideen im Labor erforscht. Derzeit sind viele Technologien jedoch noch im Entwicklungs- und Erprobungsstadium und erreichen noch nicht die erforderliche Leistung und Zuverlässigkeit. Gleichzeitig wachsen die Herausforderungen an die Mobilität: In Deutschland sind derzeit etwa 62 Millionen Fahrzeuge angemeldet, Verkehrsstaus verursachen jährlich volkswirtschaftliche Kosten von einer Milliarde Euro, Unfälle verletzen noch immer zu viele Menschen, Abgase und Lärm stehen in Konflikt mit Lebensqualität und Klimaschutz. Forschung zur Mobilität kann hier Lösungen bieten.

Vieles spricht dafür, dass elektrisch angetriebene, mit IT-Technologie vernetzte, automatisiert und sogar autonom fahrende Fahrzeuge dem öffentlichen Nahverkehr und der Warenlogistik ganz neue Möglichkeiten bieten. Dank koordinierter Bewegungen können solche Fahrzeuge Staus reduzieren. Studien zeigen zudem, dass selbstfahrende Autos das Unfallrisiko um mehr als 90 Prozent senken – vorausgesetzt, die Technik funktioniert einwandfrei.

Deutschland steht weltweit für Qualität und Zuverlässigkeit seiner Industrieprodukte. Eigenschaften, die auch für das autonome und elektrische Fahren entscheidend sind. Daher setzt die Bundesregierung dort Forschungsschwerpunkte, wo Durchbrüche gelingen müssen, wo höchste technische Zuverlässigkeit und Sicherheit der IT-Systeme sowie eine vertrauenswürdige Interaktion von Mensch und Maschine notwendig sind. Die Forschungsagenda des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum autonomen elektrischen Fahren fördert seit 2015 Forschungsprojekte im Umfang von etwa 150 Millionen Euro. Sie ist Baustein der Gesamtstrategie der Bundesregierung zum automatisierten und vernetzten Fahren, in der auch die Infrastrukturentwicklung, Fragen der Ethik und der Gesetzgebung sowie der europäischen und internationalen Zusammenarbeit betrachtet werden.

Mobilität in Zahlen

77 %

der Verbraucher wünschen sich intelligente Autos, die selbstständig ihren Parkplatz finden.¹

Bis zu
80 %

der Innovationen im Automobil entstehen heute durch eingebaute Elektroniksysteme.²

37 %

der Autofahrer in Deutschland glauben, dass die Technik in Zukunft sicherer fährt als der Mensch.³

Mehr als
100

Sensoren sind heute in einem modernen Auto verbaut.⁴

1 electronica-Trend-Index 2020 (2016)

2 ZVEI: Embedded Software & Systems (2009)

3 AXA, forsa (2015)

4 Fleming, B.: „Sensors? A forecast“ in IEEE Vehicular Technology Magazine (Volume: 8, Issue: 3, Sept. 2013)

2.400

Kilometer tourte ein autonomes Fahrzeug mit deutscher Technik durch Mexiko – ohne Hände am Steuer und unfallfrei.⁵

21 %

der deutschen Automobilbauer setzen auf die Nutzung fortschrittlicher Big-Data-Analyse.⁶

Weltweit sind heute mehr als 900 Mio. Pkw im Einsatz, bis 2050 werden nahezu

3Mrd.
prognostiziert.⁷

7 %

der Deutschen würden für ein selbstfahrendes Auto deutlich mehr zahlen als für ein herkömmliches Auto.⁸

58 %

der weltweit angemeldeten Patente zum autonomen Fahren entfallen auf deutsche Unternehmen.⁹

5 Technology Review 10/2016

6 BITKOM / KPMG (2016)

7 Shell PKW-Szenarien bis 2040 – Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität (2014)

8 BITKOM (2016)

9 Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2016)

Mobil dank innovativer Elektronik

Elektronik, Digitalisierung und Vernetzung machen das autonome, elektrische Fahrzeug überhaupt erst für die Straße bereit: Mikroelektronik und Sensorik, intelligente Software kombiniert mit belastbaren Aktoren – sie steuern den Antrieb, die Lenkung und das Bremsen. Sie leisten Hilfe bei der Navigation, erkennen Gefahren, sorgen für Komfort und für zuverlässige, sichere Mobilität. Zudem sind sie dafür verantwortlich, dass sich Verkehrsflüsse besser lenken lassen und der Energievorrat in elektrifizierten Fahrzeugen optimal genutzt werden kann.

Das Zusammenspiel all dieser Bausteine sorgt für völlig neue Eigenschaften des Autos und kann es in die Lage versetzen, wie ein Mensch zu entscheiden. Die Ziele des automatisierten vernetzten Fahrens – Energieeffizienz und Klimaschutz, soziale Teilhabe durch Mobilität und vor allem die Sicherheit im Straßenverkehr – können so verwirklicht werden. Ein Schwerpunkt der Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung liegt deshalb auf Elektronik für das autonome elektrische Fahren.

Die Forschung für die intelligente Mobilität ist eine Zukunftsaufgabe der Hightech-Strategie der Bundesregierung. Dort werden neben dem automatisierten Fahren und der Elektromobilität weitere Mobilitätsthemen wie ÖPNV- oder Logistikkonzepte, Brennstoffzellentechnik sowie synthetische Kraftstoffe gefördert.

Beispiel: Ausfallsichere Steuerung

Ein Höchstmaß an Sicherheit: Beim autonomen Fahren greift der Mensch auch im Fehlerfall nicht ein – das System muss bei unvorhergesehenen Situationen zu 100 Prozent zuverlässig reagieren können. Um einen unterbrechungsfreien Fahrbetrieb zu garantieren ist idealerweise jede Komponente doppelt vorhanden, was weder wirtschaftlich noch technisch effizient ist. Im Projekt AutoKonf werden deswegen Sicherheitslösungen erarbeitet, die wie ein „Ersatzfahrer“ die Steuerung im Notfall – z. B. Lenken oder Bremsen – übernehmen, das Fahrzeug sicher führen und somit das Wohlbefinden der Insassen gewährleisten. Das besondere Konzept hier: Es wird ein **Universal-Steuergerät** entwickelt, das die Signalverteilung und Stromversorgung dynamisch so ändern kann, dass es im Fehlerfall die Funktionen verschiedener Steuergeräte übernimmt – gewissermaßen „Einer für alle“.

