



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Fachprogramm

Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien

Zwischenergebnisse



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Text & Redaktion

TÜV Rheinland Consulting GmbH, Köln

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Stand

November 2017

Druck

MKL Druck GmbH & Co. KG, Ostbevern

Bildnachweis

Shutterstock – adike (Titel), Shutterstock – Sergey Nivens (S. 1),
Thinkstock – Zapp2Photo (S. 4), Projekt Ko-HAF (S. 6), Projekt
Ko-HAF (S. 7), Thinkstock – filmfoto (S. 9) Projekt IMAGinE,
(S. 10), Thinkstock – Chesky_W (S. 12), Hessen Mobil (S. 14),
MAN Truck & Bus AG (S. 16), Thinkstock – Chesky_W (S. 17),
Thinkstock – the-lightwriter (S. 19), Thinkstock – dolgachov
(S. 21), Shutterstock – fuyu liu (S. 23), Thinkstock – Agrigorieva
(S. 25), Shutterstock – Voyagerix (S. 26), Faurecia (S. 27), VDI
Wissensforum Innovative Antriebe 11/2016, Dresden (S. 29, 30),
Projekt LehoMit-Hybrid (S. 31), Porsche AG (S. 33), Shutterstock –
Denis Belitzky (S. 35), Shutterstock – chombosan (S. 37)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des
Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.
Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum
Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung
auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen
der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder
Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie ist mit dem audit berufundfamilie®
für seine familienfreundliche Personalpolitik
ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von
der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative
der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Inhalt

Innovationen für die Fahrzeugbranche der Zukunft	2
Programmsäule Automatisiertes Fahren	
Zukunftsweisende Technologien für „Automatisiertes Fahren“	4
Den Fahrzeug-Horizont erweitern (<i>Projekt Ko-HAF</i>).....	6
Von der Information zur Kooperation (<i>Projekt IMAGinE</i>).....	9
Automatisiertes Fahren effektiv absichern (<i>Projekt PEGASUS</i>).....	12
Mehr Sicherheit für das Baustellenpersonal (<i>Projekt aFAS</i>).....	14
Der Fahrer im Fokus (<i>Projekt TANGO</i>).....	17
Wissen, was sich zwischen Reifen und Fahrbahn abspielt (<i>Projekt SEEROAD</i>).....	19
Innovation „unter der Haube“ (<i>Projekt 3F</i>).....	21
Programmsäule Innovative Fahrzeuge	
Fahrzeugtechnologie made in Germany – innovativ, nachhaltig, wettbewerbsstark	23
Alternative Kraftstoffe mit Klimaschutz-Effekt (<i>Projekt XME-Diesel</i>).....	25
Energie aus Abgas – eine nachhaltige Wandlung (<i>Projekt thermoHEUSLER²</i>).....	27
Ein Motor für alle Kraftstoffe (<i>Projekt ikV-Motor</i>).....	29
Neue Perspektiven für den Pkw-Leichtbau (<i>Projekt LehoMit-Hybrid</i>).....	31
Sportlich unterwegs in Richtung Zukunft (<i>Projekt HighKko</i>).....	33
Weniger Gewicht, volle Sicherheit: Intelligente Technik für die Schienenfahrzeuge von morgen (<i>Projekt faWaSiS</i>).....	35
Ausblick auf künftige Forschungsschwerpunkte	
Weichenstellung für mehr Nachhaltigkeit, Sicherheit und Effizienz	37



Innovationen für die Fahrzeugbranche der Zukunft

Mit dem Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ stärkt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Fahrzeugindustrie. Die vorliegende Broschüre zieht zur Halbzeit der Programmlaufzeit eine erste Bilanz, stellt ausgewählte Verbundprojekte vor und gibt zugleich einen Ausblick auf künftige Forschungsfelder.

In zahlreichen, thematisch breit gefächerten Projekten entwickeln Hersteller, Zulieferer, IT-Unternehmen und Forschungseinrichtungen neue Technologien mit hohem Anwendungsbezug. Eine Konstellation, die substanzielle Fortschritte beim automatisierten, energieeffizienten und zugleich emissionsarmen Fahren auf Straße und Schiene hervorbringt. Die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit schafft die Grundlage für die künftige Anwendung der Technologien in Produkten und Prozessen der Fahrzeugbranche.

Die deutsche Fahrzeugindustrie steht international für Spitzentechnologie, Qualität und eine stabile Wertschöpfung. Sie gehört zu den tragenden Säulen des Wirtschaftsstandorts Deutschland. Allein die Automobilindustrie hat im Jahr 2016 mit mehr als 800.000 Beschäftigten einen Umsatz von rund 400 Milliarden Euro erwirtschaftet¹. Angetrieben durch die rasant fortschreitende Digitalisierung und die Anforderungen der Energiewende befindet sich der Markt in einem grundlegenden Umwälzungsprozess. Der Wandel betrifft sämtliche Stufen der Wertschöpfungskette.

Wohin steuert der Verkehrssektor? Welche Entwicklungslinien werden sich bei den Antriebstechnologien durchsetzen? Kommen Fahrzeuge künftig ohne Lenkrad aus, weil

sie weitgehend automatisiert und ohne Fahrer unterwegs sind? Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus? Welche neuen Geschäftsmodelle entwickeln sich? Und welche Rolle spielt der Mensch dabei?

Weltweit versuchen Fahrzeughersteller und -entwickler, Antworten auf diese Fragen zu finden.

Das Marktpotenzial nachhaltig erschließen

Die Fahrzeugindustrie steht vor einer nächsten hohen Innovationstufe. Neben neuen Antriebssystemen und CO₂-armen Technologien liegt der Fokus auf dem hoch-

automatisierten und vernetzten Fahren – ein Handlungsfeld, in dem weitreichende Möglichkeiten für Wertschöpfung und Beschäftigung liegen. Studien zufolge wird ab 2020 der Marktanteil automatisierter bzw. autonomer Fahrzeuge sprunghaft in die Höhe schnellen: von weniger als 0,1 Prozent auf mehr als 35 Prozent im Jahr 2040². Das Marktpotenzial im gesamten Bereich der Fahrerassistenzsysteme und hochautomatisierten Fahrfunktionen am Standort Deutschland wird in einer vom BMWi beauftragten Studie auf rund 8,8 Milliarden Euro im Jahr 2025 geschätzt.³

Die Herausforderung liegt darin, dieses Marktpotenzial zu erschließen. Dabei müssen deutsche Unternehmen ihre Zukunftsfähigkeit nicht mehr nur im Wettbewerb innerhalb der Fahrzeugbranche, sondern zunehmend auch mit global agierenden IT-Playern unter Beweis stellen. Das automatisierte und vernetzte Fahren erfordert spezifische Kompetenzen im Bereich der Sensorik, der Big-Data-Analyse, softwaregestützter Steuerung sowie Datensicherheit. Entscheidend ist es, die neuen technologischen Entwicklungen so schnell wie möglich für die Fahrzeugproduktion nutzbar zu machen und die unternehmenseigenen Innovationszyklen an die Veränderungsdynamik anzupassen.

Digitalisierung und Automatisierung zählen auch im Schienenverkehr zu den Wachstumstreibern. Beispiel „intelligente Wartung“: Nach Berechnungen des Verbands der Bahnindustrie in Deutschland könnten etwa durch den Einsatz digitaler Sensoren die Kosten für Wartung und Instandhaltung um bis zu 30 Prozent gesenkt werden.⁴ Einen weiteren Hebel, um die Spitzenstellung der deutschen Schienenfahrzeughersteller auf dem Weltmarkt zu sichern, stellen neue Leichtbaukonzepte dar. Weniger Masse bedeutet auch weniger Ressourcenverbrauch und weniger klimaschädliche Emissionen.

Verbundprojekte ebnen den Weg für herstellerübergreifende Lösungen

Um die deutsche Fahrzeugindustrie in ihrer Rolle als weltweiter Technologie- und Innovationsführer zu stärken, hat das BMWi im Juni 2015 das Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ gestartet. Eingebettet in die Digitale Agenda und die Hightech-Strategie der Bundesregierung zielt es darauf ab, richtungsweisende Technologien für die Mobilität von morgen zu entwickeln.

„Automatisiertes Fahren“ und „Innovative Fahrzeuge“ sind die beiden Programmschwerpunkte. Dabei geht es zum einen um die Frage, wie die Digitalisierung und Vernetzung von Fahrzeugen zu einem sicheren und reibungslosen Verkehrsfluss beitragen können. Zum anderen sollen alternative Fahrzeug-, Kraftstoff- und Antriebskonzepte entwickelt werden, die der Energiewende Rechnung tragen und die effizient, emissionsarm und ressourcenschonend gleichermaßen sind.

Gefördert werden ausschließlich Verbundprojekte, in denen Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammenarbeiten. Unterschiedliche Kompetenzen werden hier im Sinne des Projekterfolgs gebündelt. Großen Wert legt das Programm auf die Einbeziehung von kleinen und mittleren Unternehmen, die mit ihrer hohen Innovationskraft einen wichtigen Beitrag leisten.

In der vorwettbewerblichen Kooperation können alle Projektbeteiligten ihre Ideen einbringen, zukunftsfähige Technologien bis hin zu Prototypen erarbeiten und erste Vorbereitungen für herstellerübergreifende Standards treffen.

Zwei Jahre nach Programmstart liegen bereits vielversprechende Zwischenergebnisse und Lösungsansätze vor. Die in dieser Broschüre exemplarisch vorgestellten Projekte zeigen deutlich, wie mithilfe des Programms die Basis für zukünftige innovative Produkte der Fahrzeugbranche gelegt wird.

2 Berylls Strategy Advisors: Car Connectivity Compass 2014.

3 Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation: Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen – industriepolitische Schlussfolgerungen, 2015.

4 Verband der Bahnindustrie in Deutschland: Digitalisierung – Revolution im Schienenverkehr vorantreiben, 12. Dezember 2016.

Programmsäule Automatisiertes Fahren

Zukunftsweisende Technologien für „Automatisiertes Fahren“

Bei weiter zunehmender Verkehrsdichte tragen automatisierte Fahrfunktionen dazu bei, die Sicherheit auf den Straßen zu erhöhen, Unfallrisiken zu reduzieren und den Verkehrsfluss insgesamt zu verbessern. Das BMWi fördert eine Reihe von Forschungsprojekten, die Maßstäbe für das automatisierte Fahren setzen und so den Weg für den Praxiseinsatz der neuen Technologien ebnen.

Sie sind längst im automobilen Alltag angekommen: Fahrerinformations- und Fahrerassistenzsysteme warnen vor kritischen Situationen, greifen schon heute in unterschiedlichem Maße in die Steuerung des Fahrzeugs ein und helfen, Gefahrensituationen unfallfrei zu bewältigen. Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat führt die rückläufige Zahl von Verkehrsunfällen in einer aktuellen Analyse vom Juni 2017⁵ auch auf den Einsatz von Notbremsassistenten, Spurwechsel- und Spurhalteassistenten sowie Abstandsreglern zurück.

Bei der Entwicklung von Fahrsicherheits- und Fahrerassistenzsystemen hat die deutsche Automobilindustrie eine Vorreiterrolle eingenommen – angefangen beim Anti-

blockiersystem ABS im Jahr 1978 über das Elektronische Stabilitätsprogramm ESP von 1995 bis hin zu heutigen Notbrems- oder Einfädelassistenten. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung umfassen Fahrerassistenzsysteme nicht länger nur einzelne Teilfunktionen. Immer leistungsfähigere Sensoren und Datenverarbeitungssysteme sorgen dafür, dass komplette Automatisierungslösungen möglich werden.

Großes Potenzial bietet insbesondere die intelligente Verknüpfung der einzelnen Systeme innerhalb des Fahrzeugs, aber auch die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander, durch die eine Umfelderkennung in Bruchteilen von Sekunden und darauf abgestimmte Fahrzeugreaktionen möglich werden. Von hier aus ist der Schritt zum hochautomatisierten Fahren nicht mehr weit.

BMW Förderprogramm stärkt die Innovationskraft der Branche

Um die Vorreiterrolle der deutschen Industrie bei höheren Automatisierungsgraden von Fahrzeugen zu sichern und auszubauen, verfolgt die Bundesregierung einen ressortübergreifenden Ansatz. Dieser spiegelt sich insbesondere in der „Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren“ wider. Zu den zentralen Aktionsfeldern zählt der Ausbau der digitalen Infrastruktur, die Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur, der Datenschutz, die Schaffung eines einheitlichen Rechtsrahmens sowie die Förderung einer lebendigen Innovationslandschaft.

Eine lebendige Innovationslandschaft, in der neue Technologien erforscht und getestet werden, ist Voraussetzung dafür, sich im internationalen Wettbewerb als Leitanbieter durchsetzen zu können. Das BMWi hat sich insbesondere der Aufgabe verschrieben, den technologischen Reifegrad von Anwendungen beim hochautomatisierten Fahren zu steigern. Zugleich sollen damit Grundlagen für branchenweite Technologie- und Sicherheitsstandards geschaffen werden.



5 Pressemeldung Deutscher Verkehrssicherheitsrat, 22. Juni 2017: Zahl der Verkehrstoten sinkt leicht – Fahrerassistenzsysteme können viele schwere Unfälle abmildern. https://www.dvr.de/presse/informationen/zahl-der-verkehrstoten-sinkt-leicht_id-4798.html.

Über Ressortgrenzen hinweg wird ein breites Spektrum der Forschung abgedeckt und so das Fundament für das automatisierte und vernetzte Fahren gelegt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert anwendungsbezogene Technologievorhaben, die sich auf die Entwicklung, Erprobung und Demonstration auf der Fahrzeug- und Systemebene beziehen.

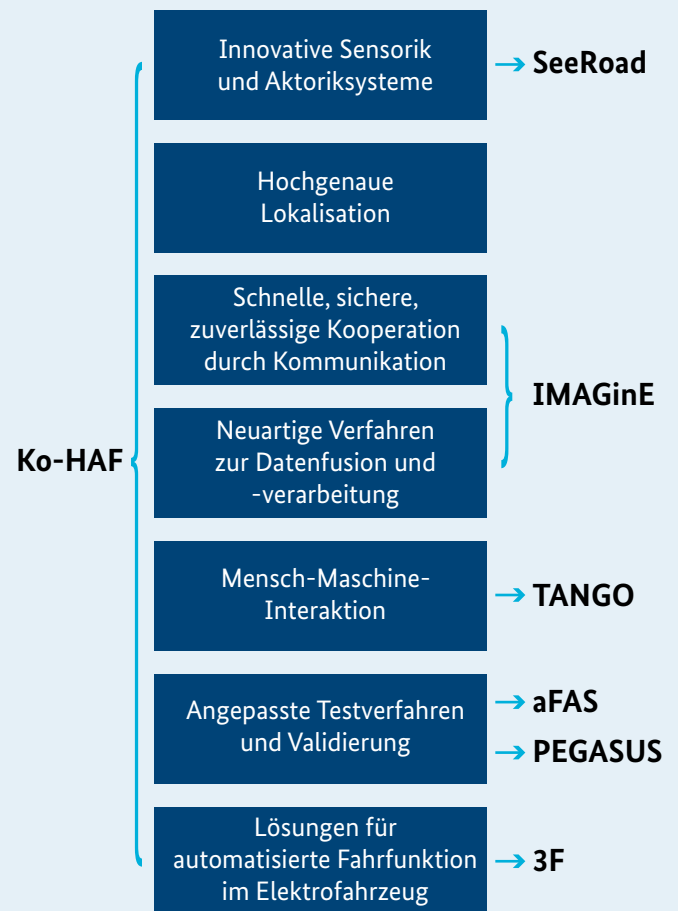
Eine Reihe ambitionierter, vom BMWi geförderter Verbundprojekte, die sich dem automatisierten Fahren aus unterschiedlichen Blickwinkeln nähern, ist inzwischen an den Start gegangen. Im Fokus stehen Lösungsansätze für das hoch- und vollautomatisierte Fahren in anspruchsvollen Fahrsituationen, etwa bei Überholmanövern auf engem Raum oder unter schwierigen Sichtverhältnissen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Informationsaustausch und der Kooperation von Fahrzeugen untereinander sowie von Fahrzeugen und Infrastruktur. Daraus leiten sich jeweils unterschiedliche Technologie- und Forschungsfelder ab.

