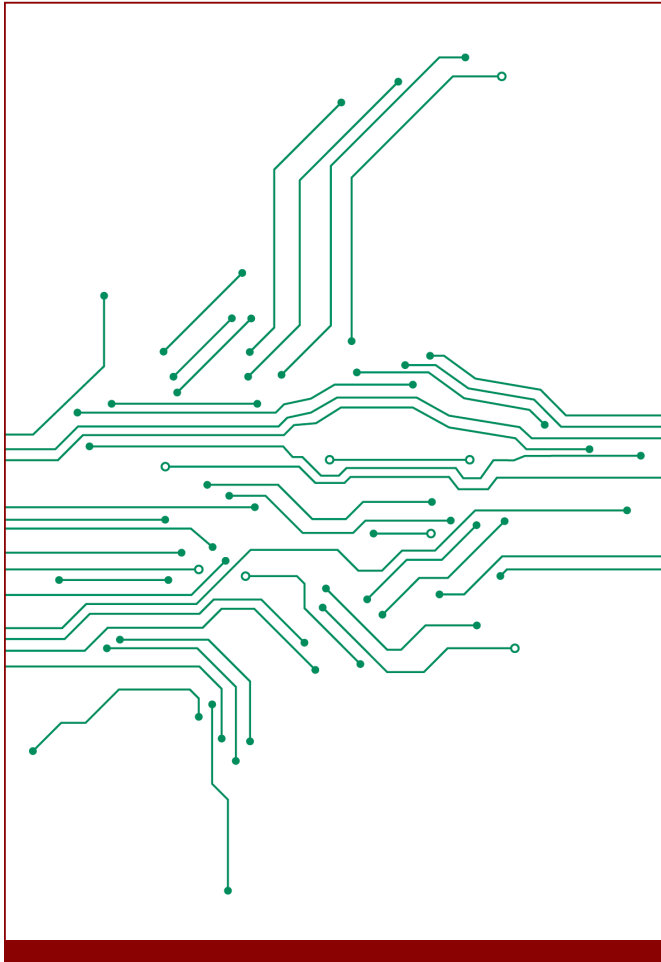


Intelligente Fahrzeuge



©Zimmermann Visuelle Kommunikation.

Wir haben uns bei diesem THEMENHEFT FORSCHUNG für den Titel „Intelligente Fahrzeuge“ entschieden, um damit die außerordentliche Breite des angesprochenen Forschungsgebietes zum Ausdruck zu bringen. Intelligenz als Eigenschaft des Fahrzeugs, das ein technisches System ist, meint, dass dieses Fahrzeug mit Subsystemen ausgestattet ist, die Informationen über Sensoren aufnehmen, in einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit – für die sich in der Automobilindustrie das Wort „Steuergerät“ oder englisch die Abkürzung ECU (Electronic Control Unit) eingebürgert hat – verarbeiten und über Aktuatoren ausgeben können, so dass sich das Verhalten dieses Fahrzeugs ändert. Das Fahrzeug ist damit insoweit „intelligent“ als es in gegebenen Situationen in einer jeweils angepassten Weise aus mehreren Möglichkeiten ein bestimmtes Verhalten auswählt.

Durch den Einsatz von Elektrik und Elektronik ist das Automobil in den vergangenen Jahrzehnten stark geprägt worden, und die „Intelligenz“ in den Subsystemen hat exponentiell zugenommen. Zum einen wurden bereits vorhandene Subsysteme „elektrifiziert“ und „elektronifiziert“, zum anderen haben ganz neue Subsysteme und später dann auch die Vernetzung dieser Subsysteme Einzug ins Fahrzeug gehalten. Dabei ist das „intelligente Fahrzeug“ ein Beispiel für eine gute Partnerschaft von Wissenschaft und Industrie: In verschiedenen Konstellationen der Zusammen-

arbeit werden Forschungsergebnisse erarbeitet, die Grundlage für innovative Produkte sind. Für den zukünftigen Einsatz von Elektronik im Automobil hat die im Jahr 2007 von Automobilherstellern und Zulieferern gegründete und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Innovationsallianz Automobilelektronik die drei Schwerpunkte „Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit“, „Mobilität und Sicherheit“ sowie „Architektur und Standardisierung“ definiert, die auch für diese Betrachtung herangezogen werden sollen [1].

1. Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit

Auch wenn Elektroantriebe derzeit viel diskutiert werden und in Forschung und Entwicklung große Fortschritte machen, wird der Verbrennungsmotor auf absehbare Zeit der am weitesten verbreitete Antrieb für Kraftfahrzeuge bleiben und muss seinen Beitrag zu Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit leisten. Der Straßenverkehr ist mit etwa 12 Prozent an den Gesamtemissionen von CO₂ in der Europäischen Union beteiligt. Der aktuelle Vorschlag der EU ist, den Grenzwert für die durchschnittlichen CO₂-Emissionen von Neuwagen von 160 Gramm auf 130 Gramm pro Kilometer im Jahr 2012 zu senken. Die Bundesregierung in Deutschland hat sich darüber hinaus das Ziel gesetzt, zusätzlich rund 34 Millionen Tonnen CO₂ im Verkehrsbereich bis zum Jahr 2020 einzusparen, was einer Kraftstoffeinsparung von rund 30 Prozent entspricht. Der Reduzierung der CO₂-Emissionen durch die Minimierung des Kraftstoffverbrauchs muss durch abgestimmte, nachhaltige Maßnahmen zur Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs im Kraftfahrzeug begegnet werden. Ein wesentlicher Schlüssel hierfür ist die Elektronik, zum Beispiel zur Effizienzsteigerung des Antriebs sowie bei der Optimierung des gesamten Bordnetzes durch Integration elektrischer Antriebe, Speicher- und Energiemanagementsysteme. Besonderes Augenmerk gilt dem verbesserten Wirkungsgrad aller elektrischen Verbraucher im Kraftfahrzeug durch Energierückgewinnung und ein kooperatives Energiemanagement, das auch Nebenaggregate berücksichtigt. Aber auch die Unterstützung des Fahrers für eine vorausschauende und damit energiesparende Fahrweise spielt eine zentrale Rolle.

2. Mobilität und Sicherheit

Das ehrgeizige Ziel der Europäischen Union, die Anzahl der Verkehrstoten bis zum Jahr 2010 zu halbieren, hat Wirkung gezeigt. Die Anzahl der Unfallopfer hat sich im Bereich der Europäischen Union vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2007 um rund 22 Prozent reduziert. Trotzdem starben 2007 auf Europas Straßen immer noch 43.000 Menschen, davon rund 5.000 in Deutschland. Der „Faktor Mensch“ ist die Hauptursache für Verkehrsunfälle.

„Die wesentliche Herausforderung besteht darin, die Komplexität der gesamten Elektronik und eingebetteten Software zu beherrschen.“

Fahrerassistenz- und aktive Sicherheitssysteme unterstützen den Fahrer, schützen die Fahrzeuginsassen, helfen Unfälle zu vermeiden oder Unfallschwere und Unfallfolgen für alle Verkehrsteilnehmer (u.a. Fußgänger) zu reduzieren. Der Einsatz dieser innovativen Systeme ist bislang weitgehend auf hochwertigere Fahrzeuge beschränkt. Entscheidend für die Effektivität von Fahrerassistenz- und aktiven Sicherheitssystemen von morgen ist jedoch der breite Einsatz der Systeme in möglichst allen Fahrzeugklassen. Der Einführung in den Volumenmarkt stehen aber häufig noch die hohen Kosten dieser Systeme entgegen, denen durch kooperative Forschungsaktivitäten im Bereich Elektrik/Elektronik-Architektur, Software-Architektur und Standardisierung begegnet werden muss.

3. Architektur und Standardisierung

Elektrik und Elektronik sowie die eingebettete Software machen heute mehr als 30 Prozent der Wertschöpfung eines Mittelklassefahrzeuges aus und sind an etwa 90 Prozent aller Innovationen im Automobil beteiligt. Eine Vielzahl der elektronischen Funktionen im Kraftfahrzeug wird heute durch Vernetzung von Einzelsystemen realisiert. Dies erfordert einen erheblichen Datenaustausch zwischen den beteiligten Steuergeräten und – damit verbunden – sehr leistungsfähige Bussysteme und Protokolle, um die hohen Anforderungen an Bandbreite und Übertragungssicherheit zu erfüllen. Mit der Vielfalt der eingebetteten Systeme und deren Funktionen steigt auch der Softwareumfang in den Steuergeräten kontinuierlich an. Besonders die Anforderungen an die Rechnerleistungsfähigkeit im Kraftfahrzeug, z.B. für Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme sowie Motorsteuerungen, ist sprunghaft gestiegen. Dieser gesteigerte Bedarf erfordert ganz neue Wege für Elektrik/Elektronik-Architekturen.

Die wesentliche Herausforderung besteht darin, die Komplexität der gesamten Elektronik und eingebetteten Software zu beherrschen. Der Übergang von Einzelsystemen zu den heutigen komplexen, vernetzten eingebetteten Systemen mit starken internen Wechselwirkungen stellt hohe Anforderungen an leistungsfähige Bordnetz- sowie Softwarearchitekturen. Dieses komplexe Gesamtsystem muss unter anderem nach Kriterien wie Kundennutzen, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Kosten, Skalierbarkeit, Wartbarkeit, Bauraum und Gewicht optimiert werden. Ein wesentlicher Schlüssel, um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist die Definition und Nutzung standardisierter Elektrik/Elektronik- und Software-Architekturen. Darüber hinaus sind leistungsfähige und handhabbare Methoden und Werkzeuge zur Modellierung und Absicherung der Systeme erforderlich, um die Komplexität zu beherrschen, die erforderliche Qualität zu gewährleisten und die Kosten für die Entwicklung wirtschaftlich zu gestalten.