Weitere Informationen: www.elektronikforschung.de/projekte/autokonf

Elektronikkomponenten als elementare Bausteine

Ob Radar, Ultraschall oder Kamerasysteme – die Technologie, die heute hinter vielen Fahrerassistenzsystemen steckt, wurde bereits seit den 90er Jahren kontinuierlich durch die Bundesregierung gefördert. Die Einführung im Auto ließ die Zahl tödlicher Unfälle im Straßenverkehr stetig sinken – und das trotz steigenden Verkehrsaufkommens.

Eine noch immer große Herausforderung für das automatisierte Fahren ist die Erfassung und Verarbeitung aller Informationen, die es im urbanen Umfeld mit Individual- und Lieferverkehr, ÖPNV, Baustellen und vielen unvorhergesehenen Situationen gibt. Aus der Erfassung der Fahrzeugumgebung, der Interaktion mit den anderen Verkehrsteilnehmern und aus dem Fahrzeug selbst resultiert eine Vielzahl an Daten. Um diese zuverlässig auszuwerten und zu verknüpfen, sind intelligente, besonders robuste und gleichzeitig energieeffiziente Elektroniksysteme dringend gefragt.

Technologische Basis für die Umsetzung sind hochinnovative mikroelektronische Komponenten. Sie ermöglichen leistungsstarke und kompakte Sensorsysteme, die eine vollständige Erfassung des Fahrzeugumfeldes auch bei schlechten Sichtbedingungen erlauben. Zudem tragen intelligente Steuereinheiten dazu bei, die gesammelten Umgebungsinformationen korrekt zu interpretieren und früh geeignete Fahrmanöver einzuleiten.



Beispiel: Radartechnologie

Eine wichtige Herausforderung für das autonome Fahren ist die Entwicklung hochauflösender, universell einsetzbarer und ausfallsicherer Sensoren, die das Fahrzeugumfeld erkennen. Dafür technologisch essenziell ist das Radar, das für anspruchsvolle Anwendungen noch nicht ausreichend gut funktioniert.

Deshalb wird im Projekt radar4FAD ein speziell auf die Anforderungen des automatisierten Fahrens ausgelegter Radar-Modulbaukasten erforscht. Die Kerninnovation: Die Sensorik wird gegenüber dem Stand der Technik leistungsfähiger, robuster, kosteneffizienter und ausfallsicherer sein.

Der Baukasten soll auf Basis universell verwendbarer Hardware-Komponenten unterschiedliche Sensorsysteme ermöglichen. Dafür werden leistungsfähige Halbleitertechnologien mit neuartigen Verfahren der Signalübertragung und -verarbeitung kombiniert sowie zugelassene Betriebsfrequenzen effektiver als bisher genutzt. Am Ende steht ein ganz neues Radarsystem, das die hohen Anforderungen des automatisierten Fahrens erfüllen kann.

Weitere Informationen: www.elektronikforschung.de/projekte/radar4fad

Validierung und Erprobung sicherer Fahrfunktionen

Innovative automatisierte Fahrfunktionen oder gar das vollständig autonome Fahren haben das Potenzial, das Unfallrisiko deutlich zu reduzieren. Dafür müssen die auf elektronischen Komponenten basierenden Funktionen unter möglichst realen Umständen hinreichend erprobt und validiert werden. Nur so können wichtige Erkenntnisse – beispielsweise aus Fahrmanövern durch unvorhergesehene Verkehrssituationen – so früh wie möglich in die Forschung einfließen und dazu beitragen, die Akzeptanz des autonomen Fahrens beim Bürger zu erhöhen. Ein Lösungsansatz dafür sind Projekte, in denen im Straßenverkehr mögliche kritische Situationen gezielt unter Einbezug aller Eventualitäten nachgestellt werden können.

Die Nutzerakzeptanz als wichtigstes Kriterium für den Durchbruch des autonomen Fahrens erfordert vereinte Kräfte: Gemeinsam engagieren sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung, das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz und das Bundesministerium des Innern

in der Umsetzung der „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“ der Bundesregierung. Die sinnvolle Verzahnung von Ergebnissen aus verschiedenen Bereichen bringt hier die Forschung und Entwicklung schneller voran und so das automatisierte und vernetzte Fahren konsequent auf die Straße.