Breit gefächertes Projektspektrum

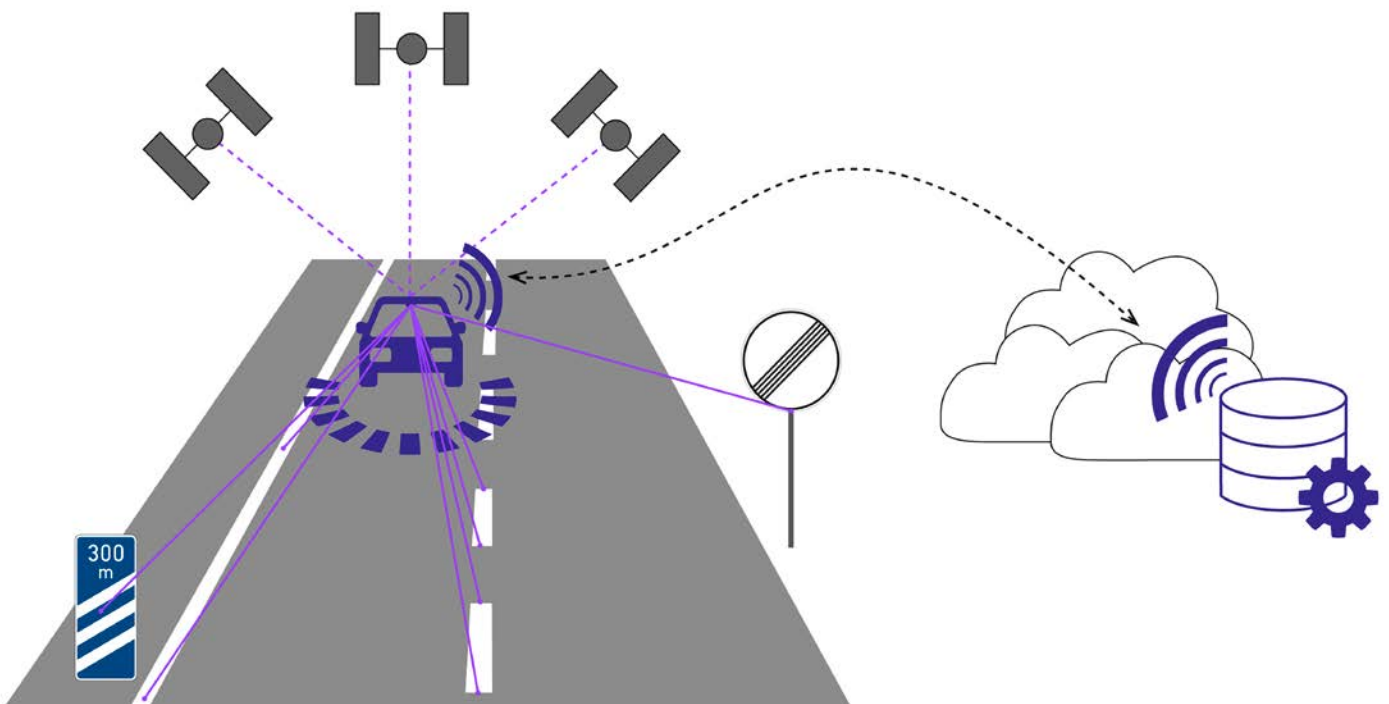
Die Bandbreite der geförderten Projekte reicht von innovativen Einzelkomponenten bis zu systemischen Funktionslösungen. Den umfassendsten Ansatz verfolgt aktuell das Projekt Ko-HAF, in dem das kooperative, hochautomatisierte Fahren bei höheren Geschwindigkeiten auf Autobahnen erprobt wird. Kooperatives Fahren bedeutet, dass Fahrzeuge intelligent miteinander agieren. Sie sollen geplante Manöver ermöglichen oder erleichtern können. Die „intelligente Kooperation“ von Fahrzeugen erforscht auch das Projekt IMAGinE. Hier liegt der Fokus auf der kollektiven Manöverplanung. Das Projekt PEGASUS widmet sich der zentralen Aufgabe, allgemein akzeptierte Gütekriterien und Messverfahren für das Testen hochautomatisierter Fahrfunktionen zu etablieren. Damit werden die Grundlagen geschaffen, um auch die Standardisierung im internationalen Maßstab mitgestalten zu können. Weitere Projekte greifen angrenzende Forschungsfragen auf.

Die Projekte tauschen sich miteinander aus. Bereits während der Projektbearbeitung erfolgt so ein regelmäßiger Technologie- und Wissenstransfer. In der nachfolgenden Graphik werden ausgewählte Projekte thematisch den zentralen Forschungs- und Entwicklungsfragen auf dem Weg zu höheren Automatisierungsstufen zugeordnet.

Thematische Schwerpunkte der Programmsäule „Automatisiertes Fahren“ und Zuordnung ausgewählter Forschungsprojekte



Quelle: TÜV Rheinland Consulting GmbH – eigene Darstellung



Projekt Ko-HAF

Den Fahrzeug-Horizont erweitern

Das Verbundprojekt Ko-HAF macht sich das Prinzip der kollektiven Wahrnehmung zunutze, um dem hochautomatisierten Fahren auch bei höheren Geschwindigkeiten zum Durchbruch zu verhelfen. Mit weitreichenden Perspektiven für eine sichere, effiziente und komfortable Mobilität.

Die Messlatte liegt hoch: Um die Fahraufgabe für einen längeren Zeitraum an das Fahrzeug abzugeben und so die im Fahrzeug verbrachte Zeit effizienter nutzen zu können, ist ein grundlegender Innovationsschub notwendig. Heutige teilautomatisierte Systeme entlasten den Fahrer zwar, verlangen aber nach wie vor dessen ständige Aufmerksamkeit und Kontrolle. Diese hochautomatisierten Fahrfunktionen der ersten Generation beschränken sich allenfalls auf niedrige Geschwindigkeitsbereiche in einfachen Verkehrssituationen.

Einen signifikanten Mehrwert an Komfort, Sicherheit und Verkehrseffizienz verspricht dagegen das hochautomatisierte Fahren der zweiten Generation bei Geschwindigkeiten bis 130 km/h. Dahinter verbirgt sich eine komplexe Forschungsaufgabe, der sich seit Juni 2015 ein Konsortium aus 16 Projektpartnern widmet.

Eine Zeitreserve von mindestens zehn Sekunden

„Entscheidend bei hochautomatisierten Fahrfunktionen, die der Mensch nicht mehr dauerhaft überwachen muss, ist die Vorausschauweite“, erklärt Dr. Andree Hohm, leitender Ingenieur der Continental AG und Projektkoordinator von Ko-HAF. Das Fahrzeug müsse in der Lage sein, Gefah-

Ko-HAF steht für:
Kooperatives,
Hochautomatisiertes
Fahren

rensituationen zuverlässig im Voraus zu erkennen, um im nächsten Schritt die Fahraufgabe mit einer Zeitreserve von mindestens zehn Sekunden an den Fahrer zu übergeben. Diese Zeitspanne ist notwendig, damit ein Mensch sich von einer Tätigkeit wie der Bearbeitung einer Mail wieder der Steuerung des Fahrzeugs zuwenden kann.

„Ein Stauende hinter einer Kurve oder Fahrzeugteile auf der Autobahn – was sich mehrere hundert Meter vor einem Fahrzeug ereignet, kann ein einzelnes Fahrzeug mittels der vorhandenen Karten- und Sensordaten kaum erfassen, die vorausfahrenden Fahrzeuge aber sehr wohl. Genau das ist der Schlüssel zum hochautomatisierten Fahren“, so Hohm. Die Idee: Die jeweils vorausfahrenden Fahrzeuge dienen als Datenquelle für den nachfolgenden Verkehr. Durch den gemeinsamen Erfahrungshorizont wird die Vorausschauweite des einzelnen Fahrzeugs erhöht.

Gemeinsam sieht man besser

Ausgehend von dieser Grundidee haben die Projektpartner die kollektive Umfelderkennung ins Zentrum ihrer Arbeit gerückt. Die zentrale Frage lautet: Wie können Fahrzeuge ihre Umfeld-Informationen zu Baustellen, Staus oder Unfällen anderer Fahrzeuge übermitteln? Dazu wurde der sogenannte „Safety Server“, eine Art stationäres Rechenzentrum, konzipiert. Die Fahrzeuge senden ihre per Sensor erfassten Daten über das Mobilfunknetz an den Server, der diese Informationen sammelt, auswertet und verdichtet und dem nachfolgenden Verkehr auf Abruf in Form einer digitalen Karte zur Verfügung stellt.

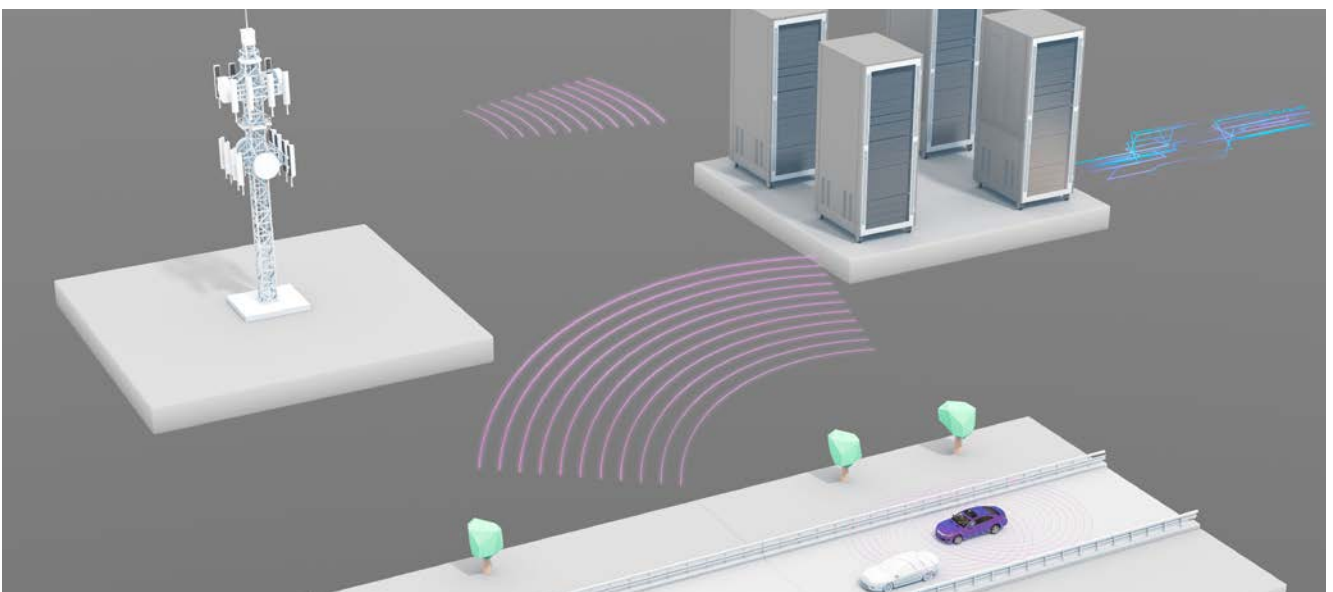
Auf diese Weise entsteht eine laufend aktualisierte Gesamtübersicht und Vorausschau auf das Verkehrsgeschehen. Das Fahrzeug kann auf dieser Informationsbasis entscheiden, ob hochautomatisiertes Fahren möglich ist oder nicht. Ist die Automatisierungsfunktion verfügbar, kann der Fahrer sie aktivieren. Steht eine kritische Verkehrssituation bevor, die hochautomatisiertes Fahren nicht mehr zulässt, wird die Information von den vorausfahrenden Fahrzeugen über den „Safety Server“ übermittelt. Das Fahrzeug fordert in diesem Fall den Fahrer rechtzeitig dazu auf, die Fahraufgabe wieder selbst zu übernehmen.

Vom Konzept zur Umsetzung

Zwei Jahre nach Projektstart haben die Projektpartner wichtige Etappenziele erreicht. Der „Safety Server“ arbeitet bereits im Testbetrieb, entsprechende Schnittstellen wurden definiert und die Kommunikationskette zwischen Fahrzeug und Server prototypisch geschlossen. Damit die Daten ungehindert in beide Richtungen fließen können, wurde eigens eine Kommunikationsbox entwickelt, die im Fahrzeug installiert ist und für den laufenden Informationsaustausch sorgen soll.

Für die Datenerhebung haben spezielle, mit Laserscanner, Radarsensoren und Kamerasystemen ausgestattete Fahrzeuge im Mai 2017 eine Autobahn-Teststrecke rund um Frankfurt am Main abgefahren und vermessen. Auf dieser Grundlage ist eine erste, hochgenaue Basiskarte mit Straßenmarkierungen, Verkehrszeichen und Leitplanken entstanden. Auch die Eigenlokalisierung des Fahrzeugs im Verkehrsumfeld wurde bereits erfolgreich getestet.

Damit die Karten laufend aktualisiert werden können und ein realitätsgenaues Abbild des Verkehrsgeschehens liefern, müssen künftig ganze Fahrzeugflotten eingebunden werden. Die Herausforderung besteht darin, die massenhaft aus den Fahrzeugen gesammelten Daten zu verarbeiten, mit einem speziell entwickelten Mechanismus zu bewerten und schlussendlich ausschließlich valide Informationen in das System einzuspeisen.



Fahrzeuge übermitteln ihre Umfeldwahrnehmung an den Safety Server. Dort werden diese Informationen gesammelt, ausgewertet und verdichtet und anderen Fahrzeugen zur Verfügung gestellt.

Der Faktor Mensch

Neben der Kommunikation zwischen Fahrzeug und „Safety Server“ richten die Projektpartner ihr Hauptaugenmerk auf das Fahrerverhalten und insbesondere die Fahrerverfügbarkeit. So muss sichergestellt sein, dass ein Mensch die Fahraufgabe nach Aufforderung innerhalb einer gewissen Zeitspanne auch tatsächlich wieder übernehmen könnte. Um die dafür notwendigen Rahmenbedingungen und technischen Voraussetzungen zu schaffen, werden umfassende Probandenversuche im Simulator, aber auch auf der Straße durchgeführt.

Safety First

Mithilfe des Umfeldmodells und der Daten aus dem „Safety Server“ werden in einem weiteren Schritt hochautomatisierte Fahrfunktionen für den Normalbetrieb auf der Autobahn entwickelt – angefangen beim Auffahren auf die Autobahn

mit Einfädeln in den fließenden Verkehr über das Spurhalten und Überholen bis hin zum Erkennen und Umfahren von Gefahrenstellen.

Eine zentrale Fahrfunktion stellt der Notbetrieb dar, der gewährleisten soll, dass das Fahrzeug auch dann in einen sicheren Zustand überführt wird, wenn der Fahrer nicht reagiert oder ein Systemausfall stattfindet.

Sicherheit geht über alles – ein wichtiges Forschungsfeld ist nicht zuletzt die Erprobung und Absicherung automatisierter Fahrfunktionen. „Wir testen die Systeme auf ihre Zuverlässigkeit, entwickeln in enger Abstimmung mit dem Verbundprojekt PEGASUS (siehe Seite 12) neue Testmethoden und führen Tests im Simulator, auf Teststrecken und im Straßenverkehr durch“, so Andree Hohm. Die Zeichen stehen günstig, dass Ko-HAF zur Abschlusspräsentation im September 2018 das hochautomatisierte Fahren im realen Verkehr auf der Autobahn demonstrieren kann.

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Continental Teves AG & Co. OHG

Projektpartner

- AUDI Aktiengesellschaft
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- Daimler AG
- Opel Automobile GmbH
- Continental Automotive GmbH
- Continental Safety Engineering International GmbH
- Robert Bosch GmbH
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement
- Universität Passau
- Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

- Julius-Maximilians-Universität Würzburg
- Technische Universität München
- 3D Mapping Solutions GmbH
- Visteon Electronics Germany GmbH

Laufzeit

01.06.2015 – 30.11.2018

Fördervolumen

15,6 Mio. Euro

Weitere Informationen unter

www.ko-haf.de

sowie auf dem gleichnamigen YouTube-Channel



Projekt IMAGinE

Von der Information zur Kooperation

Im Verbundprojekt IMAGinE arbeiten Automobilhersteller, Zulieferer und Forschungseinrichtungen an neuen Assistenzsystemen für das kooperative Fahren der Zukunft. Durch den Übergang vom Informationsaustausch zur sogenannten kollektiven Manöverplanung sollen Unfälle und Staus vermieden und das Autofahren insgesamt sicherer werden.

Ob beim Abbiegen an einer unbeschilderten Kreuzung oder beim Einfädeln auf die Autobahn – gerade in unübersichtlichen und schwierigen Verkehrssituationen kommt es darauf an, dass sich Autofahrer miteinander verständigen und ihre Fahrweise abstimmen. Das geschieht auf vielfältige Weise durch Blinken, Hupen und Handzeichen, aber auch indirekt durch Spurwechsel oder das Vergrößern bzw. Verkleinern der Lücke zum Vordermann. Im besten Fall trägt eine derartige Kommunikation zu einem sicheren, effektiven und reibungslosen Verkehrsfluss bei.

Bislang verfügbare Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Fahrfunktionen sind zu einem solch kooperativen Verhalten nicht in der Lage. Ihr Aktionsradius und ihre Wahrnehmung beschränken sich im Wesentlichen auf die eigene Bordsensorik und einen rudimentären Informationsaustausch; eine aktive Kommunikation und Abstimmung mit anderen Fahrzeugen oder der Verkehrsinfrastruktur findet nicht statt. In dem Maße, in dem hochautomatisiertes und vernetztes Fahren in den Verkehrsalltag Einzug hält, wächst auch die Notwendigkeit der intelligenten Kooperation zwischen Fahrzeugen. Hier setzt das auf vier Jahre angelegte Verbundprojekt IMAGinE an, das im September 2016 an den Start gegangen ist.

IMAGinE steht für:
Intelligente **M**anöver
Automatisierung –
 kooperative **G**efahren-
 vermeidung **i**n **E**chtzeit

Die Vision: Erst reden, dann handeln

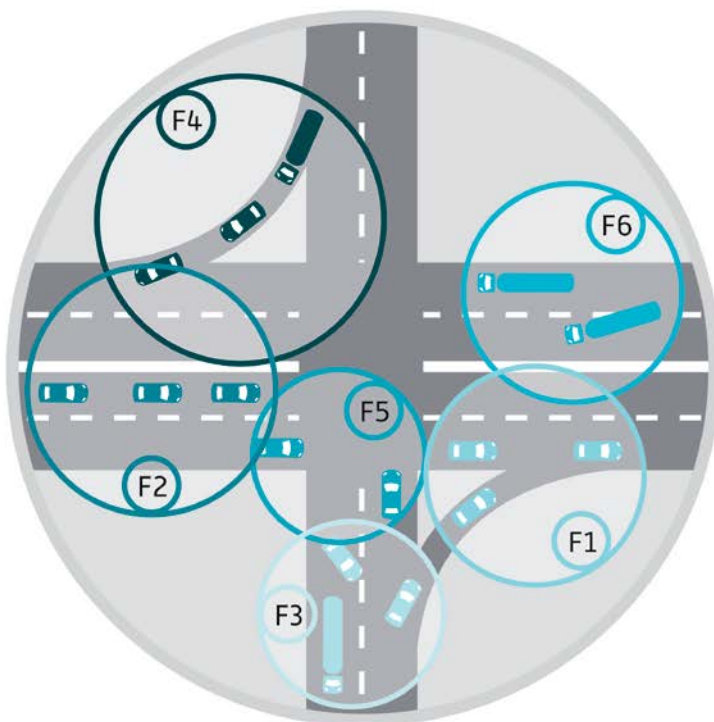
Ziel von IMAGinE ist es, neue Assistenzsysteme für das kooperative Fahren der Zukunft zu entwickeln. Um den Übergang vom bloßen Informationsaustausch zu einer intelligenten Manöverplanung zu erreichen, bündelt das Projekt das Know-how von Automobilherstellern, Zulieferern, Straßenbetreibern und Forschungseinrichtungen. Auf einer mit allen Projektpartnern abgestimmten technischen Basis sollen Fahrzeuge untereinander und über die Infrastruktur künftig in Echtzeit miteinander agieren und gemeinsame Verkehrsmanöver planen und durchführen. Dadurch lassen sich kritische Situationen vermeiden oder zumindest entschärfen und die Verkehrssicherheit generell erhöhen.