4. Interdisziplinarität

Der Titel „Intelligente Fahrzeuge“ beschreibt auch das Zusammenwachsen verschiedener Wissenschaftsgebiete. Dazu gehören klassische Gebiete wie Mechanik, Strömungslehre, Thermodynamik, Fahrzeugtechnik, Antriebstechnik, technische Verbrennung, Materialwissenschaften und Akustik, die traditionell zum Maschinenbau zählen, aber auch Gebiete wie Energietechnik, Elektronik, Halbleitertechnik,

„Mit Software werden heute mehr als 90 Prozent aller neuen Funktionen in Fahrzeugen realisiert.“

Leistungselektronik, Sensorik, Aktuatorik (insbesondere elektrische Antriebe), Regelungstechnik, Rechentechnik, Informationstechnik und Hochspannungstechnik, die in der Regel zur Elektrotechnik gezählt werden. Darüber hinaus ist in den letzten Jahren die Software im Fahrzeug extrem gewachsen, und mit ihr werden heute mehr als 90 Prozent aller neuen Funktionen realisiert, womit das Gebiet der technischen Informatik eine große Bedeutung erlangt hat. Gerne wird das moderne Auto als ein extrem leistungsfähiges, paralleles Rechnersystem beschrieben, an das irgendetwas vier Räder geschraubt hat.

Nicht zu vernachlässigen ist weiterhin der Umstand, dass das Auto nur eines der Verkehrsmittel ist, die zum Gesamtsystem Verkehr gehören. Somit ist es unvermeidbar, das Auto auch in diesem Kontext zu betrachten. Dadurch muss die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf die Straßenverkehrstechnik, die Verkehrsanlagentechnik und letztlich auf die gesamten Verkehrswissenschaften, die traditionell häufig zum Bauingenieurwesen gehören, ausgedehnt werden.

Insgesamt sind an diesem Themenheft vier Fakultäten der Universität Stuttgart betei-

DER AUTOR



PROF. DR.-ING. HANS-CHRISTIAN REUSS

ist gebürtiger Düsseldorfer. Er studierte Elektrotechnik an der TU Berlin und wurde dort anschließend am Institut für Elektronik promoviert. Von 1989 bis 1992 war er verantwortlich für serielle Bussysteme und Mikrocontroller zur Anwendung im Kfz bei PHILIPS Semiconductors Hamburg. 1993 wurde er auf die Professur für Kraftfahrzeugelektronik und -elektrik an der TU Dresden berufen. Seit 2004 ist er Ordinarius für Kraftfahrzeugmechatronik an der Universität Stuttgart und Vorstandsmitglied im FKFS (Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart).

Kontakt

*Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen
Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 12, 70569 Stuttgart, Tel. 0711/685-68500, Fax 0711/685-68533
E-Mail: hans-christian.reuss@fkfs.de, Internet: www.ivk.uni-stuttgart.de, www.fkfs.de*

ligt: die Fakultät Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik, die Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik, die Fakultät Bau- und Umweltingenieurwissenschaften sowie die Fakultät Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie. Ein internationaler Beitrag kommt vom Department of Mechanical Engineering der Ohio State University, die eine Partneruniversität der Universität Stuttgart ist. Die Themen, die nur eine kleine Auswahl aus der Gesamtheit der wissenschaftlichen Fahrzeugthemen darstellen, sind aus Sicht des Autos von innen nach außen gegliedert: Den Anfang macht das Herz eines jeden intelligenten Systems, das wir im Auto finden: der Embedded Controller und die Frage, wie hier robuste Systemarchitekturen und Entwurfsprozesse aussehen. Danach folgt eine anwendungsbezogene Veröffentlichung zu Geräuschen und Schwingungen im Auto und ihrer aktiven Kompensation. Darauf folgt ein Wechsel auf die nächst höhere Systemebene, wobei es um den gesamten Antriebsstrang geht. Danach werden dann bereits das Gesamtfahrzeug und seine Optimierung betrachtet. Im fünften Beitrag geht es dann um die Fähigkeit des Lernens und den virtuellen Beifahrer. Der nächste Beitrag beschäftigt sich mit der Positionsbestimmung von Fahrzeugen. Folgerichtig kommt danach die Beschäftigung mit der Routenwahl in Straßennetzen. Der letzte und achte Beitrag richtet unter dem Stichwort „Smart Grid“ seinen Blick auf das Fahrzeug im Informations- und Energienetz.

Durch die Vielzahl und Breite der Themen wird deutlich, wie komplex nicht nur die Elektronik und die Software, sondern das „intelligente Fahrzeug“ als Ganzes ist. Vermutlich ist die fachübergreifende Beherrschung der Komplexität die eigentliche wissenschaftliche Herausforderung der Zukunft. • *Hans-Christian Reuss*

Literatur

- [1] Broschüre der E | ENOVA Innovationsallianz Automobilelektronik, Stuttgart, 2008