Gute Wettbewerbssituation auch dank starker Innovationspartnerschaften

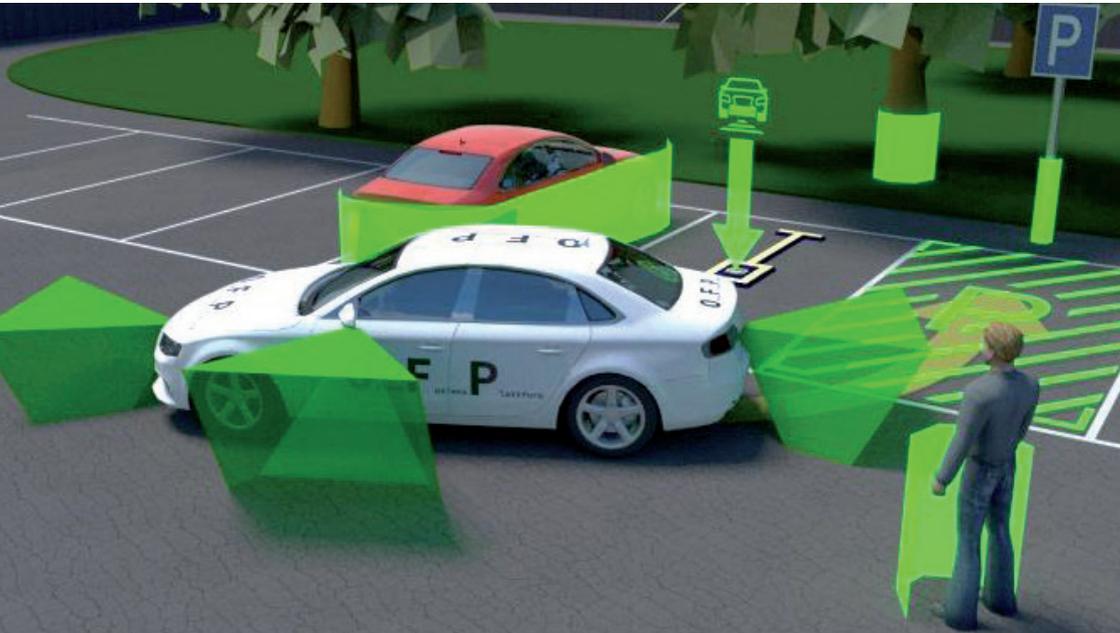
Deutschland hat bereits eine gute Wettbewerbsposition. Der Erfindungsreichtum und die Umsetzungsstärke deutscher Ingenieure sind weltweit bekannt, zugleich verfügt Deutschland über eine exzellente Forschungslandschaft, die die gesamte Kette von der Grundlagen- bis hin zur anwendungsorientierten Forschung umfasst. Es gibt starke Innovationspartnerschaften – von der Mikroelektronikbranche über die Komponentenhersteller bis hin zu einer traditionsreichen Automobilindustrie. Deshalb liefern deutsche Unternehmen schon heute weltweit Schlüsselkomponenten für automatisierte und elektrische Fahrzeuge. Unser Land hat somit die besten Voraussetzungen, eine Vorreiterrolle im autonomen Fahren zu übernehmen.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine noch stärker branchenübergreifende Zusammenarbeit für den schnell wachsenden Markt „autonomes Fahren“ nötig. Denn die intelligente Mobilität der Zukunft wird mit hoher Wahrscheinlichkeit durch innovative Geschäftsmodelle geprägt sein, die neue Technologien anders zum Einsatz bringen, als wir es uns derzeit vorstellen können. Wir glauben, dass die Elektrifizierung und die Digitalisierung des Fahrens miteinander verknüpft ein hohes Synergiepotenzial haben und dass es eines noch intensiveren Dialogs zwischen der IKT- und der Autobranche bedarf.



” Forschungseinrichtungen, Politik und Industrie müssen zusammenarbeiten, um das automatisierte Fahren sicher zu machen. Diese Sicherheit hängt von der Zuverlässigkeit der Umfeldsensorik, der Leistungsfähigkeit modernster Elektronikkomponenten und -architekturen und der Güte von Softwarefunktionen ab. Wir erforschen daher, wie sich Elektronikfehler auswirken und wie sie kompensiert werden können. “

Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss
Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und
Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS)



Beispiel: Digitales Modell der Fahrzeugumgebung

Im Projekt OFP sammeln die beteiligten Forscher und Entwickler Informationen aus der Fahrzeugumgebung mithilfe von Kameras, Radarsensoren oder externen Quellen und bilden sie digital ab. Durch die Fusion der daraus generierten Daten in nur einem Steuergerät – auf Basis hochmoderner mikroelektronischer Komponenten – kann ein digitales Modell der Umgebung erstellt werden. Hierauf können verschiedene Fahrfunktionen aufbauen, unterstützend oder auch komplett autonom.

Weitere Informationen: www.elektronikforschung.de/projekte/ofp

Beispiel: Feldtests und Simulationen

Um auch in komplexen städtischen Verkehrsszenarien hohe Automatisierungsstufen realisieren zu können, müssen Komponenten, Systeme und Fahrfunktionen umfassend getestet und validiert werden. Um hierfür die Voraussetzungen zu schaffen, entsteht im Projekt CERMcity – eingebettet in das Aldenhoven Testing Center der RWTH Aachen – eine für alle interessierten Nutzer zugängliche urbane Testumgebung.

Die Projektpartner ergänzen bestehende Streckenelemente durch neueste Kommunikationstechnologien und weitere Forschungskreuzungen, um noch realistischere städtische Verkehrssituationen nachbilden zu können. Das Besondere an CERMcity ist – auch im internationalen Vergleich – die Ausrichtung auf komplexen städtischen Verkehr. Vor allem aber wird die Testumgebung Wirtschaft und Wissenschaft zur Verfügung stehen. Kleine und mittlere Unternehmen sowie Forschungsinstitutionen ohne eigene Erprobungsstrecken und Forschungseinrichtungen können hier künftig nach Bedarf Nutzungszeit reservieren und ihre Innovationen testen. Damit wird eine Lücke in der deutschen Forschungslandschaft geschlossen.