Testszzenarien sollen Praxistauglichkeit belegen

Ein entscheidender Erfolgsfaktor innerhalb des Projekts ist die Praxistauglichkeit der neu geschaffenen Technologien. Anhand von sechs typischen Verkehrssituationen bzw. -funktionen (siehe Abbildung) soll exemplarisch aufgezeigt werden, wie der Informationsaustausch, die Abstimmung und gemeinsame Planung von Fahrmanövern zwischen intelligenten Systemen künftig funktionieren.

In den Testszzenarien werden die von den fahrzeugeigenen Sensoren erfassten Informationen zielgerichtet mit anderen Fahrzeugen ausgetauscht. Mit den bestehenden V2X

(Vehicle-to-everything)-Nachrichtenstandards stehen bereits heute wesentliche Elemente für eine zuverlässige Echtzeit-Kommunikation zur Verfügung. Innerhalb des Projekts werden die vorhandenen Standards um neue Formate für einen wechselseitigen Dialog erweitert – die Basis für ein ganzheitliches Situations- und Umfeldverständnis. Mithilfe der erweiterten Nachrichtenprotokolle und neuer technischer Applikationen sollen Fahrzeuge künftig selbst komplexe Verkehrsmanöver planen und ausführen können. Genau wie der Autofahrer, der einem Verkehrsteilnehmer mittels Handzeichen die Vorfahrt an einer Kreuzung gewährt oder beim Einfädeln auf der Autobahn ausweicht.



- F1** Kooperatives Einfädeln an Anschlussstellen
- F2** Kooperative Längsführung auf Autobahnen
- F3** Kooperatives Überholen auf Landstraßen
- F4** Kooperativ-strategische Verkehrsverteilung
- F5** Kooperatives Abbiegen auf Landstraßen
- F6** Kooperatives Überholen durch Lkw auf Autobahnen

„Wir brauchen die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit“

Drei Fragen an den IMAGinE-Projektkoordinator
Dr. Steffen Knapp, Konsortialführer Opel

Viele Automobilhersteller arbeiten derzeit an neuen Systemtechnologien für das automatisierte und vernetzte Fahren. Worin besteht der Vorteil eines Verbundprojekts?

Steffen Knapp: Wir wollen Fahrzeuge in die Lage versetzen zu erkennen, in welcher Verkehrssituation sie sich selbst, aber auch andere Fahrzeuge, befinden, um im nächsten Schritt dieses Wissen gezielt auszutauschen und geeignete Verkehrsmanöver auszuführen. Mit anderen Worten: Es geht um eine Kommunikation, die in eine abgestimmte Kooperation mündet. Dazu braucht es eine gemeinsame Sprache, auf die sich alle Hersteller in einer vorwettbewerblichen Zusammenarbeit verständigen. Um dies zu bewerkstelligen, sind Projekte wie IMAGinE von fundamentaler Bedeutung.

Was sind die besonderen Herausforderungen bei IMAGinE?

Steffen Knapp: Technisch gesehen fangen wir nicht bei null an, sondern erweitern die bereits existierenden Nachrichtenformate, um eine Art Pingpong-Spiel zwischen den Fahrzeugen in Gang zu bringen. Der Austausch soll dann zum einen über eine schnelle WLAN-Kommunikation erfolgen, die für kritische Situationen im Nahbereich ausgelegt ist, zum anderen über eine Mobilfunk-Kommunikation mit nahezu unbeschränkter Reichweite. Die Herausforderung bestand zunächst vor allem darin, dass sich die verschiedenen Player mit jeweils unterschiedlichen Sichtweisen und bereits vorhandenen Lösungsansätzen auf einen Nenner verständigen. Stand Ende Juni 2017 haben wir den ersten großen Meilenstein abgeschlossen und eine gemeinsame Rahmenspezifikation als verbindliche Referenz für die Nachrichtenformate und die verschiedenen kooperativen Fahrfunktionen definiert.

In welchen Bereichen sehen Sie besonders hohes Innovationspotenzial?

Steffen Knapp: Das größte Potenzial liegt in einem herstellerunabhängigen Lösungsansatz, der das Beste aus den jeweiligen Einzelkonzepten der Projektbeteiligten kombiniert. So definieren wir erstmals ein fahrzeugübergreifendes Umfeldmodell als Basis für eine kooperative Manöverabstimmung. Innovationen ergeben sich auch für die Verkehrssimulation und eine rechnergestützte Verkehrsplanung. Zum ersten Mal wird die Interaktion zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern in der virtuellen Simulationsumgebung abgebildet. Last, but not least werden wir neue Mensch-Maschine-Schnittstellen entwickeln. Dabei kommt es darauf an, den Fahrer nicht mit hochkomplexen oder sogar ablenkenden Informationen zu überfrachten, sondern ihn seinerseits zu einem noch kooperativeren Verhalten zu motivieren.

Dr. Steffen Knapp ist Senior Project Leader im Bereich EE Advanced Technology bei der Opel Automobile GmbH

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Opel Automobile GmbH

Projektpartner

- Technische Universität München
- NORDSYS GmbH
- IPG Automotive GmbH
- Continental Teves AG & Co. OHG
- Robert Bosch GmbH
- WIVW Würzburger Institut für Verkehrswissenschaften GmbH
- Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement
- Daimler AG

- Volkswagen AG
- MAN Truck & Bus AG
- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft

Laufzeit

01.09.2016 – 31.08.2020

Fördervolumen

17,9 Mio. Euro

Weitere Informationen unter

www.imagine-online.de



Projekt PEGASUS

Automatisiertes Fahren effektiv absichern

Prototypen mit hochautomatisierten Fahrfunktionen zu entwickeln ist das eine – ebenso wichtig ist es, sie in marktreife, zulassungsfähige Fahrzeuge zu überführen. Damit der Schritt vom Prototyp zur Freigabe und zum Regelbetrieb gelingt, bedarf es wissenschaftlich abgesicherter Prüfkriterien und Testmethoden. Im Verbundprojekt PEGASUS haben sich Automobilunternehmen, Zulieferer, kleine und mittelständische Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen zusammengeschlossen, um ein systematisches, allgemein akzeptiertes Vorgehen für eine ganzheitliche Absicherung zu schaffen.

Ein typisches Szenario auf der Autobahn: Unerwartet schert ein Pkw zum Überholen aus und zwingt die nachfolgenden Fahrzeuge zum abrupten Abbremsen. Hochautomatisierte Fahrzeuge müssen in der Lage sein, kritische Situationen wie diese sicher zu beherrschen. Doch nach welchen Gütekriterien lässt sich die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Systeme einwandfrei nachweisen?

Seit Anfang 2016 arbeiten im Rahmen von PEGASUS 17 Projektpartner aus Industrie und Forschung daran, einheitliche herstellerübergreifende Qualitätsmaßstäbe, Prüfkriterien und Testverfahren als Voraussetzung für die Absicherung und Freigabe zu definieren.

Beispielfunktion Autobahn-Chauffeur

Am Beispiel der Fahrfunktion „Autobahn-Chauffeur“ untersuchen die Projektpartner, welche Situationen ein automatisiertes Straßenfahrzeug handhaben muss und mit welchen Methoden und Werkzeugen dies abgesichert werden kann. Die Entwicklung des Autobahn-Chauffeurs, der hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen bis 130 km/h ermöglicht, ist bereits weit fortgeschritten. Nahezu alle Hersteller haben entsprechende Prototypen vorgelegt – entsprechend hoch ist die Marktrelevanz. Für eine künftige Freigabe und potenzielle Zulassung muss jedoch sichergestellt sein, dass das technische System in möglichst allen realistischen Fahrereignissen die Situation mindestens ebenso gut beherrscht wie der menschliche Fahrer.

Innovatives Testkonzept

Herkömmliche Testverfahren stoßen bei hochautomatisierten Fahrfunktionen schnell an ihre Grenzen. So ist ein rein statistischer Nachweis auf Basis von Testkilometern nicht

PEGASUS steht für:
Projekt zur Etablierung von generell akzeptierten Gütekriterien, Werkzeugen und Methoden sowie Szenarien und Situationen zur Freigabe hochautomatisierter Fahrfunktionen

zielführend. Nach Berechnungen des Darmstädter Fahrzeugtechnikexperten Prof. Hermann Winner müssten mindestens 240 Millionen Testkilometer zurückgelegt werden, um zu gewährleisten, dass dem automatisierten System alle relevanten Situationen begegnen. Zum Nachweis, dass eine Fahrfunktion hinreichend sicher ist, geht PEGASUS deshalb einen anderen Weg und hat ein umfassendes Absicherungskonzept aus Simulationen, Prüfgeländetests und Felderprobung entwickelt, bei dem das Fahrzeugsystem auf Robustheit, Fehlertoleranz und praktische Einsatzfähigkeit getestet werden kann.

Im Vorfeld der eigentlichen Testphase haben die Projektpartner auf der Grundlage von Unfalldaten, Fahr Simulator und Realfahrtstudien eine Vielzahl möglicher Testfälle – Standardsituationen ebenso wie kritische Szenarien – ermittelt und in einer zentralen Datenbank gespeichert. Eingang finden hier auch Studien zu Beinahe-Unfällen, die weitere Hinweise auf schwierige Fahrsituationen geben. Ausgehend von diesem „Basis-Set“ an Szenarien werden den Testfällen im nächsten Schritt entsprechende Simulationen und Prüfgeländetests zugeordnet sowie Empfehlungen für die Feldabsicherung gegeben. Für ein zeit- und kosteneffizientes

Vorgehen erfolgt ein Großteil der Tests in der Simulation. Dabei setzt PEGASUS auf einheitliche Formate zur Beschreibung der zu testenden Szenarien sowie auf standardisierte Schnittstellen beispielsweise für Sensormodelle.

Im Fokus: Effiziente, einheitliche und vergleichbare Absicherung

Die erarbeiteten Methoden und eingesetzten Werkzeuge erlauben eine nachvollziehbare und vergleichbare Absicherung. Auf Prüfgeländen und zusätzlich auch unter realen Bedingungen auf der Straße werden die Ergebnisse aus der Simulation validiert und neue Erkenntnisse in Form einer Rückmeldung („Feedbackschleife“) in den Prozess eingebracht. Mit der fortlaufenden Anreicherung durch weitere Studien und Testläufe wird sukzessive eine umfassende Datenbasis für die Tests von automatisierten Fahrzeugen aufgebaut, die über den Projektrahmen hinaus Gültigkeit hat. Für eine breite Akzeptanz der hochautomatisierten Fahrfunktion wird die maschinelle Leistungsfähigkeit zudem mit dem menschlichen Leistungsvermögen als Referenz-Maß abgeglichen. Zur Halbzeit des Projekts im November 2017 soll die grundlegende Werkzeugkette zur Absicherung hochautomatisierter Fahrfunktionen für einzelne Testfälle des Autobahn-Chauffeurs, darunter für den Spurwechsel, präsentiert werden.

„Mit dem herstellerunabhängigen Vorgehen setzen wir international Maßstäbe“

„Es ist das erste Mal, dass die gesamte deutsche Automobilindustrie, Wissenschaft und Prüfinstitute an gleichen Testfällen und Prozessen zur Absicherung arbeiten. Dies ist ein Meilenstein bei der Absicherung hochautomatisierter Fahrfunktionen. Daraus resultieren einheitliche und vergleichbare Testverfahren, die flexibel in bestehende Unternehmensprozesse eingebunden werden können. Über das Projekt hinaus stehen diese dann als eine gemeinsame Plattform für Absicherungen und Freigabeverfahren zur Verfügung. Entscheidend ist zudem, dass die Ergebnisse und Verfahren sich nicht auf den Autobahn-Chauffeur beschränken, sondern als Grundlage für weitere Anwendungen und höhere Automatisierungslevel übertragbar sind. Auch das starke und zunehmende Interesse aus dem Ausland belegt, dass wir damit eine wegweisende Lösung gefunden haben. Denn ohne Absicherung keine Serienproduktion.“

Prof. Dr. Karsten Lemmer, Vorstand für Energie und Verkehr beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), ist einer der Projektkoordinatoren von PEGASUS

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Volkswagen AG

Projektpartner

- Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft
- AUDI Aktiengesellschaft
- Daimler AG
- Opel Automobile GmbH
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
- Robert Bosch GmbH
- Continental Teves AG & Co. OHG
- ADC Automotive Distance Control Systems GmbH
- TÜV SÜD Auto Service GmbH
- iMAR Navigation GmbH
- IPG Automotive GmbH

- QTronic GmbH
- TraceTronic GmbH
- VIRES Simulationstechnologie GmbH
- fka Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mit beschränkter Haftung Aachen
- Technische Universität Darmstadt

Laufzeit

01.01.2016 – 30.06.2019

Fördervolumen

16,3 Mio. Euro

Weitere Informationen unter

www.pegasus-projekt.info



Projekt aFAS

Mehr Sicherheit für das Baustellenpersonal

Doppelter Nutzen: Innerhalb des Verbundprojekts aFAS wird erstmals die technische Machbarkeit eines automatisch fahrerlos fahrenden Fahrzeugs im realen Straßenverkehr untersucht. Der spezifische Anwendungsfall im Straßenbetriebsdienst bringt nicht nur aktuelle Erkenntnisse für den künftigen Einsatz autonomer Fahrzeuge, sondern leistet zugleich einen wichtigen Beitrag für die Sicherheit der Straßenwärter auf Autobahnen.

Am 7. Juni 2011 fährt ein Lkw auf der A4 kurz vor der Anschlussstelle Bad Hersfeld in das Sicherungsfahrzeug einer Tagesbaustelle – mehrere Bauarbeiter kommen dabei zu Schaden. Kein Einzelfall, immer wieder ereignen sich Auffahrunfälle mit Fahrzeugen, die zur Absicherung von beweglichen Arbeitsstellen an Autobahnen eingesetzt werden. Studien⁶ belegen, dass das Betriebspersonal auf Wanderbaustellen, die für Reinigungsarbeiten oder zur Grünpflege eingerichtet werden, einer erheblichen Gefährdung ausgesetzt ist. Trotz zahlreicher Vorwarneinrichtungen tragen insbesondere die Fahrer von Absperrfahrzeugen ein erhöhtes Unfallrisiko. Es liegt nahe, den Technologiefortschritt beim hoch- und vollautomatisierten Fahren zu nutzen, um das Baustellenpersonal aus der unmittelbaren Gefahrenzone herauszunehmen. Genau darauf zielt die Forschungsinitiative „aFAS“ ab. In dem auf vier Jahre angelegten Verbundprojekt entwickeln acht Partner aus Industrie, Wissenschaft und Verwaltung den Prototyp eines automatisch fahrenden Absicherungsfahrzeugs, das erstmals fahrerlos betrieben werden und die Sicherheit des Baustellenpersonals maßgeblich erhöhen kann.

aFAS steht für:
Automatisch fahrerlos
fahrendes Absicherungsfahrzeug für Arbeitsstellen
auf Bundesautobahnen

Hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit

Das Szenario ist klar umrissen: Auf dem Seitenstreifen einer Bundesautobahn folgt ein führerloser, automatisch fahrender Lkw mit Absperrtafel in langsamer Fahrt einer beweglichen Arbeitsstelle und sichert diese gegen den fließenden Verkehr ab. Selbst hochautomatisierte Pilotfahrzeuge, die derzeit im öffentlichen Verkehrsraum getestet werden, verfügen stets noch über einen Fahrer, der bei

⁶ Wissenschaftliche Informationen der Bundesanstalt für Straßenwesen: Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf BAB, BASt, 5-2008.

Bedarf jederzeit in das Fahrgeschehen eingreifen kann. Ein rein fahrerloser Betrieb wirft nicht nur rechtliche Fragen auf, sondern stellt zugleich weitaus höhere Anforderungen an die funktionale Sicherheit des Fahrzeugs und der Fahrzeugtechnik. Der spezifische Projektfokus auf Absperrfahrzeuge im Straßenbetriebsdienst mit niedrigen Einsatzgeschwindigkeiten, fehlendem Querverkehr und geschultem Personal reduziert den notwendigen Test- und Absicherungsaufwand zwar auf ein beherrschbares Maß. Gleichwohl müssen alle Komponenten den strengen Vorgaben sicherheitsrelevanter Systeme in Kraftfahrzeugen gerecht werden – angefangen beim Lenk- und Bremssystem über die Sensorik und Umfelderkennung bis zur Steuerungssoftware.

Umfassende Gefahrenanalyse und Risikobewertung

Ihr Hauptaugenmerk richteten die Projektpartner deshalb zunächst auf das Sicherheitskonzept. In Anlehnung an den seit 2011 verfügbaren Standard ISO 26262 zur funktionalen Sicherheit von Serien-Straßenfahrzeugen erstellten die Projektpartner für den speziellen Anwendungsfall eine umfassende Gefahren- und Risikobewertung. Dabei wurden unterschiedliche Verkehrssituationen auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und ihr Gefahrenpotenzial untersucht. Besonders sicherheitsrelevant ist demnach das Spurhaltesystem. Es muss so ausgelegt sein, dass auch ohne einen Fahrer als Rückfallebene ein Abdriften des Absperrfahrzeugs vom Seitenstreifen in den fließenden Verkehr ausgeschlossen ist. Auch ein möglicher Stromausfall stellt beim fahrerlosen Betrieb ein besonderes Risiko dar. Ist die Schnittstelle zu den Bremsen unterbrochen, muss das Fahrzeug automatisch zum Stehen kommen – ein Mensch steht dafür nicht mehr zur Verfügung. Zwei Beispiele von vielen, die deutlich machen: Allein mit den auf dem Markt verfügbaren Serienkomponenten ist die funktionale Sicherheit eines fahrerlosen Betriebs nicht zu gewährleisten. Das vorliegende Sicherheitskonzept sieht deshalb zusätzliche technische Absicherungen und Redundanzen vor.

Funktionsfähiger Prototyp zur Halbzeitpräsentation

Zur Projekthalbzeit im Oktober 2016 präsentierten die Projektpartner den ersten Prototyp eines Absperrfahrzeugs, das ohne Fahrer auskommt. Ausgestattet mit Serienkomponenten zur Steuerung und Umfelderkennung war es voll funktionstüchtig, verfügte jedoch noch nicht über alle not-

wendigen Sicherungsmechanismen für die erhöhten Anforderungen eines fahrerlosen Betriebs. Weitere intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, in die auch die Erfahrungen des Straßenbetriebsdienstes einfließen, waren notwendig, um das nötige Sicherheitslevel zu erreichen. So wurde eine innovative Umgebungssensorik mit zuverlässiger Objekt- und Fahrstreifenenerkennung realisiert. Eine komplette Neuentwicklung ist das redundante Bremssystem. Das Fahrzeug fährt mit eingelegter Feststellbremse, die sich bei konstanter Energiezufuhr löst, aber beim Ausfall des Bordnetzes in den Bremsmodus zurückfällt und das Fahrzeug auf diese Weise zum Stehen bringt.

„Echte Pionierarbeit“

„Im Projekt aFAS überschreiten wir erstmals die Grenze vom automatisierten Fahren, bei dem immer noch die Anwesenheit eines Fahrers erforderlich ist, zum fahrerlosen Betrieb. Am Beispiel eines ganz spezifischen, überschaubaren Anwendungsfalls exerzieren wir die gesamte Prozesskette vom funktionalen Sicherheitskonzept über die Entwicklung eines Prototyps bis zum strukturierten Testverfahren als notwendige Voraussetzung für eine spätere Freigabe durch. Dieses Verfahren lässt sich verallgemeinern und auch für zukünftige Fahrfunktionen nutzen. Damit leistet das Projekt echte Pionierarbeit. Die bisher gewonnenen Erkenntnisse führen nicht nur zu mehr Sicherheit auf beweglichen Baustellen, sie machen auch deutlich: Automatisiertes und fahrerloses Fahren ist längst kein Zukunftsthema mehr, sondern vielmehr ganz aktuell. Wichtig ist, nun auch die rechtlichen Rahmenbedingungen dafür zu setzen.“

Peter Strauß, Engineering Central Research Electronic Driver Assistance (EZRED) bei der MAN Truck & Bus AG, ist Projektkoordinator von aFAS



WLAN-Kommunikation zwischen Arbeitsfahrzeug und fahrerlos automatisiert fahrendem Absicherungsfahrzeug

Bewährungsprobe im Testbetrieb

Voraussetzung für eine künftige Freigabe im öffentlichen Straßenverkehr ist nicht nur die funktionale Sicherheit des fahrerlosen Fahrzeugs, sondern auch ein strukturiertes Testverfahren. Ab Herbst 2017 wird der Prototyp auf Teststrecken und stillgelegten Autobahnabschnitten einen umfangreichen Probetrieb durchlaufen. So soll ermittelt werden, ob das Absperrfahrzeug die geforderten Sicherheitsziele auch im Zusammenspiel aller Komponenten über einen längeren Zeitraum erfüllt. Erst wenn der Test-

lauf erfolgreich abgeschlossen ist, kann der Pilotbetrieb im realen Straßenverkehr starten – voraussichtlich im Frühjahr 2018. Dabei untersuchen die Projektpartner auch, wie die Verkehrsteilnehmer auf das autonom fahrende Fahrzeug reagieren, ob sie es als solches erkennen und ob dies Einfluss auf ihre Fahrweise hat. Gleichzeitig werden die Auswirkungen auf die Arbeitsabläufe im Straßenbetriebsdienst analysiert, um einen effizienten Einsatz vollautonomer Absperrfahrzeuge auf Autobahnen zu gewährleisten. Ergänzt werden die Forschungsergebnisse durch eine umfangreiche rechtliche Bewertung.

Projektinformationen

Verbundkoordinator
MAN Truck & Bus AG

Projektpartner

- WABCO GmbH
- Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft
- Robert Bosch Automotive Steering GmbH
- Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement
- TRW Automotive GmbH
- Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

Laufzeit
01.08.2014 – 31.07.2018

Fördervolumen
3,4 Mio. Euro

Weitere Informationen unter
www.afas-online.de



Projekt TANGO

Der Fahrer im Fokus

Wesentlicher Erfolgsfaktor für die Durchsetzung automatisierter Fahrzeuge im Güterkraftverkehr ist neben einer robusten Technologie die breite Akzeptanz bei den Lkw-Fahrern. Im Verbundprojekt TANGO stehen die Nutzerbedürfnisse im Mittelpunkt – mit dem Ziel, das Arbeitsumfeld sowie das Fahrerlebnis nachhaltig zu verbessern.

Teil- und hochautomatisierte Fahrfunktionen können ein deutliches Plus an Verkehrssicherheit, aber auch Arbeitsqualität schaffen – vorausgesetzt, der Fahrer akzeptiert die neue Arbeitsteilung und kann seiner Überwachungsaufgabe ohne Sicherheitseinbußen jederzeit nachkommen. Wie aber müsste ein automatisiertes Fahrerlebnis beschaffen sein, damit es zuverlässig, effizient, produktiv und unterhaltsam gleichermaßen ist und damit auch den Anforderungen der Fahrer entgegenkommt? Dieser Frage geht das auf dreieinhalb Jahre angelegte Verbundprojekt TANGO auf den Grund, das Ende 2016 gestartet ist.

Differenziertes Stimmungsbild

Die erste Projektphase stand ganz im Zeichen der individuellen Nutzerbedürfnisse und -erfahrungen. Zahlreiche Lkw-Fahrer wurden im Frühjahr 2017 auf ihren Touren begleitet und gezielt nach ihren Wünschen, Sorgen und Ängsten befragt: Mit welchen Problemen haben sie im Berufsalltag vorrangig zu kämpfen, welche Befürchtungen und Erwartungen verbinden sie mit dem automatisierten Fahren? Die Ergebnisse der Beobachtungen und Befragungen zeichnen ein differenziertes Stimmungsbild: Der Skeptiker wegen eines möglichen Bedeutungsverlusts als Berufskraftfahrer steht eine positive Erwartungshaltung

TANGO steht für:
Technologie für
automatisiertes Fahren
nutzergerecht optimiert

gegenüber. Während für einige der Befragten der Zugewinn an Sicherheit und die zeitweise Entlastung von der Fahraufgabe im Vordergrund stehen, sehen andere vor allem die Vorteile einer vernetzten Kommunikation, ob zur Routenplanung mit Kunden oder der Spedition, oder zum Austausch mit Freunden und Familie.

Sichere Fahrzeugführung gewährleistet

Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen entwickeln die Projektpartner im nächsten Schritt einen sogenannten Aufmerksamkeits- und Aktivitätenassistenten, der den Fahrer unterstützen und die Interaktion zwischen Fahrer und Fahrzeug koordinieren soll. Das Aufgabenprofil des digitalen Assistenten ist anspruchsvoll: Zum einen soll er dem

Fahrer helfen, seine Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten und eine sichere Fahrzeugführung zu gewährleisten. Zum anderen soll er in der Lage sein, dem Fahrer geeignete Nebentätigkeiten anzubieten, wenn die Rahmenbedingungen eine teil- oder hochautomatisierte Fahrfunktion zulassen.

Entscheidend ist, dass der Aufmerksamkeits- und Aktivitätenassistent bei der Auswahl der Unterstützungsangebote stets die gesamte Fahrsituation inklusive des Fahrerzustands im Blick hat. Deshalb wird in einem weiteren Projektschritt die vorhandene Umfeldsensorik mit zusätzlicher, neuer Innenraumsensorik verknüpft. Die Sensoren zur Umfelderkennung registrieren beispielsweise, ob es sich um eine Fahrt auf einer wenig befahrenen Autobahn bei Nacht oder um dichten Verkehr während des Berufsverkehrs handelt. Demgegenüber soll die Innenraumsensorik künftig etwa über die Erkennung von Gestik, Mimik und Körperpose ermitteln, wie aufmerksam der Fahrer zu einem bestimmten Zeitpunkt ist. Auf dieser Datenbasis kann der Aufmerksamkeits- und Aktivitätenassistent die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion dynamisch steuern. Je nach Verkehrssituation, Fahrerzustand und möglichem Assistenzlevel stellt das System dem Fahrer verschiedene Nebentätigkeiten zur Verfügung oder aber verlangt dessen volle Aufmerksamkeit über akustische, visuelle oder haptische Kanäle zurück.

„Ziel ist ein Teamwork zwischen Fahrer und Assistenzsystem“

„Studien zeigen, dass die Monotonie im Berufsalltag eines der Hauptprobleme für Lkw-Fahrer darstellt. Hier kann das hochautomatisierte Fahren langfristig Abhilfe schaffen, indem Fahrer sich je nach Verkehrssituation unterschiedlichen Nebentätigkeiten zuwenden können, unter anderem die Verkehrslage checken, die Routenplanung aktualisieren oder Frachtpapiere ausfüllen. Innerhalb des Projekts TANGO legen wir die Betonung auf einen nutzergerechten Ansatz. Das bedeutet, dass wir bei der Entwicklung neuer Assistenzsysteme über alle Projektphasen von der Idee bis zur Realisierung die Bedürfnisse der Fahrer in den Mittelpunkt stellen. Ziel der Mensch-Maschine-Interaktion ist es, dass Fahrer und Assistenzsystem ein kooperatives Team bilden und ihre Zusammenarbeit flexibel an die jeweilige Situation anpassen.“

Michael Schulz, Projektleiter in der Vorentwicklung für Fahrerassistenzsysteme bei der Robert Bosch GmbH, ist Projektkoordinator von TANGO

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Robert Bosch GmbH

Projektpartner

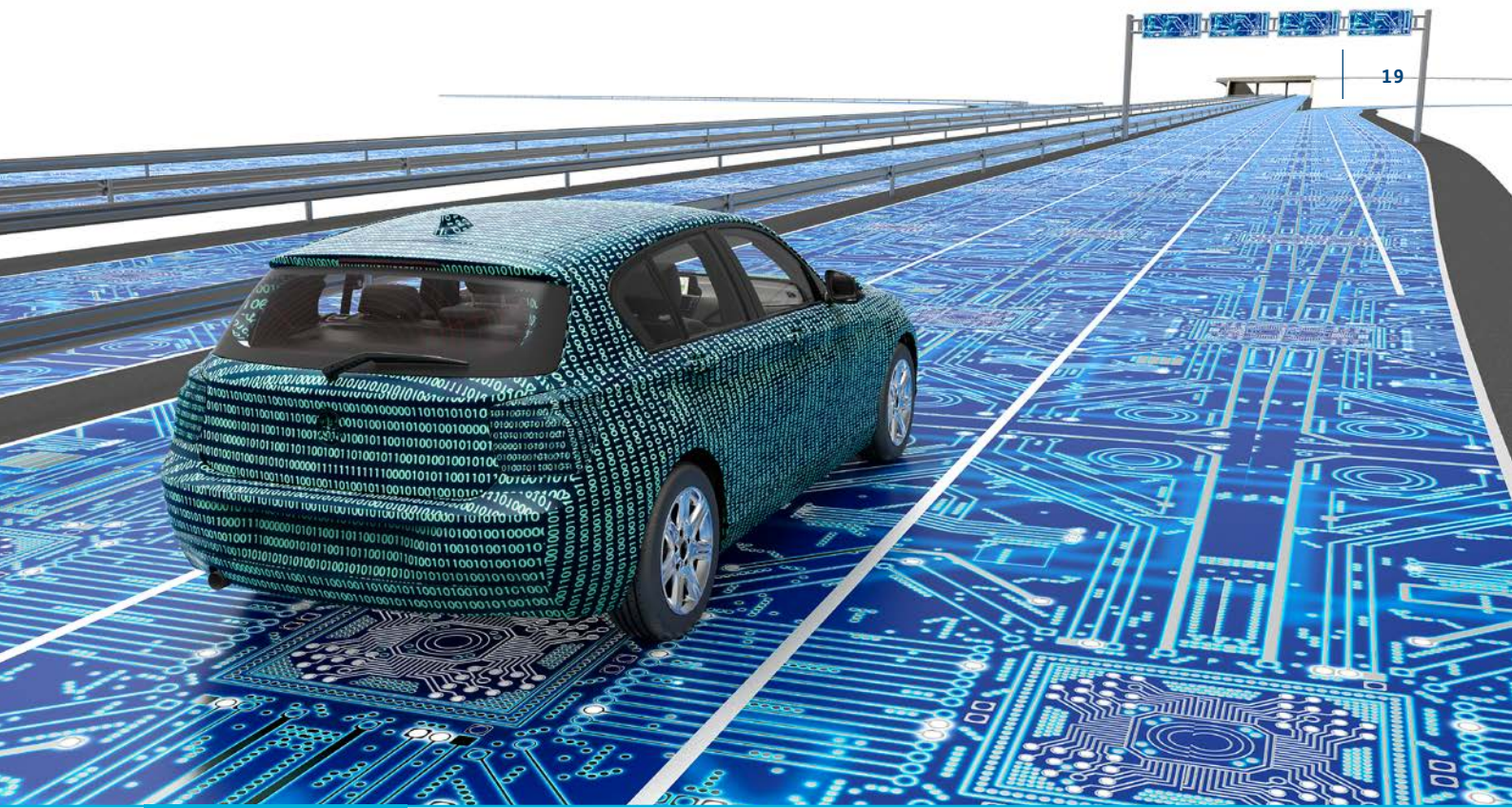
- Volkswagen AG
- MAN Truck & Bus AG
- Universität Stuttgart
- Hochschule der Medien Stuttgart

Laufzeit

01.12.2016 - 31.05.2020

Fördervolumen

5,0 Mio. Euro



Projekt SEEROAD

Wissen, was sich zwischen Reifen und Fahrbahn abspielt

Zu einem vollständigen Verständnis der Fahrzeugumgebung gehört eine zuverlässige Bestimmung und Überwachung der Fahrbahnoberfläche. Dazu entwickeln Automobilhersteller und Zulieferer gemeinsam mit Hochschulen im Verbundprojekt SEEROAD ein erweitertes Sensorsystem. In Kombination mit der bestehenden Sensorik entsteht eine umfassende Datenbasis für eine sichere automatisierte Fahrzeugführung auch bei schwierigen Witterungs- und Straßenverhältnissen.

Regenasse, verschneite und vereiste Straßen stellen auch für routinierte und erfahrene Autofahrer eine Herausforderung dar. Aktuell verfügbare Sensoren erlauben keine lückenlosen Voraussagen über den realen Zustand der Fahrbahnoberfläche, die Griffigkeit und die faktische Reifenhafung. Im automatisierten Fahrmodus ist es geradezu unerlässlich, die Wechselwirkungen zwischen Reifen und Fahrbahn möglichst vorausschauend zu erkennen und die Fahrfunktionen an die tatsächlichen Straßenverhältnisse anzupassen. Es macht einen erheblichen Unterschied, ob ein Fahrmanöver auf einer trockenen, regennassen oder eisglatten Straße durchgeführt wird.

SEEROAD – der Name ist Programm. Die Projektpartner arbeiten an der Entwicklung eines integrierten Sensorsystems, das Fahrbahnzustand und Straßenverhältnisse zuverlässig klassifiziert. Dazu wird die im Fahrzeug bereits vorhandene Umfelderkennung um weitere Sensortechniken ergänzt. So soll unter anderem geprüft werden, ob mikrowellenbasierte Messverfahren per Radar, wie sie bei Gebäuden zum Einsatz kommen, auch zur Bestimmung von Nässe oder Glatteis auf der Straße geeignet sind. Vibroakustische Sensoren wiederum könnten über Schwingungsmes-

SEEROAD steht für:
Sensorsystem zur autonomen
Fahrbahnzustandserkennung

sungen Rückschlüsse auf die Beschaffenheit und Qualität einer Fahrbahn zulassen. Auch die Fahrbahntemperatur, die deutlich von der Umgebungstemperatur abweichen kann, wird mittels spezieller Sensoren erfasst. Umfangreiche Testfahrten sollen zeigen, ob die dezentral im Fahrzeug platzierten Sensorelemente ausreichend valide Daten liefern, um den Straßenzustand eindeutig identifizieren und Gefahrenpotenziale aufgrund des Reibwerts bestimmen zu können. Dabei werden gezielt sicherheitskritische Fahrsituationen auf unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen herbeigeführt und analysiert. Die Sensorsignale werden schließlich mit anderen relevanten Fahrzeugdaten fusioniert und zu einem erweiterten 360-Grad-Umfeldmodell zusammengefügt – die Grundlage für hochautomatisiertes Fahren selbst bei widrigen witterungsbedingten Fahrbahnzuständen.