Weitere Informationen: www.cerm.rwth-aachen.de

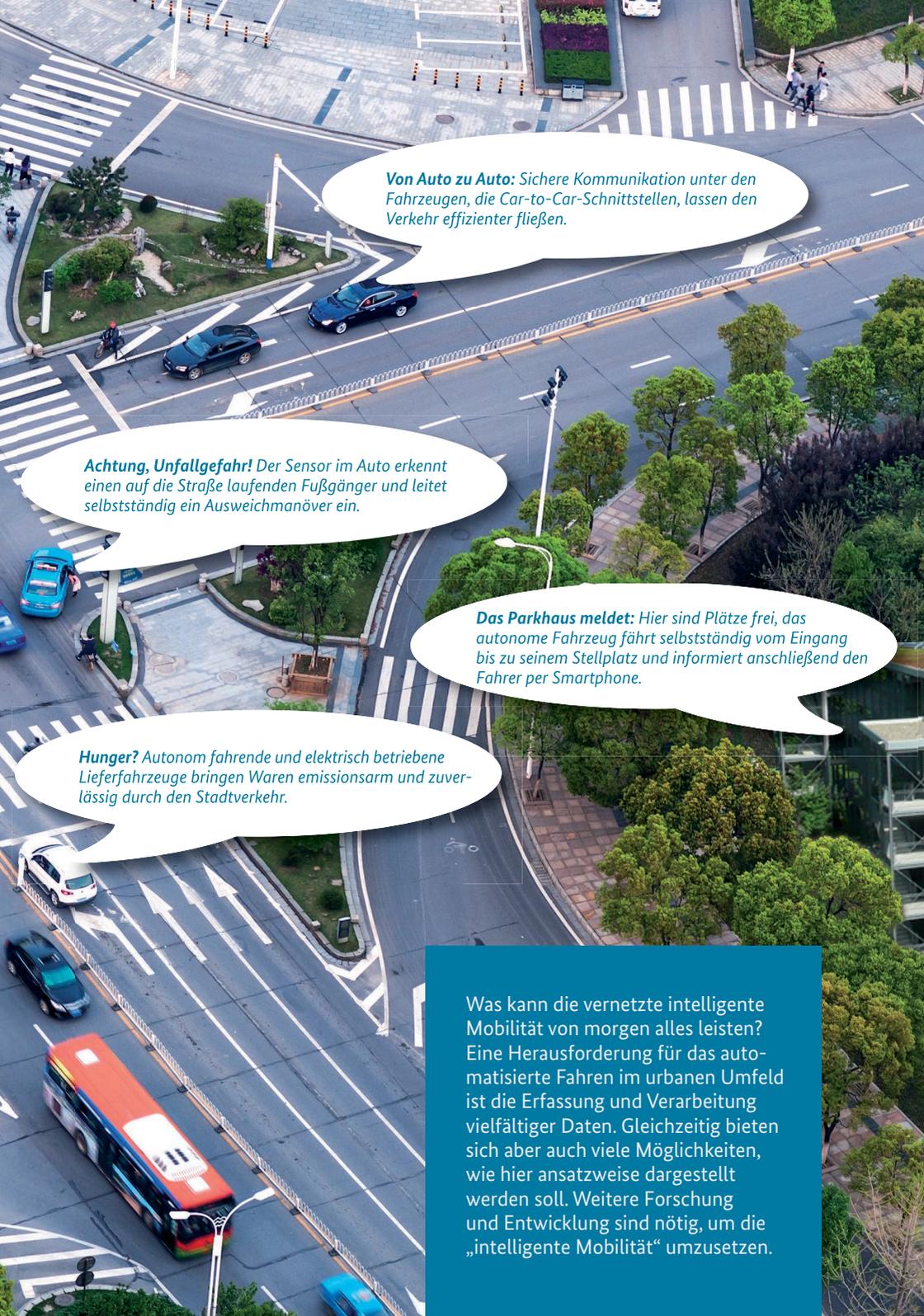




Hier geht's lang: Navi-Daten leiten das autonome Fahrzeug, der Insasse kann währenddessen im Internet nach Öffnungszeiten des von ihm angesteuerten Restaurants suchen und vom Auto aus dort reservieren.

Mitfahrgelegenheit gesucht? Innovative Geschäftsmodelle bieten ganz neue Formen der Mobilität.

Aufladen? Hier: In der Stadt integrierte Ladesäulen kommunizieren mit dem elektrisch betriebenen Auto.



Von Auto zu Auto: Sichere Kommunikation unter den Fahrzeugen, die Car-to-Car-Schnittstellen, lassen den Verkehr effizienter fließen.

Achtung, Unfallgefahr! Der Sensor im Auto erkennt einen auf die Straße laufenden Fußgänger und leitet selbstständig ein Ausweichmanöver ein.

Das Parkhaus meldet: Hier sind Plätze frei, das autonome Fahrzeug fährt selbstständig vom Eingang bis zu seinem Stellplatz und informiert anschließend den Fahrer per Smartphone.

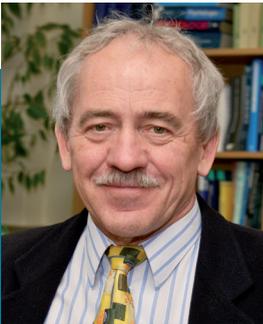
Hunger? Autonom fahrende und elektrisch betriebene Lieferfahrzeuge bringen Waren emissionsarm und zuverlässig durch den Stadtverkehr.

Was kann die vernetzte intelligente Mobilität von morgen alles leisten? Eine Herausforderung für das automatisierte Fahren im urbanen Umfeld ist die Erfassung und Verarbeitung vielfältiger Daten. Gleichzeitig bieten sich aber auch viele Möglichkeiten, wie hier ansatzweise dargestellt werden soll. Weitere Forschung und Entwicklung sind nötig, um die „intelligente Mobilität“ umzusetzen.

Gelungene Interaktion zwischen Mensch und Technik im autonomen Fahrzeug

Bereits heute kommen im Fahrzeug viele Assistenzsysteme zum Einsatz, die Fahrerinnen und Fahrer aktiv unterstützen. Künftig werden autonome Fahrzeuge Situationen kontinuierlich, schneller und umfassender analysieren, sogar individuelle Verhaltensweisen vorhersehen können und in geeigneter Weise reagieren. Dadurch wird die Sicherheit im Straßenverkehr erhöht und die Mobilität insgesamt komfortabler sowie effizienter. Bis Assistenz und Automatisierung vollständig autonom agieren können, sind allerdings noch einige Forschungsfragen zu lösen.

Im autonomen Fahrzeug sind Menschen als Insassen weiterhin Nutzer, deren Vertrauen und Akzeptanz für die weite Verbreitung des autonomen Fahrens unabdingbar ist. Hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge müssen deshalb vom Menschen intuitiv bedienbar und sicher nutzbar sein. Technische Lösungen müssen gewährleisten, dass der Mensch Handlungen von autonom agierenden Fahrzeugen erkennt, versteht und kontrollieren kann. Nur so entstehen Transparenz und Vertrauen, sind Insassen zufrieden und fühlen sich wohl.