„Wichtig ist, über den Tellerrand hinauszuschauen“

Was ist der spezifische Projektfokus von SEEROAD im Vergleich zu anderen Verbundvorhaben?

Bastian Kanning: Wir haben uns auf die Fahne geschrieben, in anspruchsvollen Fahrsituationen eine Übergabe der Kontrolle über das Fahrzeug zwischen Mensch und Maschine in beide Richtungen abzusichern. Während bestehende Fahrerassistenzsysteme eher die Navigations- und Bahnführungsebene in den Blick nehmen, konzentrieren wir uns auf die Stabilisierungsebene. Die hier wirksamen Assistenzsysteme wie das Antiblockiersystem oder die Elektronische Stabilitätskontrolle haben den Nachteil, dass sie erst dann reagieren, wenn eine kritische Situation bereits eingetreten ist und Handlungsbedarf besteht. Für hochautomatisierte Fahrfunktionen reicht das nicht aus. Mit dem im Rahmen von SEEROAD konzipierten Sensorsystem wollen wir hier erheblich früher ansetzen und den Fahrbahnzustand permanent erfassen.

Im März 2017 haben Sie die Projektarbeit aufgenommen. Wie ist der Stand Anfang August 2017?

Bastian Kanning: Das Projekt hat schon deutlich Fahrt aufgenommen. Wir haben unterschiedliche Systemarchitekturen im Konsortium diskutiert und dazu den gesamten zur Verfügung stehenden Bauraum im Fahrzeug analysiert. Für erste Grundsatzzuntersuchungen nutzen wir sowohl auf dem Markt verfügbare Sensoren als auch Eigenentwicklungen. Derzeit bereiten wir die Messungen auf Teststrecken in Papenburg und auf kompletten Eisflächen in Schweden vor. Laborversuche mit simulierten Fahrbahnzuständen ergänzen die Testläufe. Eine Herausforderung stellt die Referenzierbarkeit dar, also der notwendige Abgleich zwischen den Messdaten und dem realen Fahrbahnzustand. Insbesondere für Testfahrten auf offener Straße sind wir derzeit noch auf der Suche nach geeigneten Referenzsystemen. Im Anschluss daran steht die Sensorfusion auf der Agenda, verbunden mit dem Einbau eines Sensornetzes, das alle Signale miteinander abgleicht.

Welchen Erkenntnisfortschritt versprechen Sie sich von SEEROAD?

Bastian Kanning: Im Vordergrund steht die anwendungsorientierte Entwicklung zukunftsfähiger Sensortechnik zur sicheren Bestimmung des Fahrbahnzustands. Aber wir schauen auch über den Tellerrand hinaus. So wird innerhalb des Projekts diskutiert, ob nicht eine Klassifizierung anspruchsvoller Fahrsituationen analog zur bestehenden Klassifizierung der Automatisierungsgrade erfolgen sollte. Sinnvoll könnte hier eine zusätzliche Auflistung sein, die den einzelnen Automatisierungsstufen spezielle Fahrsituationen zuordnet, beispielsweise Level 4 hochautomatisiertes Fahren bei einer Kurvenfahrt auf einer vereisten Landstraße. Auch solche Fragestellungen helfen uns, die Technologien von der Theorie in die Praxis zu bringen und marktaugliche Geschäftsmodelle zu entwickeln.

Dr. Bastian Kanning, Projektleiter in der Vorentwicklung bei der HELLA Fahrzeugkomponenten GmbH, ist Projektkoordinator von SEEROAD

Projektinformationen

Verbundkoordinator

HELLA Fahrzeugkomponenten GmbH

Projektpartner

- Intedis GmbH & Co. KG
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
- Universität Bremen
- Universität Duisburg-Essen

Laufzeit

01.03.2017 – 29.02.2020

Fördervolumen

1,5 Mio. Euro

Weitere Informationen unter

www.seeroad.uni-bremen.de



Projekt 3F

Innovation „unter der Haube“

Die Entwicklung fahrerloser Shuttle-Busse mit geringer Geschwindigkeit markiert den nächsten Schritt auf dem Weg zum autonomen Fahren. Voraussetzung für die Marktreife solcher Fahrzeuge sind fehlertolerante Komponenten und deren reibungsloses Zusammenspiel. Daran arbeitet das Verbundprojekt 3F.

Kein Lenkrad, kein Bremspedal, kein klassisches Armaturenbrett: Fahrerlose Shuttle-Fahrzeuge für den Personen- und Gütertransport sind heute bereits in ersten deutschen Städten auf Teststrecken unterwegs. Vor allem mit Blick auf nachhaltige Fahrzeugkonzepte besitzen sie erhebliches Zukunftspotenzial: Auf festgelegten Routen etwa von einer Straßenbahnhaltestelle zum Messegelände unterwegs, können fahrerlose Kleinbusse bestehende Lücken im öffentlichen Nahverkehr schließen. Gerade in ländlichen und abgelegenen Regionen, die ein Regelbetrieb nicht wirtschaftlich abdecken kann, erweitern sie das Mobilitätsangebot. In naher Zukunft könnten sich die Shuttles auch über Industrie- oder Flughafengelände bewegen oder durch Freizeitparks pendeln. Mit einem umweltfreundlichen Elektroantrieb ausgestattet, vermindern sie zugleich die Belastung mit Feinstaub- und CO₂-Emissionen.

Ausfallsicherheit gefragt

„Shuttlebusse, die fahrerlos unterwegs sind, müssen völlig anderen Ansprüchen genügen als automatisierte Fahrzeugsysteme, bei denen in letzter Instanz immer noch ein Fahrer eingreifen kann“, sagt Dr. Steffen Knoop, Projektkoordinator und Projektleiter in der Forschung und Vorentwicklung der Robert Bosch GmbH. Durch den Einsatz auf „bekanntem“ Terrain, d. h. auf vorprogrammierten Strecken, lassen sich die Sicherheits- und Leistungsanforderungen zwar bis zu einem gewissen Grad reduzieren. Doch was, wenn bei einem Personentransport mit 25 km/h die Energieversorgung für die Lenkung oder eine Kamera ausfällt? Dann ist kein Fahrer unmittelbar zur Stelle, der die Fahraufgabe übernimmt und den Bus in einen sicheren Zustand überführt. In einer solchen Situation müssen die eingesetzten Systeme so fehlertolerant und widerstandsfähig sein, dass die Sicherheit der Passagiere sowie anderer Verkehrsteilnehmer in jedem Fall gewährleistet ist. Wie die entsprechenden Fahrzeugkomponenten angesichts solcher Herausforderungen beschaffen sein müssen – dieser Fragestellung geht das Projekt 3F seit dem Startschuss im April 2017 nach.

3F steht für:
Fahrerlose und
Fehlertolerante
Fahrzeugsysteme
 für den Niedergeschwindigkeitsbereich

Energieversorgung durch das Bordnetz

„Unser Fokus liegt nicht so sehr auf einer weiteren Demo-Version eines Gesamtfahrzeugs, sondern vielmehr auf Innovationen ‚unter der Haube‘. Ziel ist es, sichere und zuverlässige Komponenten für das autonome Fahren im Niedergeschwindigkeitsbereich zu entwickeln“, so Steffen Knoop. Eine hohe Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz muss insbesondere das Bordnetz aufweisen. Es koordiniert die zuverlässige Versorgung der elektrischen Verbraucher und gewährleistet zugleich die Datenübertragung. In Fehlerfällen muss das Bordnetz sicherstellen, dass die entscheidenden Verbraucher wie Antrieb, Lenkung und Bremse vorrangig versorgt werden.

Weitere Komponenten betreffen das Sensorset, mit dem das Shuttle sein Umfeld erfasst, sowie die Sensor-Datenfusion. Die Herausforderung besteht darin, die Sensorik so robust bzw. redundant auszulegen, dass die Sicherheit des fahrerlosen Shuttles selbst beim Ausfall einzelner Sensoren zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist. Das Gleiche gilt für die Bewegungs- und Pfadplanung, wobei das Fahrzeug in der Lage sein muss, auch bei Störungen und Hindernissen einen sicheren Zustand zu erreichen, beispielsweise Ausweichmanöver zu planen, die Fahrt zu verlangsamen oder ganz zum Stillstand zu kommen.

Für selbstfahrende Fahrzeuge ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Betrieb aus der Entfernung laufend überwacht, analysiert und bei Bedarf auch eingegriffen werden kann, da für diese Aufgaben kein Fahrer mehr zur

Verfügung steht. Entsprechend wird im Projekt eine vollständige MCD-Funktionalität (MCD: Measurement, Calibration, Diagnostics) unter Beachtung der entsprechenden Sicherheitsanforderungen abgebildet. Das unterscheidet die im Projekt als „Teletrimetrie“ bezeichnete Lösung deutlich von den bereits verfügbaren Systemen zur Telemetrie (nur Messung) oder Telediagnose.

Zwei unterschiedliche Testparcours

Getestet werden die neuen Komponenten auch in einem eigens von der DHL-Tochter StreetScooter GmbH und der Robert Bosch GmbH konstruierten Versuchsfahrzeug. Um eine breitere Datenbasis zu generieren, erfolgen die Probefahrten auf zwei unterschiedlichen Testarealen, zum einen auf dem Campus der Bosch Forschung in Renningen, zum anderen auf dem Campus der RWTH Aachen. Während in Renningen der Personentransport im „Shared-Space“, d. h. im Zusammenspiel mit Fußgängern, untersucht wird, handelt es sich in Aachen um einen Güter- und Personentransport im öffentlichen Raum auf separater Fahrspur. In beiden Szenarien ist das Fahrzeug mit niedriger Geschwindigkeit auf einem vorab definierten Streckennetz unterwegs, es wird dabei von einem Ingenieur überwacht. Steffen Knoop: „Durch den Versuchsaufbau erhoffen wir uns Aufschluss darüber, wie belastbar und widerstandsfähig die einzelnen Teilsysteme unter wirklichkeitsnahen Bedingungen sind und welche zusätzlichen Maßnahmen und Komponenten für einen künftigen Realbetrieb erforderlich sind.“

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Robert Bosch GmbH

Projektpartner

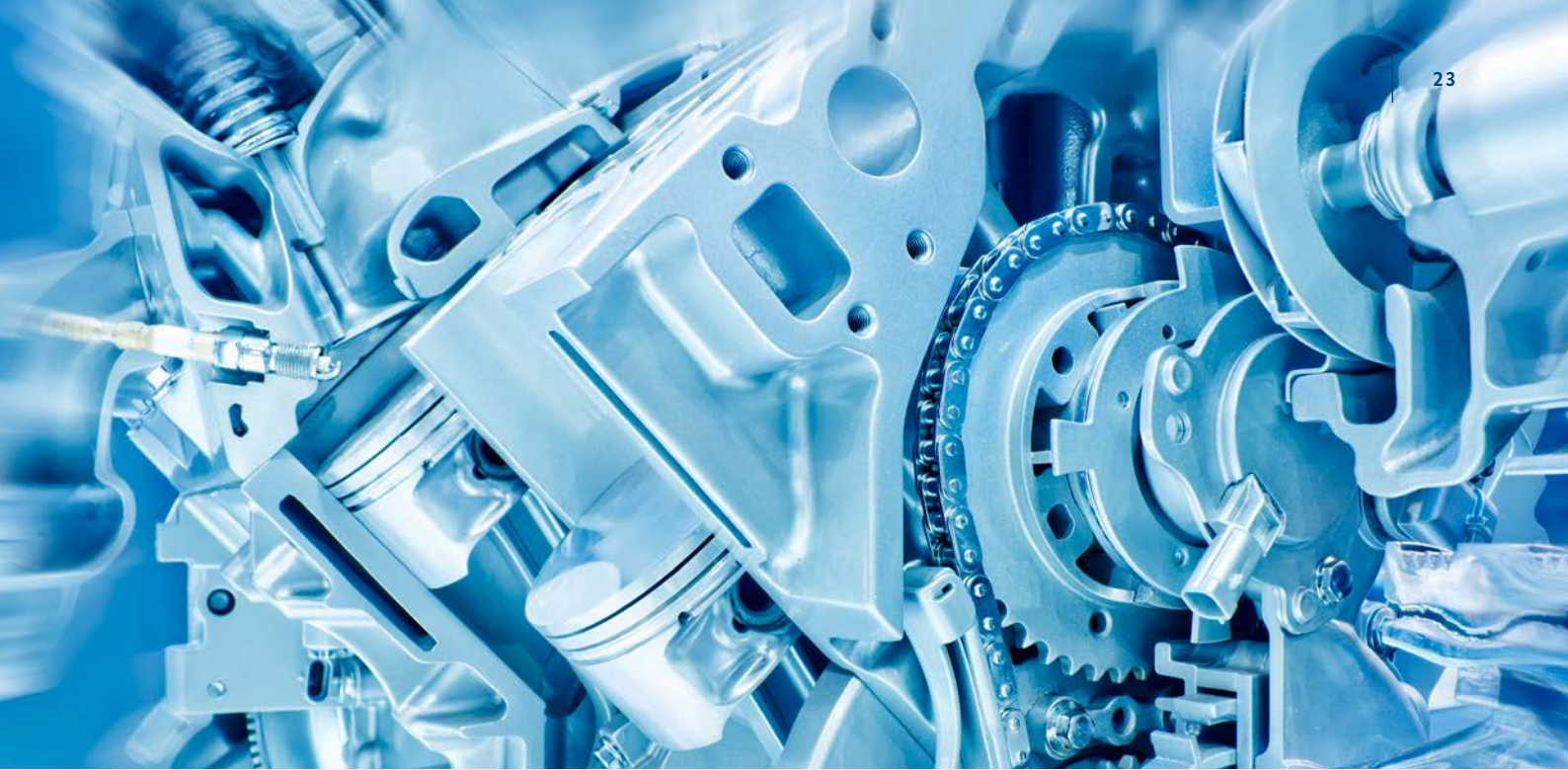
- Finepower GmbH
- FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie
- RA Consulting GmbH
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- StreetScooter GmbH

Laufzeit

01.04.2017 – 31.03.2020

Fördervolumen

4,4 Mio. Euro



Programmsäule Innovative Fahrzeuge

Fahrzeugtechnologie made in Germany – innovativ, nachhaltig, wettbewerbsstark

Der Klimaschutz zählt derzeit zu den größten Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft. Nicht zuletzt im Straßen- und Schienenverkehr können durch die Entwicklung neuer Konzepte und Technologien Einsparungen bei Energieverbrauch und Emissionen erreicht werden.

Mit dem Klimaschutzabkommen von Paris hat die internationale Staatengemeinschaft den Kurs vorgegeben: Im Dezember 2015 einigten sich 195 Länder auf das Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zu vorindustriellen Werten auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen und dem Klimawandel und seinen Folgen entgegenzuwirken.

Als führende Industrienation und wirtschaftlich stärkster Mitgliedsstaat der EU übernimmt Deutschland eine besondere Verantwortung. Der deutsche Klimaschutzplan orientiert sich an der Leitvorstellung, bis 2050 weitgehende Klimaneutralität zu erreichen. Bis spätestens 2030 sollen die Treibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent im Vergleich zu 1990 gemindert werden.⁷ Der Verkehrssektor, der mit wachsender Tendenz mehr als ein Fünftel der Treibhausgasemissionen in Deutschland verursacht, muss dazu einen Beitrag leisten.

Mit dem Fachprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ schafft das BMWi Anreize für Automobilhersteller,

Zulieferer, Entwickler und Forschungseinrichtungen, Lösungen für eine nachhaltige Mobilität zu erarbeiten. Gefragt sind innovative Fahrzeugkonzepte und -technologien, die einen energieeffizienten, schadstoffarmen, leisen und zugleich wirtschaftlichen Verkehr fördern. Ansatzpunkte zur Optimierung liegen unter anderem im Leichtbau, in verbesserten aerodynamischen Eigenschaften der Fahrzeuge, in reduzierten Reibungswiderständen, alternativen Kraftstoffen und Antriebstechniken sowie der Nutzung von Abwärme.

Leichtbau: Schlüsseltechnologie für Straße und Schiene

Als einer der wesentlichen Technologiebausteine zur mittelfristigen Reduzierung von CO₂-Emissionen gilt der Leichtbau. Experten bestätigen, dass Leichtbaukonzepte ein enormes Potenzial zur Kraftstoffeinsparung bergen.⁸ Neue Materialien und Verbundwerkstoffe werden daher heute fast selbstverständlich in die Konzeption von Straßen- und Schienen-

⁷ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Klimaschutzplan 2050: Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Berlin, 2016.

⁸ VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (im Auftrag des BMWi): Bestandsaufnahme Leichtbau in Deutschland. Berlin, 2015.

fahrzeugen mit einbezogen. Eine Herausforderung liegt allerdings nach wie vor darin, sämtliche Ansprüche an Sicherheit und Fahreigenschaften zu erfüllen, intelligente Füge-techniken im Materialmix zu entwickeln und Leichtbautechnologien in die automatisierte industrielle Produktion zu integrieren. Nur so lässt sich auch die ökonomische Tragfähigkeit herstellen.

Antriebstechnik: Von Grund auf neu gedacht

Insbesondere im Hinblick auf ihren Wirkungsgrad stehen herkömmliche Antriebstechnologien auf dem Prüfstand. Wie lassen sich Reibungswiderstände vermindern – vom Motor über das Getriebe, die Antriebswellen und Reifen bis zur Aerodynamik der Karosserie? Welche Konzepte helfen, Motoren hinsichtlich Energieeffizienz und Emissionsverhalten zu verbessern? Leistungsstarke, hybride Elektroantriebe sind ein Lösungsansatz, innovative Verbrennungsmotoren ein weiterer. Dabei werden vor allem Antrieben für alternative Kraftstoffe nicht unerhebliche Effizienzpotenziale zugeschrieben.

Schwerpunkte liegen dabei auf

- neuartigen Antriebsverfahren sowie Systemen zur Steuerung des Antriebsmotors,
- der Reduzierung von Reibungsverlusten der Antriebs- bzw. Traktionsstränge und ihrer Nebenaggregate,
- Maßnahmen und Ansätzen zur Nutzung der Abwärme,
- innovativen Strategien zum Energie- und Thermomanagement sowie
- neuen Konzepten für Getriebe bzw. Kennungswandler.

Projekt XME-Diesel

Alternative Kraftstoffe mit Klimaschutz-Effekt

Umweltfreundliche, synthetische Kraftstoffe für dieselmotorische Brennverfahren: Im Verbundprojekt „XME-Diesel“ soll dieses Konzept wirklich „erfahrbar“ werden. Mit Unterstützung von Ford entwickeln die RWTH Aachen, die TU München, der Automobilzulieferer DENSO und der Engineering-Spezialist IAV neuartige Einspritz- und Motorentechnologien. Entsprechende Demonstrator-Fahrzeuge sollen im Praxistest mit Dimethylether (DME) bzw. Oxymethylenether (OME1) betrieben werden. Ziel ist ein verbesserter Wirkungsgrad bei gleichzeitig deutlich verminderten klimaschädlichen Emissionen.

Wie lassen sich die Schadstoffemissionen von Dieselmotoren weiter reduzieren? Für die Automobilindustrie und ihre Partner stellt es eine große Herausforderung dar, den steigenden Klimaschutzanforderungen auf bezahlbare Weise gerecht zu werden. Bei den heutigen Dieselmotoren wird die optimale Aufbereitung des Kraftstoffs durch den Einspritzdruck und das Einspritzmuster gesteuert. Durch die Einführung der Common-Rail-Technik im Jahr 1996 konnte der Einspritzdruck bereits auf 2.500 bar gesteigert werden. Eine weitere Verkleinerung der Düsenlöcher könnte zwar zu einer zusätzlichen Verbesserung der Schadstoffbilanz führen, aufgrund von Verkokungstendenzen stößt die Technik hier jedoch an ihre Grenzen.

Vergleichbare Eigenschaften – ohne Rußbildung

Eine mögliche Lösung des Problems verspricht die Verwendung alternativer, nachhaltiger Kraftstoffe. So werden in dem vom BMWi geförderten Drei-Jahres-Projekt **XME-Diesel** Motoren für Pkw und Lkw entwickelt und in Fahrzeugen getestet, die mit Dimethylether (DME) betrieben werden,

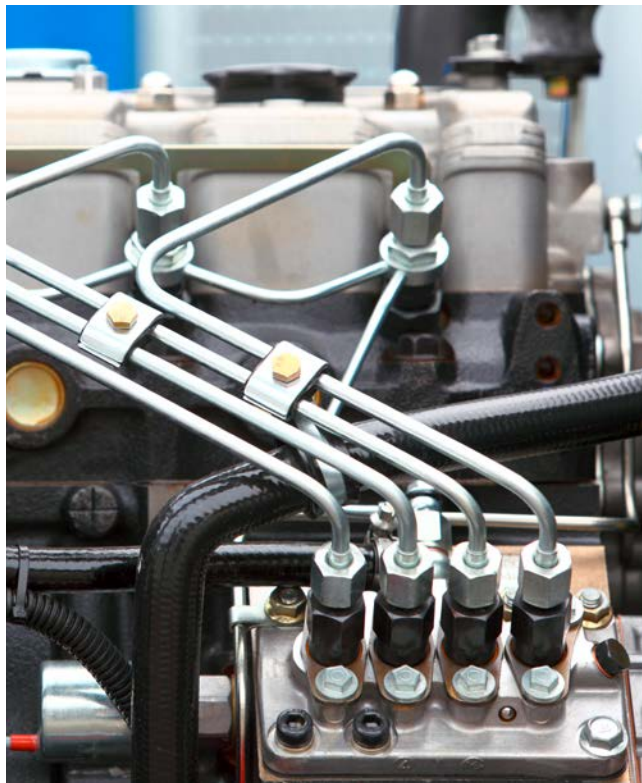
XME-Diesel steht für:
(Bio-) Methylether als
alternative Kraftstoffe
in bivalenten Diesel-
Brennverfahren

einem allgemein als nicht-toxisch eingestuften Aerosol, sowie mit Oxymethylenether (OME1), einer Flüssigkeit, die in der Regel als Lösungsmittel in der chemischen Industrie Verwendung findet. Beide Kraftstoffe können aus fossilen Rohstoffen wie zum Beispiel Methan, aber auch aus CO₂ in Verbindung mit Wind- und Solarstrom bzw. aus Abfallprodukten erzeugt werden. Methylether gelten als ideale Diesel-Ersatzstoffe – mit vergleichbaren Zünd- und Verbrennungseigenschaften, jedoch ohne Rußbildung. Aufgrund ihres einfachen molekularen Aufbaus eignen sie sich darüber hinaus auch als regenerative Energiespeicher.

Bivalentes Brennverfahren

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird der Einfluss der Kraftstoffeigenschaften in Bezug auf den Wirkungsgrad und die Emissionsbildung untersucht – sowohl im Pkw- als auch im Nutzfahrzeug-Betrieb. Einen Schwerpunkt bildet dabei auch die Umsetzung eines bivalenten DME- bzw. Dieselmotors für Personenkraftwagen. *„Im Notfall sollen die Autofahrer auch mit Dieseldieselkraftstoff nach Hause kommen können. Dies dürfte bei einer möglichen Markteinführung die Kundenakzeptanz erheblich steigern“*, sagt Dr. Werner Willems, Technical Specialist, Powertrain Combustion Systems bei Ford.

Bis zum Ende der Projektlaufzeit im Mai 2018 soll die Technologie fit für den Praxistest sein. Dann wird der Betrieb mit DME bzw. OME1 in zwei Pkw auf der Basis des Ford Mondeo sowie an einem Lkw-Demonstratormotor für den Einsatz von OME1 erprobt. Die Ergebnisse werden in der Branche mit Spannung erwartet. *„Die voraussichtlichen Emissionsvorteile sind signifikant“*, so Dr. Willems. *„Für uns ist dies ein zukunftsweisendes Projekt, das Fahrzeuge mit deutlich reduzierten Kohlendioxid- und Partikel-Emissionen zu erschwinglichen Marktpreisen ermöglichen könnte.“*



XME-taugliches Einspritzsystem

Projektinformationen

Verbundkoordinator

IAV GmbH Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr

Projektpartner

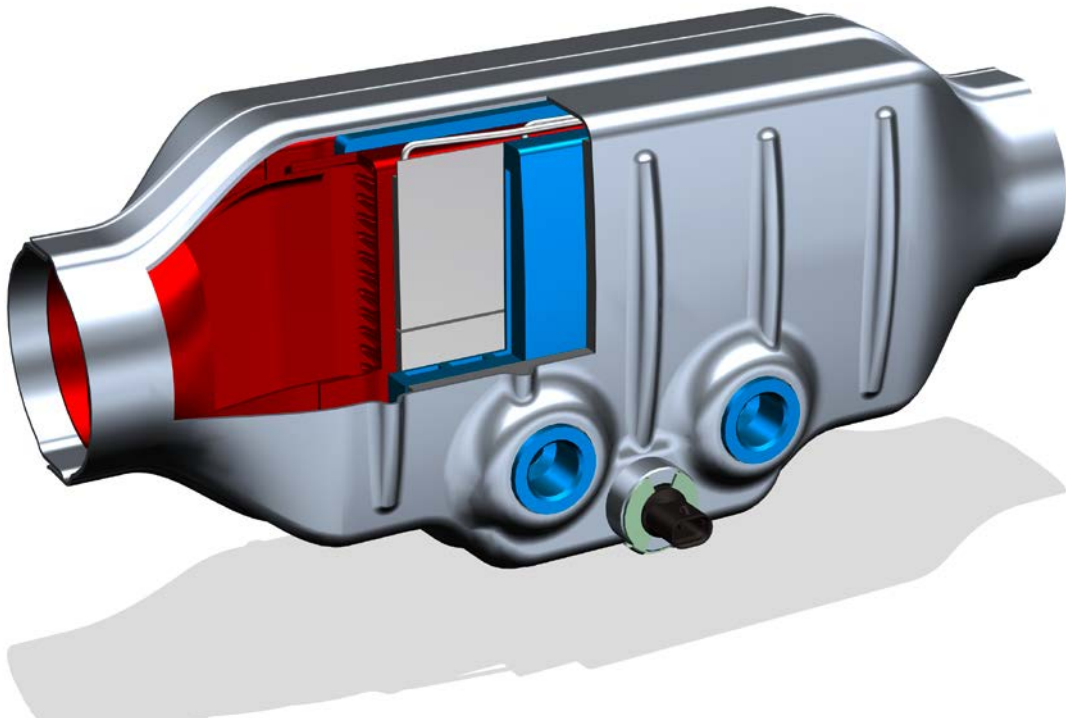
- DENSO AUTOMOTIVE Deutschland GmbH
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Technische Universität München

Laufzeit

01.06.2015 – 31.05.2018

Fördervolumen

2,5 Mio. Euro



Projekt thermoHEUSLER²

Energie aus Abgas – eine nachhaltige Wandlung

Das Problem ist bekannt: Pkw-Abgase belasten das Klima, und mit ihnen geht ein großer Teil der Kraftstoffenergie ungenutzt verloren. Eine Möglichkeit, Ressourcenverbrauch und CO₂-Ausstoß zu reduzieren, stellt der thermoelektrische Generator (TEG) dar. Damit lässt sich Energie aus dem Abgas zurückgewinnen und als elektrischer Strom ins Bordnetz des Autos einspeisen. Im Rahmen des BMWi-Förderprojekts thermoHEUSLER² sollen die Material- und Moduleigenschaften eines solchen Generators weiterentwickelt werden – Ziel ist die serientaugliche Integration ins Fahrzeug. Beteiligt sind neben Faurecia Deutschland als Koordinator die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (FhG), die Isabellenhütte Heusler, die Vacuumschmelze, Siemens, Audi und die Universität Stuttgart.

Mit den steigenden Anforderungen an Fahrkomfort und Sicherheit nimmt auch der elektrische Energiebedarf von Fahrzeugen zu. Antiblockiersystem, Klimaanlage, elektrische Sitzheizung und -einstellung, beheizbare Scheiben und Außenspiegel oder auch zunehmend elektrisch angetriebene Nebenaggregate wie Servo-Lenkung und Klimakompressor: Immer mehr Stromverbraucher gehören zur Pkw-Serienausstattung. Die Gewinnung elektrischer Energie aus fossilen Kraftstoffen ist in Fahrzeugen aktuell wenig effizient. Mithilfe eines thermoelektrischen Generators, der Wärme in Strom umwandelt, könnte ein Schritt in Richtung Nachhaltigkeit gelingen.

Bereits im 19. Jahrhundert entdeckte der deutsche Physiker Thomas Johann Seebeck, dass zwei in einem Stromkreis angeordnete, unterschiedliche Metalle oder Halbleiter durch den Einfluss verschiedener Temperaturen Strom erzeugen. So können beispielsweise Auto-Abgase und Kühlmittel an thermoelektrischen Modulen vorbeigeleitet wer-

thermoHEUSLER² steht für:
Systemintegration
thermoelektrischer
Abgaswärmeenergie-
rückgewinnung

den. Der entstehende Strom aus dem Mini-Kraftwerk wird ins Bordnetz gespeist, Lichtmaschine und Motor werden entlastet – und der CO₂-Ausstoß sinkt. So weit die Theorie.

Im Rahmen des dreijährigen, vom BMWi geförderten Forschungsvorhabens **thermoHEUSLER²** arbeiten die Verbundpartner seit Mitte 2015 an der praktischen Umsetzung eines effizienten thermoelektrischen Generators.

Energieumsetzung verbessern, Kosten senken

In Vorläuferprojekten haben die Partner bereits wertvolle Erfahrungen mit dem Thema TEG gesammelt. Bei der Weiterentwicklung des Systems setzen sie jetzt auf sogenannte Halb-Heusler-Verbindungen, also Metall-Legierungen mit speziellen magnetischen Eigenschaften. Diese Materialien eignen sich besonders für die Herstellung thermoelektrischer Module, da sie sich durch ihre hohe Temperaturbeständigkeit nah am Motor positionieren lassen und so eine optimale Energieumsetzung ermöglichen. Neben der Verbesserung des Wirkungsgrads sollen im Rahmen des Projekts industrietaugliche Prozesse zur Herstellung solcher Materialien und Module entwickelt werden. Am Ende steht

idealerweise deren Integration in ein marktfähiges Demonstrations-Fahrzeug.

„Natürlich dürfen die Kosten eines solchen Wärmerückgewinnungssystems die eingesparten Energiekosten nicht übersteigen“, sagt Axel Böhmer, Innovation Program Manager bei Faurecia Deutschland. „Deshalb suchen wir unter anderem nach preisgünstigen und zugleich leistungsfähigen Materialien, die das seltene und sehr teure Seltene-Erden-Element Hafnium für die industrielle Fertigung ersetzen können.“ Nur wenn auch die Wirtschaftlichkeit stimmt, lässt sich schließlich das langfristige Hauptziel des Projekts erreichen: dass jeder Autofahrer von einer signifikanten Kraftstoffeinsparung profitiert – und das Klima spürbar entlastet wird.

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Faurecia Emissions Control Technologies,
Germany GmbH

Projektpartner

- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Isabellenhütte Heusler GmbH & Co. KG
- Vacuumschmelze GmbH & Co. KG

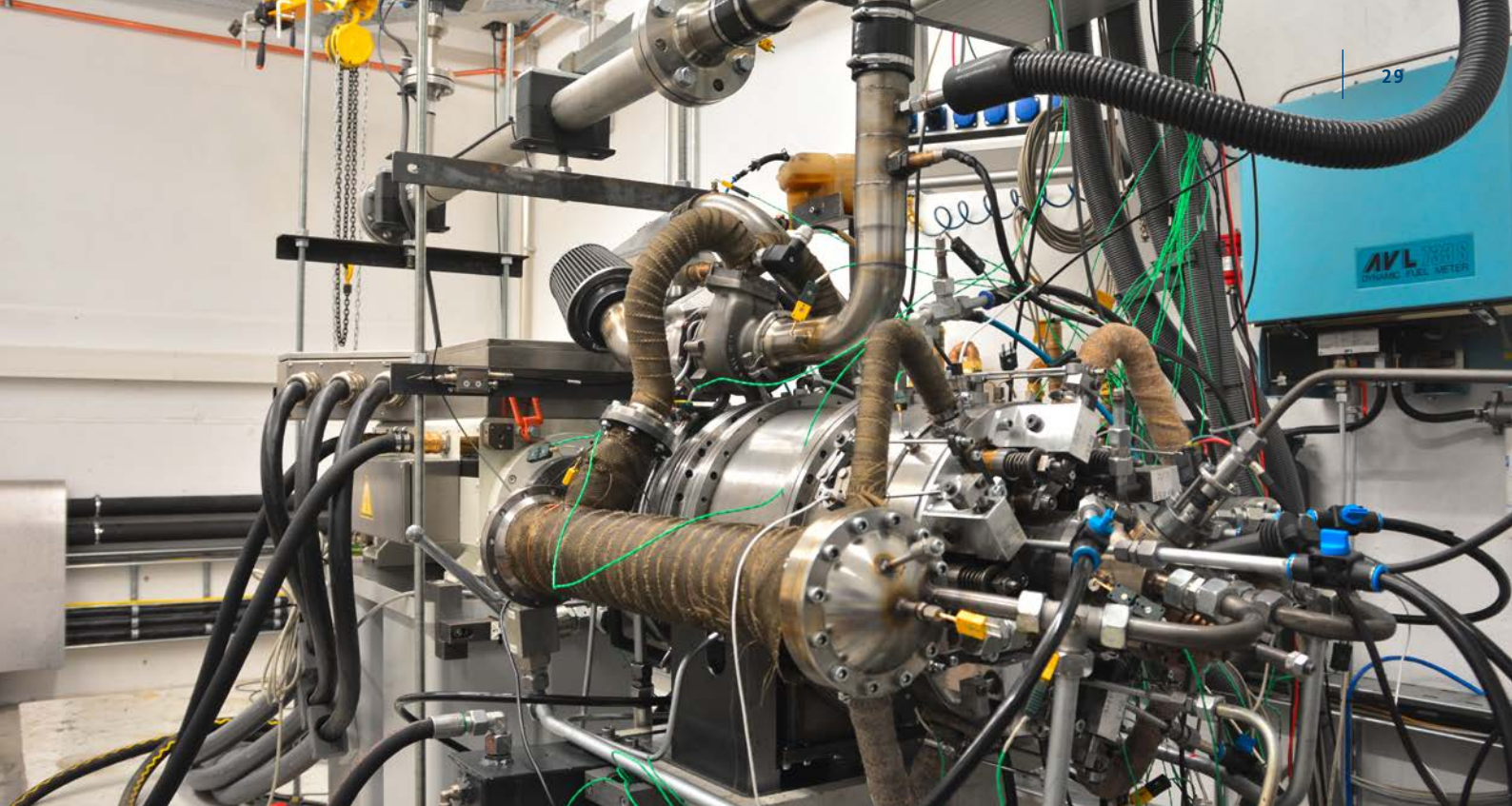
- Siemens Aktiengesellschaft
- Universität Stuttgart
- AUDI Aktiengesellschaft