” Für die Akzeptanz von autonomen Fahrzeugen ist eine vertrauenswürdige und intuitive Interaktion zwischen Insassen und Fahrzeug notwendig. Hierzu muss das Fahrzeug das aktuelle Befinden der Insassen erkennen und richtig interpretieren sowie über Fahrentscheidungen nachvollziehbar informieren. Darüber hinaus muss es aber auch außenstehende Verkehrsteilnehmer zuverlässig erfassen und einbeziehen. “

Prof. Dr. Josef F. Krems
Technische Universität Chemnitz

Beispiel: Kooperative Fahrer-Fahrzeug-Interaktion

Im Projekt KoFFI wird erforscht, wie ein teilautomatisiertes Fahrzeug zum kooperativen Partner werden kann. Ziel ist es, dass Fahrer und Fahrzeug kritische Verkehrssituationen frühzeitig erkennen und gemeinsam entsprechend reagieren. Bis zum Oktober 2019 werden dazu theoretische Modelle entwickelt, die sowohl Verkehrssituation als auch Fahrer- und Fahrzeugzustand berücksichtigen. Diese Modelle ermöglichen innovative Ansätze für eine intuitive Interaktion zwischen Fahrzeug und Fahrer. Hierfür werden natürlich-sprachliche Dialoge und intuitiv-grafische Elemente entwickelt und in die Praxis überführt. Die Validierung des Systems erfolgt sowohl im Fahrsimulator als auch im öffentlichen Straßenverkehr. Außerdem werden alle Entwicklungsschritte aus ethischer und rechtlicher Perspektive konstruktiv und permanent begleitet.

Weitere Informationen: www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/koffi

Die optimale Gestaltung und Darstellung leicht verständlicher und zugleich eindeutiger Informationen im Fahrzeug ist ein wichtiges Feld der Psychologie- und Ergonomieforschung. Informationen über den aktuellen Fahrzeugzustand und die Verkehrssituation müssen benutzerfreundlich aufbereitet werden. Dazu sind neue Arten der Informationspräsentation und Interaktion mit dem Menschen notwendig.

Die Vielzahl an Bedienelementen sowie im Cockpit verteilten Bildschirmen und Anzeigen wird von innovativen Informations- und Interaktionstechnologien abgelöst. Sprache und Gesten bieten Nutzern neue Möglichkeiten, dem Fahrzeug Zielwünsche oder Bedürfnisse zu Routenführung oder Fahrstil mitzuteilen. Durch die multisensorische Erfassung des Insassenzustands wird das Fahrzeug auch ohne aktive Mitteilung der Nutzer aktuelle Wünsche und generelle Präferenzen erfassen und darauf eingehen können.

Neue Nutzungsszenarien autonomer Fahrzeuge

Autonome Fahrzeuge werden dem Fahrer die Möglichkeit geben, dem System die Fahraufgabe zu überlassen um sich anderen Aufgaben, Tätigkeiten und Beschäftigungen während des „Gefahren-Werdens“ widmen zu können.

Der Fahrer wird wie alle übrigen Insassen zum gleichberechtigten Nutzer des autonom agierenden Systems. So wird die herkömmliche Sitzanordnung flexibler werden; die bisherige Ausrichtung der Sitze nach vorn wird nicht mehr notwendig sein. Stattdessen sind drehbare Sitzplätze sowie Schlaf- und Liegeplätze möglich, die durch faltbare Arbeitsplatzausstattungen ergänzt werden.

Beispiel: Personalisierte Fahrstilmodellierung

Die Anpassung des Fahrstils im automatisierten Fahrzeug an individuelle Präferenzen kann die erforderliche Akzeptanz bei den Anwendern ganz erheblich verbessern. Deshalb widmet sich das Projekt „KomfoPilot“ dem Ziel, das Fahrerlebnis der Anwender während des automatisierten Fahrens „in Echtzeit“ abzuschätzen und zu verbessern. Mit Hilfe von innovativen Sensoren werden – unter Berücksichtigung des Datenschutzes – vielfältige Informationen über den Zustand des Nutzers, des Fahrzeugs sowie des Umfelds erfasst und ausgewertet.

Je nach erkannter Situation werden sowohl der Fahrstil als auch die Informationsdarstellung für den Nutzer individuell so angepasst, dass sich das Fahrerlebnis spürbar verbessert. So können beispielsweise im dichten Berufsverkehr Fahrzeugabstände vergrößert, Bremsvorgänge sanfter und früher eingeleitet sowie detaillierte Informationen zu geplanten Fahrmanövern angezeigt werden. Der Einfluss dieser Entwicklungen auf das Fahrerlebnis wird mittels Probandenstudien im Fahrsimulator sowie im automatisierten Realfahrzeug evaluiert.

Weitere Informationen: www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/komfopilot



Um die autonome Fahrt in jeder Situation angenehm zu gestalten, können Scheiben – wenn noch vorhanden – bei Bedarf abgedunkelt oder als Bildschirm verwendet werden.

Nutzer autonomer Fahrzeuge werden sowohl veränderte als auch neue Ansprüche an die Ausgestaltung der Fahrzeuge haben, die technische und Komfortaspekte berühren. Besonders wichtig werden kompatible Schnittstellen zur Verbindung mit den technischen Geräten der Nutzer, wie Smartwatches, Smartphones und Tablets, aber auch zu Datenbrillen. Darüber hinaus wird es selbstverständlich, dass ein integrierter Internetzugang vorhanden ist, um Inhalte aus dem Internet direkt im Fahrzeug konsumieren, mobil arbeiten oder mit Familie, Freunden und Kollegen kommunizieren zu können. Der Konsum von Medieninhalten, der Austausch mit anderen Personen über das Internet oder auch das Arbeiten während der Fahrt wird im Innenraum des Fahrzeugs zu umfangreichen, technologisch induzierten Veränderungen führen: multifunktionale Touch-Displays, berührungsempfindliche Oberflächen, Kameras und Mikrofone werden in Zukunft übliche Bestandteile des Fahrzeuginterieurs werden.