Laufzeit

01.06.2015 – 31.05.2018

Fördervolumen

3,9 Mio. Euro



Projekt ikV-Motor

Ein Motor für alle Kraftstoffe

Bei heutigen Verbrennungsmotoren geht ein großer Teil der Energie ungenutzt durch den Auspuff. Die geltenden Schadstoffgrenzwerte können nur durch aufwendige Abgas-Nachbehandlungssysteme eingehalten werden. Das möchte die GIF Entwicklungsgesellschaft ändern. Mit Unterstützung des BMWi entwickelt das Unternehmen einen neuartigen Motor, der eine kontinuierliche Verbrennung ermöglichen und weniger klimaschädliche Emissionen verursachen soll. Ein weiterer Vorteil der innovativen Technologie: Der ikV-Motor kann ohne Umstellung Diesel, Benzin oder Biokraftstoffe verarbeiten

Zu hohe Abgaswerte, mögliche Fahrverbote in Innenstädten – die Diskussionen über die Umweltbelastung durch Dieselfahrzeuge reißen nicht ab. Haben klassische Verbrennungsmotoren überhaupt noch eine Zukunft? „Die Emissionswerte dieser Motoren sind vor allem deshalb so ungünstig, weil sie mit intermittierender Zündung und Verbrennung arbeiten“,⁹ sagt Dr. Ulrich Rohs, Vorsitzender der Geschäftsführung der GIF Gesellschaft für Industrieforschung mbH. „Durch die intermittierende Verbrennung haben wir die Situation, dass in den Abgasen mehr Energie enthalten ist als in der Nutzleistung – und dass wir einen großen Aufwand betreiben müssen, um Schadstoffe im Nachhinein zu neutralisieren.“

Klimafreundlich: kontinuierliche Verbrennung

Ziel des Forschungsprojekts **ikV-Motor** ist es, einen neuartigen Motor zu entwickeln, der sich durch eine kontinuierliche innere Verbrennung in einer für alle Zylinder gemeinsamen

ikV-Motor steht für: Entwicklung eines neuen Verbrennungsmotors mit Verdichtung und Expansion in einem Kolbentriebwerk und Verbrennung in einer, für alle Zylinder gemeinsamen Brennkammer

Brennkammer auszeichnet. Expansion und Arbeitsleistung sollen in einem Axialkolbentriebwerk realisiert werden. „Bei einer kontinuierlichen Verbrennung bestehen sehr viel bessere Möglichkeiten der Verbrennungssteuerung als bei den Einzelzündungen der herkömmlichen Motoren“, so Dr. Rohs. In dem ikV-Axialkolbenmotor wird zunächst in einer Vorstufe eine kleine Kraftstoffmenge verbrannt, die etwa der

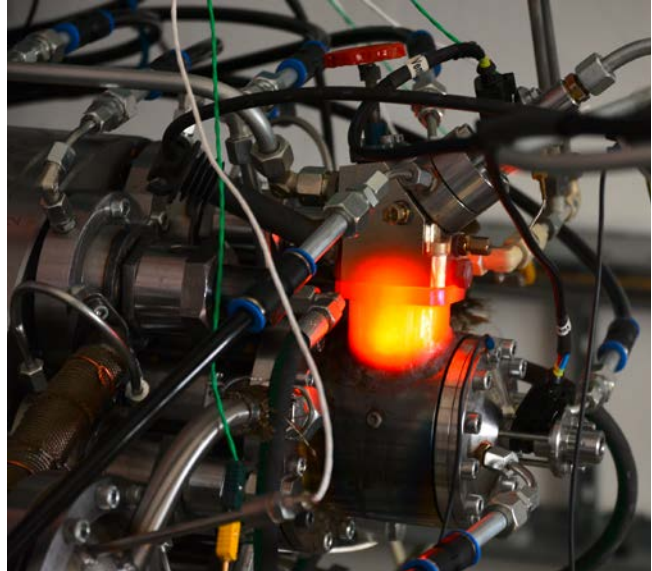
⁹ Otto- und Dieselmotoren arbeiten entsprechend ihren Arbeitstakten mit einem unterbrochenen Verbrennungsprozess, der intermittierenden Zündung und Verbrennung.

Leerlaufmenge entspricht. In den so erzeugten Heißgasstrom wird dann die Hauptkraftstoffmenge ohne Luftzuführung eingespritzt. Bei einer Temperatur von etwa 1.600 Grad Celsius spaltet sich der Kraftstoff in seine atomaren Bestandteile auf – Kohlen- und Wasserstoff. Erst anschließend kommt die Verbrennungsluft hinzu. *„Wenn diese Kohlenstoff- und Wasserstoff-Atome in den eigentlichen Brennraum gelangen, ist es unerheblich, ob der Ausgangsstoff Diesel, Benzin oder Rapsöl war. Der Motor soll absolut vielstofffähig sein – und die intelligente Steuerung erkennt selbst, wie viel Kraftstoff eingespritzt werden muss. Das heißt: Der Autofahrer kann ohne Umstellung verschiedene Kraftstoffe tanken – zum Beispiel das, was gerade am günstigsten ist. Auch einen anderen Stoff dazuzumischen, sollte kein Problem sein.“*

„Sauberer als der Gasherd in der Küche“

Durch die Gestaltung des Motors sollen zudem möglichst hohe Anteile aus der Abgas- und Kühlwasserwärme nutzbar gemacht werden. Das Brennverfahren führt, wie im Motorversuch bestätigt, zu saubereren Emissionswerten. Gemessen wurden die Abgase mit einem anerkannten Messverfahren (dem HORIBA-MEXA-1600DE) und sind somit zweifelsfrei. *„Wir haben die kontinuierliche Verbrennung so gezähmt, dass wir sie mit einem Kolbenmotor kombinieren können. Und so haben wir im normalen Arbeitsbereich ohne Katalysator nur noch 20 ppm NO_x, sind also sauberer als ein Gasherd in der Küche“,* so Dr. Rohs.

In einer Vorphase des Projekts wurden bereits zentrale Komponenten des iKV-Motors erfolgreich getestet – so zum Beispiel die Brennkammer. Diese wird wie alle anderen Teilsysteme des Motors zu einem voll funktionsfähigen



Vorbrenner AxG 1.2 ohne Keramikauskleidung

Demonstratormotor weiterentwickelt. Umfangreiche Simulationen, Berechnungen und Tests sollen dazu beitragen, die gesetzten Zieldaten bezüglich Leistung, Verbrauch und Emissionen zu erreichen. *„Die neue Technologie ermöglicht einen Wirkungsgrad von 60 Prozent – und das wollen wir im Rahmen des Forschungsvorhabens auch umsetzen“,* so Dr. Rohs. Sobald das dreijährige Projekt Ende 2017 abgeschlossen ist, könnte dann der nächste Schritt folgen: die Vorbereitung eines Serienmotors. *„Aus unserer Sicht stellt dies eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Antriebstechnologien dar, aber auch zu Elektromotoren. In diesem Bereich bietet sich für die deutsche Automobilindustrie eine wichtige Chance, sich im internationalen Wettbewerb zu positionieren – auch unabhängig vom Trend zur E-Mobilität.“*

Projektinformationen

Verbundkoordinator

GIF Entwicklungsgesellschaft mbH

Laufzeit

01.06.2015 – 31.12.2017

Fördervolumen

1,5 Mio. Euro



Projekt LehoMit-Hybrid

Neue Perspektiven für den Pkw-Leichtbau

Einen hohen Anteil am Gesamtgewicht von Straßenfahrzeugen hat die Karosserie. Wie lassen sich bestimmte Komponenten durch leichtere Bauteile ersetzen, die zugleich die hohen Anforderungen an Stabilität, Sicherheit und Kosteneffizienz erfüllen? Im Projekt LehoMit-Hybrid entwickeln die Verbundpartner einen Mittelunnel aus Faserverbundkunststoffen in Verbindung mit Metallen. Die neuartige Hybrid-Bauweise und spezielle Fügetechniken sollen es ermöglichen, das Leichtbauelement direkt in bestehende Fahrzeugrohbauprozesse zu integrieren. Mit an Bord sind neben dem Verbundkoordinator VW, Porsche, die TU Braunschweig, der Werkzeugbauer Schneider Form sowie INVENT, ein Spezialist für Faserverbundtechnologie.

Die Strukturen des Karosseriebodens spielen eine tragende Rolle im Automobilbau – nicht nur im wahrsten Sinne des Wortes, sondern auch in puncto Sicherheit. Im Falle eines Crashes muss unter anderem der Mittelunnel sicherstellen, dass den Insassen genügend Raum zum Überleben bleibt. Die in der Regel für diese Baugruppe verwendeten Stahlwerkstoffe halten hohen Belastungen stand, sind jedoch verhältnismäßig schwer. Genau hier setzen die Volkswagen AG und ihre Verbundpartner an. In dem Anfang 2017 gestarteten Forschungsprojekt **LehoMit-Hybrid** soll ein leichter, hochleistungsfähiger Mittelunnel in hybrider, integraler Bauweise entstehen. Der Fokus liegt dabei nicht nur auf dem Materialmix aus Faserverbundkunststoffen in Verbindung mit Metallen, sondern auch auf der Entwicklung geeigneter Fügetechniken und Werkzeuge. „*Unser übergeordnetes Ziel ist es, das neue Bauteil in den ganz normalen Fahrzeugrohbau zu integrieren*“, sagt Dr. Olaf Täger aus der Volkswagen Konzernforschung. „*Wenn Kunststoffverbundmaterialien ohne erheblichen Mehraufwand die bestehenden metallbasierten Fertigungsprozesse durchlaufen können, ist das ein Durchbruch für den Einsatz von Leichtbauteilen.*“

LehoMit-Hybrid steht für:
Leichter, hochperformanter
Pkw-Mittelunnel in
Hybrid-Bauweise

Effizienz auf ganzer Linie

Vielfach werden Faserverbundkunststoffe heute bereits für Bauteile verwendet, die zusätzlich montiert werden. Mit den klassischen Produktionsschritten des Karosseriebaus waren die leichten Hightech-Materialien bislang jedoch nicht kompatibel. Im Rohbauzustand, also bevor weitere Teile angebaut werden, erhält die Karosserie beispielsweise ihre Korrosionsschutzbeschichtung durch ein spezielles Tauchbad und anschließende Hochtemperatur-Trocknung. Da Kunststoffe anders auf hohe Temperaturen reagieren als Metalle, besteht die Gefahr, dass sich das Material verformt oder sich Verbindungen lockern. Ein Faserverbund-Bauteil, das diese sogenannte kathodische Tauchlackierung (KTL)

unbeschadet übersteht, eröffnet auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit neue Perspektiven. *„Es ist nicht notwendig, den gesamten Montageprozess zu verändern oder sogar neue Fabriken zu bauen. Die Hersteller können die gleiche Linie nutzen, auf der sie auch normale Fahrzeuge mit voll metallischer Rohkarosse fertigen“*, so Dr. Olaf Täger.

Vom Konzept zum Prototyp

Im Rahmen des Verbundprojekts soll ein Prototyp des Mitteltunnels entstehen, der in realen Fahrzeugen montiert und erprobt werden kann. *„Zu Beginn des Projekts haben wir die genauen Anforderungen definiert, die sich zum einen aus dem Fahrzeug, zum anderen aus dem Produktionsprozess ergeben“*, erläutert Projektleiterin Sophie Kerchnawe von der Volkswagen AG. *„Nach Abschluss der Konstruktionsphase ist ein großer Meilenstein die Herstellung eines ersten realen*

Bauteils.“ Dazu nutzen die Projektpartner die Infrastruktur der Open Hybrid LabFactory in Wolfsburg. Der Leichtbau-Campus wurde von der TU Braunschweig gemeinsam mit Industriepartnern aufgebaut und kann die gesamte Fertigungskette für hybride Leichtbaukomponenten abbilden.

In der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit, die 2020 endet, stehen zahlreiche „Optimierungsschleifen“ auf dem Programm – bis das Bauteil schließlich in einem Prototyp-Fahrzeug verbaut wird. *„Bei Porsche gibt es dann auch einen Crashtest mit dem Fahrzeug, damit wir sehen, wie sich das Bauteil unter realen Bedingungen verhält“*, so Kerchnawe. Bis zur möglichen Serienreife des innovativen Mitteltunnels ist es dann zwar immer noch ein weiter Weg. Doch die Marschrichtung ist klar. Dr. Olaf Täger: *„Wir wollen mit dem Projekt einen Beitrag zur weiteren Verbreitung des Leichtbaus leisten – und damit zur Entwicklung effizienter, sicherer und emissionsarmer Fahrzeuge.“*

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Volkswagen AG

Projektpartner

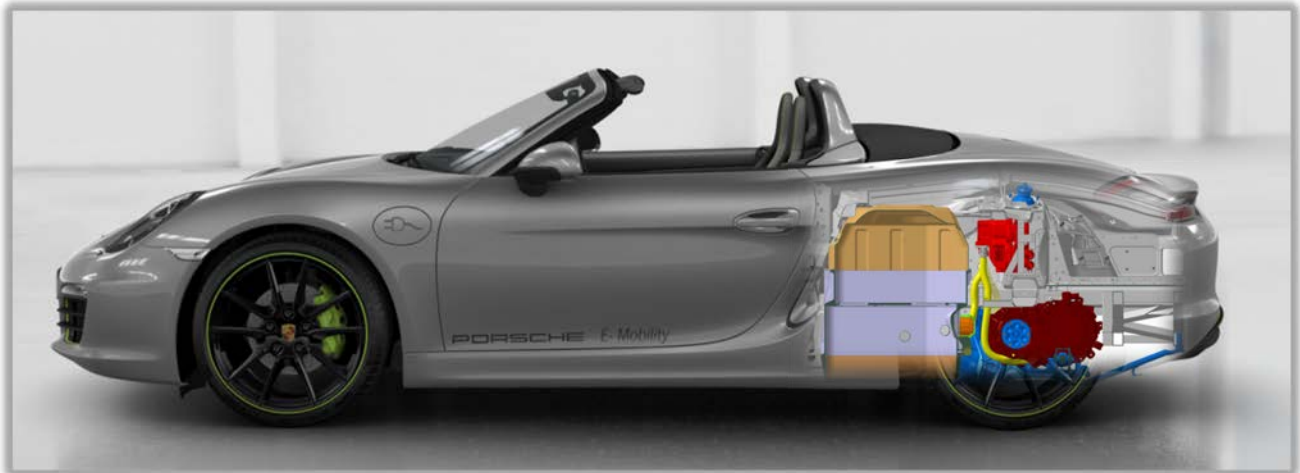
- Technische Universität Braunschweig
- INVENT Innovative Verbundwerkstoffe Realisation und Vermarktung neuer Technologien GmbH
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
- Schneider Form GmbH

Laufzeit

01.04.2017 – 31.03.2020

Fördervolumen

1,6 Mio. Euro



Projekt HigHko

Sportlich unterwegs in Richtung Zukunft

Auf dem Weg zu effizienten und klimafreundlichen Fahrzeugen bietet der Leichtbau insbesondere bei elektrisch betriebenen Versionen große Potenziale. Gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung und der ElringKlinger AG entwickelt der Sportwagenhersteller Porsche ein modulares, leichtes und hochintegriertes Hinterwagenkonzept für ein batteriebetriebenes Fahrzeug. Neben Karosserie und Fahrwerk wird auch das Batteriesystem neu betrachtet. Dies ist für den Anwendungsfall eine besondere Herausforderung, denn die optimale Gestaltung und Platzierung der Batterie stellt eine der im Wortsinn schwersten Aufgaben dar. Mit ihrem innovativen Lösungsansatz wollen die Projektpartner zukünftigen Anforderungen an einen nachhaltigen Klimaschutz, aber auch an Fahrkomfort und -dynamik gerecht werden.

Das Ziel steht fest: Mit ihrem Klimaschutzplan 2050 strebt die Bundesregierung bis zur Mitte des Jahrhunderts ein weitgehend treibhausgasneutrales Deutschland an. Einen wichtigen Beitrag soll die Energiewende im Straßenverkehr leisten. Auch wenn die Route noch nicht genau definiert ist und die Entwicklung noch relativ am Anfang steht – nach Ansicht der Automobilhersteller, der Experten in Forschung und Entwicklung sowie der Politik werden viele der heutigen Fahrzeuge bereits in naher Zukunft elektrisch betrieben.

Die Elektrifizierung der Fahrzeuge bringt jedoch nicht nur Vorteile. Allein die benötigte Batterie bedeutet ein deutliches Mehr an Gewicht und damit einen Hemmschuh für die Energieeffizienz der Fahrzeuge. Auch die allgemein höheren Kosten vollelektrischer Fahrzeuge im Vergleich zu fossil angetriebenen Modellen stellen zunächst einmal einen Nachteil dar. Gründe genug, um innovative Konzepte für batterieelektrische Fahrzeuge (Battery Electric Vehicle, BEV) zu entwickeln und dabei jeden Einzelbereich von der Batterie selbst über das Fahrwerk und die Karosserie bis zum Antrieb unter die Lupe zu nehmen. So wie im BMWi-Projekt

HigHko steht für:
Hochintegriertes
BEV-Hinterwagen-
Konzept

HigHko: Im Rahmen des 2016 gestarteten Forschungsprojektes arbeiten die Verbundpartner am prototypischen Aufbau eines hochintegrativen, leichten Hinterwagens für ein batteriebetriebenes Fahrzeug.