Die Herausbildung neuer Nutzungsszenarien bedarf deshalb nicht nur der Erforschung und Entwicklung technologischer Komponenten, sondern auch der Entwicklung von Konzepten für die Gestaltung des Nutzererlebens (User Experience). Darüber hinaus können autonome Fahrzeuge auch – ganz im Sinne einer „Mobilität für alle“ – Kindern, älteren Menschen mit abnehmenden kognitiven und motorischen Fähigkeiten oder Personen ohne Führerschein, in der Stadt und auf dem Land eine sichere und komfortable Mobilität bieten.

Beispiel: Kommunikationsassistentz

Ziel im Projekt KOLA ist es, die Kommunikation im Straßenverkehr durch die Entwicklung von lichtbasierten „Kommunikations-Assistenzsystemen“ zu verbessern. Dabei werden allgemeinverständliche Zeichen, wie z. B. Zebrastreifen, auf die Straße projiziert. Hierzu wird eine eigene Symbolsprache entwickelt, die Grundlage für eine spätere Standardisierung sein kann. Ein neuartiges Projektionsmodul kann Licht mehrerer Laserdioden mittels eines Mikrosanners so ablenken, dass beliebige, farbige Bildinhalte auf dem Fußweg oder auf der Straße dargestellt werden können. Die Funktionsweise dieser kommunikativen Lichtprojektionen soll möglichst auch im Fahrbetrieb erprobt werden. Dabei wird gewährleistet, dass die Augen anderer Verkehrsteilnehmer durch die Projektionen nicht verletzt werden können. Außerdem werden in einer Feldstudie die wichtigsten Einflussfaktoren für ein kooperatives Handeln im Straßenverkehr untersucht.

Weitere Informationen: www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/kola

Kommunikation und Kooperation mit anderen Verkehrsteilnehmern

Im Straßenverkehr bewegen sich Menschen künftig mit verschiedensten Geschwindigkeiten sowie Verkehrsmitteln mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad. Dadurch können kritische Situationen entstehen, die durch eine verlässliche und nachvollziehbare Kommunikation und Kooperation zwischen den Verkehrsteilnehmern aufgelöst oder ganz vermieden werden können. Aus diesem Grunde werden Fahrzeuge, Infrastruktur und Menschen immer stärker miteinander vernetzt, was neue Herausforderungen an Fahrzeuge und Infrastrukturen stellt. Insbesondere autonome Fahrzeuge benötigen gesicherte Informationen über das Umfeld und das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer. Die Kommunikation autonomer Fahrzeuge mit der noch auf lange Sicht zum großen Teil nicht automatisierten Umgebung wird damit ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Verbreitung des autonomen Fahrens in komplexen Szenarien wie dem Stadtverkehr.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass der Mensch Handlungen von autonom agierenden Fahrzeugen erkennen, verstehen und kontrollieren können muss. Dabei kommt es auf eine nachvollziehbare und bilaterale Kommunikation und Interaktion der Menschen mit dem autonomen Fahrzeug an. Mögliche Formen der Kommunikation reichen von einer kompletten technischen Vernetzung aller Verkehrsteilnehmer untereinander bis hin zu neuen Ton-, Licht- und Anzeigekonzepten, mit denen automatisierte Fahrzeuge Informationen nach außen geben können. Auch hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, um die Herausforderung des Straßenverkehrs von morgen, in dem sich autonom fahrende und von Menschen gesteuerte Autos sowie weitere Verkehrsteilnehmer bewegen, sicher und effizient zu bewältigen.



Sicher durch die vernetzte mobile Welt

Die mobile und die digitale Welt wachsen immer weiter zusammen. Dies stellt neue Herausforderungen an die Sicherheit von Fahrzeugen und Infrastrukturen sowie an den Schutz von Persönlichkeitsrechten der Verkehrsteilnehmer. Fahrzeuge werden zu Informations- und Kommunikationsplattformen. Innerhalb von Millisekunden müssen Daten zielgerichtet und integer im Fahrzeug, mit der Verkehrsinfrastruktur oder anderen Fahrzeugen ausgetauscht werden. Autonom agierende Fahrzeuge benötigen verlässliche Daten über die Verkehrssituation, räumliche Bezüge, den Zustand der Infrastruktur oder die Manöver anderer Fahrzeuge.

Diese Daten müssen vor Hackerangriffen geschützt werden, denn schon heute gelangen Fahrzeuge immer mehr ins Visier von Angreifern. IT-Sicherheitslösungen stehen in einem permanenten Wettlauf mit Angriffstechnologien, die sich durch eine wachsende Professionalisierung der Angreifer und damit zunehmend gefährlichere Attacken auszeichnen. Durch die Abwehr derartiger Angriffe werden nicht nur Datendiebstahl und wirtschaftliche Schäden, die beispielsweise durch Erpressung, teure Rückrufaktionen oder Imageverlust entstehen können, vermieden. Es geht vor allem um den Schutz von Menschenleben. Forschung und Entwicklung zur IT-Sicherheit werden damit zur Voraussetzung für Innovationen, die dem gesellschaftlichen Bedarf nach intelligenter Mobilität dienen und die Kompetenz des Standorts Deutschland für Automobilanwendungen stärken.

Beispiel: Hochleistungsfähige Netzinfrastruktur

Zur Umsetzung kooperativer Fahrfunktionen müssen zukünftig umfangreiche Daten vieler autonomer Fahrzeuge möglichst ohne Verzögerungen gemeinsam ausgewertet werden, was besonders hohe Anforderungen an die Datenzentren stellt. Eine sehr schnelle Datenübertragung ist hier das Maß aller Dinge. Im Projekt SENDATE-TANDEM, Teil des europäischen SENDATE-Projekts, wird deshalb eine hochleistungsfähige Netzinfrastruktur für zeitkritische mobile Anwendungen entwickelt. Ziel ist die Erforschung innovativer Netztechnologien für eine bedarfsgerechte Zuteilung von Netzressourcen und deren optimale Auslastung.

Weitere Informationen: www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/sendate-tandem



IT-Sicherheit beim autonomen Fahren stärken – digitale Wertschöpfung von morgen

Sichere Informations- und Kommunikationstechnologien sind die Grundlage dafür, dass Bürgerinnen und Bürger Vertrauen in das digitale Zeitalter haben – und damit auch Vertrauen in das autonome Fahrzeug. Der jüngste Förderschwerpunkt „IT-Sicherheit und Autonomes Fahren“ schafft im Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“ wichtige Voraussetzungen, um die Technologieführerschaft der deutschen Automobilindustrie weiter zu stärken. Dies verleiht auch angrenzenden Märkten der Informations- und Kommunikationstechnologien, zum Beispiel der Entwicklung intelligenter Netze sowie neuer Cloud-Dienste, weiteren Auftrieb. Das BMBF unterstützt dabei gezielt die Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Einbindung kleiner und mittlerer Unternehmen sowie die nachhaltige Stärkung der Wertschöpfungsketten am Standort Deutschland.

Im Zentrum des Förderschwerpunkts stehen Konzepte und Lösungen, die automatisierte Fahrzeuge und damit vernetzte Infrastruktur vor Angriffen schützen.

Beispiel: Selbstdatenschutz

Das Ziel im Projekt SeDaFa ist die Entwicklung, Umsetzung und Evaluation einer ganzheitlichen Lösung zum Selbstdatenschutz. Ist es beispielsweise einer Versicherung gestattet, auf Daten des Autos zuzugreifen, um so bei geringer Benutzung des Autos die Versicherungsprämie zu reduzieren, so muss diese lediglich wissen, wann das Auto bewegt wird. Es ist nicht notwendig, dass diese auch sekundengenau den Aufenthaltsort des Fahrzeugs erfährt.

Zur Realisierung des Vorhabens arbeitet ein interdisziplinäres Konsortium aus Forschung und Entwicklung, Automobilwirtschaft und Datenschutzaufsichtsbehörden zusammen. Sie beschäftigen sich u. a. mit der Frage nach dem tatsächlichen Risiko von Datenschutzverletzungen. Darauf aufbauend werden Konzepte entwickelt, um Fahrzeugnutzerinnen und -nutzer über geeignete Datenschutzaspekte zu informieren und ihnen eine selbstbestimmte Kontrolle über den Zugriff auf ihre Daten zu geben.

Weitere Informationen: www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/sedafa



Sichere Daten und Programme – sowohl für einzelne Komponenten als auch für komplette Fahrzeugsysteme – sind die Basis für den Schutz vor solchen Angriffen. Gefragt sind neue Entwicklungs- und Prüfmethode sowie Verfahren, die die Authentizität der beteiligten Kommunikationspartner sowie der ausgetauschten Nachrichten garantieren. Zudem ist die Integrität der Daten bei der Fahrzeugkommunikation sicherzustellen, sowohl zwischen Fahrzeugen als auch über die Verkehrsinfrastrukturen. Schwachstellen und Verwundbarkeiten sicherheitskritischer Funktionen sollen frühzeitig identifiziert und behoben werden. Ganz konkret können in der Zukunft beispielsweise selbstheilende Systeme ein neuer Ansatz sein: Bei Manipulationen oder IT-Angriffen passt sich das IT-System während der Laufzeit dynamisch an, sodass Sicherheit und Funktionsfähigkeit des betroffenen Autos weiterhin gewährleistet sind.

Mobil und vernetzt – aber meine persönlichen Daten sind sicher

Eine Voraussetzung für sichere automatisierte Fahrfunktionen ist die Verarbeitung von Umgebungsdaten, von Kartenmaterial und Informationen über den eigenen Aufenthaltsort. Navigationsgeräte oder Assistenzsysteme, die das Fahrverhalten dokumentieren oder auch Mikro-Computer, die Wartungszyklen speichern, produzieren stündlich große Datenmengen im Gigabyte-Bereich. Deren Nutzung ist für viele Unternehmen von höchstem wirtschaftlichem Interesse, doch nicht immer im Sinne der Fahrzeughalter und Fahrer, die damit letztlich unfreiwillig „gläsern“ werden können.



” Das Thema IT-Sicherheit beim vernetzten und automatisierten Fahren wird zukünftig noch wichtiger als heute. Zum einen gibt es das eher klassische Thema der Softwaresicherheit, zum anderen tut sich ein weiteres Handlungsfeld auf: die Sicherheit der Daten. Um hierfür übergreifend Leitsätze und Verhaltensregeln für alle möglichen potenziellen Gefahrensituationen zu erarbeiten, bedarf es einer engen Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft. “

Prof. Dr. Thomas Form

Leiter Konzernforschung Elektronik und Fahrzeug,
Volkswagen AG

Beispiel: Anomalieerkennung

Heutige IT-Systeme bestehen aus einer ständig wachsenden Anzahl von Rechnern, die in einem hohen Maße vernetzt sind. Dadurch entsteht eine große Abhängigkeit der Rechner untereinander, was zu einer Herausforderung für den wirksamen Schutz der Systeme führt. Um Kosten zu sparen, werden zudem ehemals physisch getrennte Rechner und Netzwerke konsolidiert, was zu einer Aufweichung der Sicherheit führen kann, u. a. auch bei IT-Systemen von Automobilen. Dies schafft neue Angriffsmöglichkeiten, Gefahrenpotenziale und Risiken für die Informations- und Betriebssicherheit der IT-Systeme. Die stetige Überwachung von Komponenten, frühzeitiges Erkennen von Angriffen und eine umfassende Bewertung des Sicherheitsniveaus des Gesamtsystems sind daher unumgänglich, um Anomalien zu erkennen und die Systeme wirksam zu schützen. Die Kernidee des Projekts DecADe ist es, diese ungenutzten Kapazitäten zur dezentralen und autonomen Überwachung des Gesamtsystems zu nutzen um frühzeitig Anomalien zu erkennen.