Modularer Aufbau, weniger Gewicht

Der neuartige Hinterwagen wird am Beispiel eines Sportwagens entworfen und steht voraussichtlich im ersten Quartal 2019 als Demonstrator zur Verfügung. Die Batterie soll dabei aus verschiedenen Modulen bestehen, die in

einem selbsttragenden Verbund angeordnet und an die Fahrwerkskomponenten angebunden sind. Innerhalb der Gesamtkonzeption wird insbesondere auch das Leichtbaupotenzial untersucht. Unter anderem kommen neue Werkstoff-, Prozess- und Füge Technologien zum Einsatz, und für das Rahmenwerk experimentieren die Projektpartner mit bionischen Verbindungselementen. Darüber hinaus werden beispielsweise bei den Gehäusestrukturen der Batterie tragende Elemente aus faserverstärkten Kunststoffen mit Metellanbindung konzipiert, deren Integration erhebliche Gewichtseinsparungen bringen könnte.

„Innovative Kombination von Elektrifizierung und Leichtbau“

„Die Elektrifizierung der Fahrzeuge in Kombination mit innovativem Leichtbau ist ein wichtiger Hebel, um die gesetzten Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen – daran besteht aus Sicht vieler OEMs kein Zweifel. Der Zielkonflikt zwischen Reichweite und Beibehaltung der Eigenschaften wie Größe, Gewicht und Fahrdynamik ist beim batteriebetriebenen Sportwagen besonders ausgeprägt. Bisherige Konzepte zur gewichtsoptimalen Integration der HV-Batterie sind beispielsweise nicht auf den Sportwagen übertragbar. Von unserem Projekt HighKo erwarten wir Erkenntnisse, die wir auf den klimafreundlichen Sportwagen der Zukunft übertragen können.“

**Michael Dimitrov, Leiter Geförderte Forschung,
Porsche AG**

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG

Projektpartner

- ElringKlinger AG
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Laufzeit

01.10.2016 – 30.09.2019

Fördervolumen

3,4 Mio. Euro



Projekt faWaSiS

Weniger Gewicht, volle Sicherheit: Intelligente Technik für die Schienen- fahrzeuge von morgen

Neue Leichtbauweisen besitzen auch im Schienenverkehr großes Potenzial. So lassen sich etwa durch tragende Wagenkastenstrukturen aus Faserverbundwerkstoffen signifikante Gewichtseinsparungen erzielen. Die leichten Hightech-Materialien müssen jedoch auch in puncto Instandhaltung den Anforderungen der Bahnbetreiber gerecht werden. Im Rahmen des Förderprojekts faWaSiS entwickeln die Verbundpartner ein integriertes, sensorbasiertes Diagnosesystem, das Schäden frühzeitig erkennt und gezielt auf notwendige Reparaturmaßnahmen hinweist. So soll die Akzeptanz für den Leichtbau Zug um Zug erhöht werden. Neben dem Verbundkoordinator Voith Turbo sind folgende Projektpartner beteiligt: Forster System-Montage-Technik, SAERTEX, EAST-4D Carbon Technology, INVENT, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR).

Auch wenn die Eisenbahn das Metall noch im Namen trägt, findet insbesondere im Personenverkehr mittlerweile ein Umdenken in Richtung Faserverbundwerkstoffe statt. Vielfach kommen bereits Formteile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) zum Einsatz; ein prominentes Beispiel ist die Bugnase des ICE. Im Forschungsvorhaben faWaSiS soll nun insbesondere das Leichtbaupotenzial für hochbelastete Strukturen von Schienenfahrzeugen – also beispielsweise Dachelemente oder auch stark beanspruchte Seitenverkleidungen – ausgelotet werden. Angestrebt ist eine Gewichtseinsparung von 25 Prozent gegenüber herkömmlichen Bauteilen. Ein starkes Argument, das jedoch aus Sicht der Projektpartner allein nicht ausreicht, um den Einsatz moderner Faserverbundwerkstoffe in diesem Bereich weiter voranzutreiben. Für den Einsatz in der Praxis ist es unerlässlich, dass die neuen Leichtbaustrukturen die aktuellen Brandschutzvorgaben erfüllen und den Instandhaltungsanforderungen der Bahnbetreiber gerecht werden.

Eine Schlüsseltechnologie stellt vor diesem Hintergrund das Structural Health Monitoring (SHM) dar: Zur Früherkennung von Schäden nutzt das Projektteam spezielle

faWaSiS steht für:
Signifikante Masseinsparung
durch strukturell tragende
faserverbundintensive
Wagenkastenstrukturen
von Schienenfahrzeugen
mit integriertem Schadens-
diagnosesystem

Überwachungs-Sensoren, die entweder direkt in die glasfaser- oder kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffe einlaminiert oder an der Oberfläche aufgebracht werden können. Kommt es beispielsweise aufgrund von Strukturüberlastungen oder Materialermüdung zu Faserbrüchen oder Delaminationen, wird dies im angeschlossenen Kontrollsystem abgebildet. So haben die Verantwortlichen jederzeit einen Überblick über den Zustand des Materials und können

eventuell notwendige Reparaturmaßnahmen einleiten. Insgesamt soll der Einsatz des integrierten Schadensdiagnosesystems dazu beitragen, die Faserverbundwerkstoffe und ihr Verhalten in Schadenssituationen besser zu verstehen. Wichtige Erkenntnisse soll insbesondere ein erster

Praxistext ab Anfang 2019 liefern. Eine Seitenverkleidung aus Faserverbundwerkstoffen mit integrierter Sensorik wird dann in einen Regionalzug der DB Regio Südost eingebaut – und muss bei Wind und Wetter dem alltäglichen Pendlerverkehr standhalten.

„Vertrauen in die Technologie schaffen“

Welche Ziele verfolgen Sie mit dem Projekt faWaSiS?

Dr. Kay-Uwe Kolshorn: Wir möchten einer Technologie im Schienenfahrzeugbau zum Durchbruch verhelfen, die in der Luft- und Raumfahrttechnik längst etabliert ist. Dass der Einsatz von Faserverbundstrukturen Gewicht, also auch Treibstoff und Emissionen einspart, steht außer Frage. Was fehlt, ist vielfach noch das Vertrauen in das Material. Welche Probleme können bei hohen Belastungen auftreten? Wann muss ein Bauteil repariert oder ausgetauscht werden? Wir wollen eine Möglichkeit anbieten, Schäden mithilfe eines integrierten Diagnosesystems zu erkennen – und so den Marktzugang für Faserverbundwerkstoffe weiter erleichtern.

Stichwort „Integriertes Schadensdiagnosesystem“: Was verbirgt sich hinter dieser Bezeichnung?

Dr. Kay-Uwe Kolshorn: Unsere Idee ist es, direkt in das Material Sensoren einzubauen. Diese werden dann per Funkverbindung oder Kabel an eine Kontroll-Unit angeschlossen und geben Auskunft über mögliche Schäden am Material. Interessant ist dabei, Fehler sehr genau lokalisieren zu können, aber auch den Schweregrad festzustellen. Wenn der verantwortliche Techniker das Kontroll-Programm ablaufen lässt – idealerweise werden die Diagnosedaten per Funk direkt in die Cloud übertragen und damit zentral der weiteren Auswertung zugänglich gemacht –, soll am Ende eine klare Handlungsanweisung stehen: Liegt ein kleiner Fehler vor: kann der Zug evtl. damit weiterfahren? Ist es ein kritischer Fehler: muss das Bauteil repariert oder ausgetauscht werden?

Worin liegen die größten Herausforderungen?

Dr. Kay-Uwe Kolshorn: Die Anzahl der Sensoren in der Struktur muss so weit minimiert werden, dass die Kosten in einem darstellbaren Rahmen liegen und trotzdem alle Schäden erkannt werden. Hinzu kommt, dass ein Laborprüfstand bei einer Idealtemperatur von 20 Grad Celsius in der trockenen Halle nicht zu vergleichen ist mit einem realen Zug, der mal bei Hitze und mal bei Schnee und Eis unterwegs ist und beispielsweise bei Kurvenfahrten zusätzlichen Belastungen standhalten muss. Mit anderen Worten: Es ist eine große Herausforderung, das System praxistauglich zu machen.

Dr. Kay-Uwe Kolshorn, Program Management Mobility, Voith Turbo GmbH & Co. KG

Projektinformationen

Verbundkoordinator

Voith Turbo GmbH & Co. KG

Projektpartner

- Forster System-Montage-Technik GmbH
- SAERTEX GmbH & Co. KG
- EAST-4D Carbon Technology GmbH
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

- INVENT Innovative Verbundwerkstoffe Realisation und Vermarktung neuer Technologien GmbH

Laufzeit

01.04.2017 – 31.03.2020

Fördervolumen

1,6 Mio. Euro



Ausblick auf künftige Forschungsschwerpunkte

Weichenstellung für mehr Nachhaltigkeit, Sicherheit und Effizienz

Mit seiner Forschungsförderung im Bereich Fahrzeug- und Systemtechnologien stellt das BMWi auch künftig die Weichen für mehr Nachhaltigkeit, Sicherheit und Effizienz. Ganz oben auf der Agenda stehen dabei Themen mit hoher wirtschafts- und gesellschaftspolitischer Relevanz.

Automatisiertes Fahren in der Stadt

Studien zufolge werden im Jahr 2050 rund 70 Prozent aller Menschen in Städten leben – die Zahl der Fahrzeuge wird sich bis dahin voraussichtlich verdoppeln.¹⁰ Verkehrs- und Städteplaner stehen ebenso wie die Fahrzeugindustrie vor der Aufgabe, die urbane Mobilität effizient, umweltschonend und sicher zu gestalten und nachhaltige Verkehrskonzepte auf den Weg zu bringen. Hier bietet das automatisierte Fahren vielversprechende Lösungsansätze, sowohl für einen effizienten und stressfreien Stadtverkehr als auch für die intelligente Verzahnung von Individual- und öffentlichem Nahverkehr. Die Stadt als komplexer Verkehrsraum erfordert noch umfangreiche Forschungsaktivitäten. Die unterschiedlichen verkehrstechnischen Gegebenheiten wie Kreuzungen, Kreisverkehre, Ampeln, Bushaltestellen und Bahnübergänge erfordern ein sehr präzises Verständnis der jeweiligen Verkehrssituation.

Im Rahmen eines neuen Leuchtturmprojekts zum automatisierten Fahren in der Stadt sollen grundlegende Voraussetzungen für die Anwendung innovativer Technologien in besonders komplexen urbanen Räumen geschaffen werden. Ziel ist es zum einen, den Fahrer im innerstädtischen Verkehr bestmöglich zu unterstützen, zum anderen die Interaktion zwischen Fahrzeug und Fahrer, aber auch zwischen Fahrzeug und Fußgängern bzw. Radfahrern zu verbessern. Fortschritte sollen insbesondere bei der zuverlässigen Umfeld- und Situationserfassung, der exakten Lokalisierung der Fahrzeuge und einer differenzierten Mensch-Maschine-Interaktion erreicht werden.¹¹ Basierend darauf werden neue automatisierte Fahrfunktionen für die Stadt konzipiert, die den Fahrer auch in dieser komplexen Umgebung mit ihrer hohen Informationsdichte und den gleichzeitig sehr kurzen Reaktionszeiten unterstützen.

¹⁰ VDA: Automatisiertes Fahren; <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/automatisiertes-fahren/automatisiertes-fahren.html>

¹¹ Die Forschungsarbeiten setzen auf den Ergebnissen des Leuchtturmprojektes „UR:BAN – Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenzsysteme und Netzmanagement“ auf, das vom BMWi bis März 2016 gefördert wurde.

Das digitale Nutzfahrzeug: Sicher und effizient in die Zukunft

Im Schnitt sind heute rund 2,8 Mio. Nutzfahrzeuge auf deutschen Straßen unterwegs.¹² Aktuelle Prognosen zufolge wird die Güterverkehrsleistung auf der Straße bis 2030 um rund 40 Prozent im Vergleich zu 2010 ansteigen.¹³ Für eine zukunftsfähige Transportlogistik sind neue Konzepte für eine höhere Verkehrssicherheit, eine verbesserte Energie- und Kosteneffizienz sowie Umweltverträglichkeit erforderlich.

Diese Thematik adressiert die aktuelle Förderinitiative „Das digitale Nutzfahrzeug: Sicher und effizient in die Zukunft!“ des BMWi. Gefördert werden sollen innovative Forschungs- und Entwicklungsansätze, die einen signifikanten Beitrag zur Digitalisierung des Nutzfahrzeugs leisten und automatisierte Fahrfunktionen mit neuen Fahrzeugtechnologien verbinden.

Großes Potenzial für die Optimierung von Nutzfahrzeugen besitzt die Hoch- und Vollautomatisierung. Die Aufgabe besteht unter anderem darin, die Umgebungserfassung und Situationsinterpretation an die besonderen Anforderungen der Nutzfahrzeuge anzupassen und entsprechende Mensch-Maschine-Schnittstellen zu definieren. Verbesserte Kommunikationstechnologien sowie intelligente Datenmanagementsysteme versprechen neue Impulse für vernetzte Kolonnenfahrten, das sogenannte Platooning. In diesem Zuge müssen auch geeignete Absicherungs- und Freigabeverfahren konzipiert werden. Innovationen bei Motoren und Getrieben, unter anderem im Bereich der Elektromobilität und Abwärmenutzung, sollen für eine optimierte Energieeffizienz der Nutzfahrzeuge sorgen.

Energiewende im Verkehr: Strombasierte Kraftstoffe im Aufwind

Das Blickfeld erweitern – Synergien nutzen: In einer programmübergreifenden Förderinitiative verknüpft das BMWi die Forschungsfelder der Programme „Angewandte Energieforschung“, „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ sowie „Maritime Technologien“. So sollen innovative Ansätze aus den Bereichen Energie und Verkehr, die bislang losgelöst voneinander betrachtet wurden, zusammengeführt werden.

Unter dem Dach der gemeinsamen Förderinitiative „Energiewende im Verkehr: Sektorkopplung durch die Nutzung strombasierter Kraftstoffe“ sollen erneuerbare Energien verstärkt für landgestützte ebenso wie für wassergebundene Transportsysteme nutzbar gemacht werden.

Im Rahmen des Programms Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien liegt der Schwerpunkt auf innovativen Antriebstechnologien für mobile Anwendungen. Diese sollen unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden: Mit Blick auf den Motor sollen zum einen Empfehlungen für das erforderliche Kraftstoffdesign abgeleitet werden. Zum anderen sollen bestehende Antriebstechnologien so weiterentwickelt werden, dass sie neuartige, synthetische Kraftstoffe verarbeiten können. Wichtig ist, die ganze Bandbreite an Motorenkonzepten einzubeziehen, den klassischen Verbrennungsmotor genauso wie Sonderformen. Neben verbrennungsmotorischen Konzepten können auch sogenannte Hybridantriebe interessante Forschungsansätze sein. Darunter fallen beispielsweise Varianten, die den Verbrennungsmotor als unterstützende Antriebsmaschine oder als Generator in Form eines Range Extenders zur Erzeugung elektrischer Energie nutzen. Fest steht: Nur wenn das Gesamtsystem aus Kraftstoff und Antrieb aufeinander abgestimmt ist, kann die angestrebte Sektorkopplung gelingen.

Fahrzeug- und Systemtechnologien 4.0

Der grundlegende Wandel des Verkehrs erfordert einen permanenten technologischen Fortschritt im Bereich der Fahrzeug- und Systemtechnologien. Die Forschungsförderung des BMWi bietet hier weiterhin einen Rahmen, um die Zukunftsfähigkeit der Fahrzeugbranche zu sichern und zugleich den gesellschaftlichen Anforderungen an die Mobilität der Zukunft gerecht zu werden. Ein wichtiger Baustein ist vor diesem Hintergrund die Weiterentwicklung des Fachprogramms.

Das Fahrzeug wird zunehmend als Bestandteil eines Gesamtsystems betrachtet. Im Zuge der Digitalisierung nimmt nicht nur die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander zu. Gleichzeitig bieten sich neue Möglichkeiten der Verknüpfung auch über die Grenzen der Verkehrsträger hinweg. Intermodale Systeme kombinieren die Stärken der verschiedenen Verkehrsträger – mit Vorteilen für den Personen-

12 VDA: <https://www.vda.de/de/themen/automobilindustrie-und-maerkte/markt-nutzfahrzeuge-anhaenger-aufbauten-und-busse/die-nutzfahrzeug-branche-im-ueberblick.html>.

13 BMVI: Bundesverkehrswegeplanung (BVWP) 2030. Berlin, 2016.

wie für den Güterverkehr. Diese Potenziale gilt es auszuschöpfen und den Rahmen für die Entwicklung der erforderlichen Technologien mittels einer verlässlichen Forschungsförderung zu schaffen. Dabei rückt auch die Logistik in den Fokus, eröffnet doch die Digitalisierung neue Perspektiven sowohl für technologische Komponenten (insbesondere Fahrzeuge) als auch für die gesamte Lieferkette.

Innovative Fahrzeugkonzepte werden auch künftig Gegenstand intensiver Forschungsanstrengungen sein. So haben etwa Leichtbaulösungen und Bioniksysteme das Zeug dazu, neuartige Fahrzeugtypen hervorzubringen. Antriebsseitig wird ein Schwerpunkt auf der Diversifizierung der Energieträger liegen.

Und nicht zuletzt bleibt das automatisierte und vernetzte Fahren eine zentrale Forschungsaufgabe. Bis zum vollautomatisierten Fahren sind noch zahlreiche technologische Fragestellungen zu klären. Neue Forschungsansätze ergeben sich zudem aus der schrittweisen Einbindung von Elektrofahrzeugen sowie Überlegungen, die Energienetze mit einzubeziehen.

In welche Richtung sich die Fahrzeug- und Systemtechnologien in Zukunft auch entwickeln – die Technologieförderung des BMWi wird sich der spannenden Fragen annehmen.