Weitere Informationen: www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/decade

Die Debatten dazu sind hochaktuell: Kürzlich wurde zwischen Behörden und Industrie die Grundsatzposition abgestimmt, dass alle Daten, die mit der Fahrzeugidentifikationsnummer oder dem Kfz-Kennzeichen verknüpft sind, personenbezogen sind und damit unter den Datenschutz fallen. Die große Herausforderung besteht also darin, technische Lösungen zu entwickeln, die auch den Anforderungen an die Wahrung der Persönlichkeitsrechte der Fahrer und Fahrzeughalter entsprechen.

Hier sind neue Konzepte gefragt. Bisher lässt sich noch nicht abschätzen, welche Datenspuren beim autonomen Fahren entstehen werden. Der Datenschutz erfordert grundsätzlich eine restriktive Speicherung von Daten, um das Datenvolumen im Ansatz gering zu halten. Die Daten dürfen zudem nur mit Zustimmung des Dateneigentümers gespeichert werden. Mit seiner Förderung rückt das BMBF diesen Aspekt des autonomen Fahrens in den Mittelpunkt. Forscher und Entwickler werden innerhalb der Förderschwerpunkte „IT-Sicherheit und Autonomes Fahren“ und „Datenschutz: Selbstbestimmt in der digitalen Welt“ auch dazu Lösungen erarbeiten.

Die Zukunft: das autonome elektrische Fahren

In den nächsten Jahren werden sich die Anforderungen an die Mobilität noch stärker wandeln. Geprägt durch die zunehmende Urbanisierung und vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sind neue Lösungen und Geschäftsmodelle für die individuelle Mobilität mehr denn je gefragt. Zudem werden innovative Konzepte für den weiter wachsenden Warenverkehr immer wichtiger. Bei der Bewältigung dieser Aufgaben können autonome elektrische Fahrzeuge eine Schlüsselrolle einnehmen. Das Automobil der Zukunft verspricht darüber hinaus völlig andere Nutzungsarten, wenn der Insasse immer weniger Aufgaben übernehmen muss. So ist das Fahrzeug als „zweites Wohnzimmer“ ein denkbare Szenario und die Vernetzung mit Informations- und Kommunikationstechnologien könnte noch mehr „Erlebnischarakter“ bieten.

Zukunftsweisende Technologien, die fortschreitende Digitalisierung und die stärkere Verknüpfung der Autobranche mit Informations- und Kommunikationstechnik sowie mit bisher eher mobilitätsfernen Branchen machen umwälzende, disruptive Fahrzeugkonzepte möglich. Diese werden mehr bieten als einfache Weiterentwicklungen des Automobils. Parallel zu den immer aufwändigeren Assistenzsystemen werden auch ganz neue Ansätze verfolgt – mit dem Ziel zuverlässiger und leistungsfähiger autonomer Fahrzeuge.

Um das Auto von morgen auf die Straße zu bringen, fördert das BMBF ab dem Jahr 2017 weitere Forschung zu vollständig fahrerlosen elektrischen Fahrzeugkonzepten, zu zuverlässigen, sicheren Elektronik- und IT-Systemen sowie zur individuellen Mensch-Technik-Interaktion – genau dort, wo Innovationssprünge noch gelingen müssen. Die Ergebnisse sollen im individuellen, öffentlichen und auch im Güterverkehr anwendbar sein.

Deutschland ist für die intelligente Mobilität gut aufgestellt. Mit einer exzellenten Forschungslandschaft, der intensiven Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft und mit starken industriellen Wertschöpfungsketten können wir den Nutzen des autonomen elektrischen Fahrens für Gesellschaft und Wirtschaft in Deutschland binnen des nächsten Jahrzehnts erschließen.

Weitere Informationen

Portal zur Mikroelektronikforschung

www.elektronikforschung.de

Technik zum Menschen bringen

www.technik-zum-menschen-bringen.de

Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit

www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de

Hightech-Strategie 2025 der Bundesregierung mit dem Zukunftsthema „Mobilität“

www.hightech-strategie.de

Forschung zu „Digitale Wirtschaft und Gesellschaft“

<https://www.bmbf.de/de/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft-148.html>

Alle Bereiche unseres Lebens, ob Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft oder Politik werden vom digitalen Wandel erfasst. Welche Maßnahmen das BMBF in den in der Broschüre angesprochenen Schwerpunkten „Elektroniksysteme“, „IT- Sicherheit“ und „Mensch-Technik-Interaktion“ macht, findet man hier.



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat „Elektronik; Autonomes
elektrisches Fahren“
53175 Bonn

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Bestellungen

schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: <http://www.bmbf.de>
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand

September 2018

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co.
KG, Frankfurt am Main

Gestaltung und Text

BMBF
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweise

© Olivier Le Moal/Fotolia.com: Titel;
© Daimler: S. 7; © Jürgen Wittke, Bildquelle
FKFS (Porträt Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian
Reuss): S. 9; © Hella: S. 10; © ATC - Alden-
hoven Testing Center of RWTH Aachen
University GmbH: S. 11; hxdyl/Thinkstock.
com: S. 12-13; © David Krems (Porträt Prof.
Dr. Josef F. Krems): S. 14; © Matthias Beggiato:
S. 16; Daniel Naupold/dpa: S. 19; © Think-
stock/graphicnoi: S. 21; © Fraunhofer SIT,
Darmstadt: S. 22; © Volkswagen AG (Porträt
Prof. Dr. Thomas Form): S. 23, © Thinkstock/
ShantiHesse: S. 27

