RWTH THEMEN

Mobility

BERICHTE
AUS DER
RHEINISCH-
WESTFÄLISCHEN
TECHNISCHEN
HOCHSCHULE
AACHEN

AUSGABE 1/2013

ISSN-NR.
0179-079X

DAMIT DER BUS PÜNKTLICH KOMMT.

Wir suchen

Projekt-Ingenieure Public Transport Operations

für Aachen

- die in einem Projektumfeld Systeme für Verkehrsbetriebe von der Anforderungsanalyse bis zum Systemeinsatz mitgestalten.
- die ganzheitliche Konzepte bis hin zur vollständigen Hardware- und Softwareausstattung für einen Verkehrsbetrieb erstellen und diese Konzepte auch umsetzen.
- die unsere Kunden umfassend betreuen, bis der letzte Bus fertig ausgerüstet im Betrieb fährt – und darüber hinaus.
- die mitdenken, mit ihren Lösungen überzeugen und Verantwortung übernehmen wollen.
- Frauen und Männer, die mehr als nur einen Job suchen.

IVU-Systeme planen Routen, lassen Busse fahren, informieren Fahrgäste, sorgen für Anschlüsse, steuern Ampeln, disponieren Fahrer, überwachen Flotten, verkaufen Tickets, führen Daten zusammen und steigern die Effizienz. Davon profitieren mehr als 500 Kunden und Millionen Fahrgäste weltweit.

Interessiert?
Dann senden Sie Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen an:

Michaela Kreß
job@ivu.de

IVU Traffic Technologies AG
Borchersstr. 20
52072 Aachen

Mehr über uns und unsere Systeme erfahren Sie unter **www.ivu.de**

SYSTEME FÜR LEBENDIGE STÄDTE

IVU TRAFFIC TECHNOLOGIES AG

Impressum
Herausgegeben im Auftrag des
Rektors der RWTH Aachen
Abteilung 3.1 –
Presse und Öffentlichkeitsarbeit
Templergraben 55
52056 Aachen
Telefon 0241/80-94327
Telefax 0241/80-92324
pressestelle@zhv.rwth-aachen.de
www.rwth-aachen.de

Redaktion:
Sabine Busse
Angelika Hamacher

Mobility

AUS DEM INHALT

Der Profilbereich „Mobility & Transport Engineering“ 6

Elektromobilität trifft Geschichte 9
Können historische Zugänge die Elektromobilität voranbringen?

Flugzeuge in der Nachhaltigkeitsbewertung 10
Auswirkungen auf Wirtschaft und Umwelt

Pole-Position für die interdisziplinäre Forschung 12
Galileoer möglicht die Erprobung ortungsbasierter Fahrerassistenz- und Fahrzeugsicherheitssysteme

Das Automobil-Testcenter in Aldenhoven 16
Analyse von Sicherheit, Effizienz und weiteren Fahrzeugeigenschaften

Antriebskonzepte der Zukunft 22
Im Center for Mobile Propulsion werden neue Generationen mobiler Antriebskonzepte entwickelt

Mobile elektrische Antriebstechnik 28
Intelligente Systeme bewegen die Welt von morgen

Energieeffiziente Navigation für Elektrorollstühle 32

Assistierte Mobilität im Alter 34
Auswirkungen auf Wirtschaft und Umwelt

Bus oder Bahn? 38
Konzepte und Chancen zur Lösung urbaner Verkehrsprobleme

Sicher und zügig unterwegs 42
Fahrerassistenzsysteme gestalten eine nachhaltige Mobilität

In Zukunft mit Strom 50
Elektromobilität bildet einen wichtigen Baustein zukünftiger Mobilität

Namen & Nachrichten 56

Titelfoto/Rücktitel:
Peter Winandy, Aachen

Anzeigen:
print´n´press, Aachen
jh@p-n-p.de

Anzeigenberatung:
Liz Rüster
Telefon 06132/43 44 38
liz.ruester@web.de

Gestaltung:
Kerstin Lünenschloß,
Aachen

Druck:
Druckerei und
Verlagsgruppe Mainz GmbH
Aachen

Gedruckt auf
chlorfrei gebleichtem Papier

Das Wissenschaftsmagazin
„RWTH-Themen“ erscheint
einmal pro Semester.

Nachdruck einzelner Artikel,
auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion.
Für den Inhalt der Beiträge
sind die Autoren verantwortlich.

Sommersemester 2013

Wer zu uns kommt, schätzt den kleinen Unterschied.

Den zwischen Reden und Machen.

Kategorie mehr als 150 Ingenieure
AUSGEZEICHNETER ARBEITGEBER FÜR INGENIEURE
vdi nachrichten

Ingenieure mit Erfindungsgeist und Gestaltungswillen gesucht. Wir sind einer der Innovationsführer weltweit im Bereich Antriebstechnologie. Wir sind facettenreich genug, um Ihren Ehrgeiz mit immer wieder spannenden Projekten herauszufordern. Und klein genug, um Ihre Ideen ohne große Umwege in die Tat umsetzen zu können. SEW-EURODRIVE hat für Ingenieure aus den Bereichen Entwicklung, Vertrieb, Engineering, Softwareentwicklung und Service zahlreiche interessante Perspektiven zu bieten. Also: Haben Sie Lust, in einem engagierten Team etwas Gutes noch besser zu machen? Dann herzlich willkommen bei SEW-EURODRIVE!

Jetzt informieren über Praktikum, Abschlussarbeit und Berufseinstieg: www.karriere.sew-eurodrive.de

SEW EURODRIVE

Vorwort

Die RWTH entwickelt sich zu einer integrierten interdisziplinären Hochschule. Die neuen Profilbereiche nehmen dabei eine wichtige Rolle ein, da wir so auf unseren Stärken aufbauen und diese gezielt weiter entwickeln können. Als Bestandteil unseres Zukunftskonzepts, das im Rahmen der zweiten Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gefördert wird, liefern die Profilbereiche die Möglichkeit, die interdisziplinäre Zusammenarbeit über die Fakultäten hinweg zu intensivieren und auf eine neues Level zu heben.

Neben der Mobilität wurden weitere sieben Profilbereiche benannt. Sie spiegeln das interdisziplinäre Leistungsspektrum der RWTH wider und berühren gleichzeitig die wichtigsten Zukunftsthemen.
Als Basis für ihre Arbeit wird die hier auf hohem Niveau geleistete Grundlagenforschung fungieren.
Auch bei der Umsetzung wollen wir innovative Wege gehen und vermehrt Strukturen aus dem Wissenschaftsmanagement implementieren.

Diese Ausgabe der „RWTH-Themen“ demonstriert, wie facettenreich ein für uns alle täglich relevantes Thema aus wissenschaftlichem Blickwinkel ist.
Hier gilt es viele Fragen zu beantworten, wie die Mobilität der Zukunft aussehen könnte. Bei der Lektüre wünsche ich Ihnen viel Vergnügen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Ernst Schmachtenberg
Rektor

Dirk Abel

Der Profilbereich „Mobility & Transport

„RWTH 2020: Meeting Global Challenges. The Integrated Interdisciplinary University of Technology“ lautet der Titel des Zukunftskonzepts, mit dem die RWTH Aachen in der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder in der zweiten Phase überzeugen konnte. Die Strategie der RWTH orientiert sich an den wichtigsten globalen Herausforderungen, zu denen die Mobilität im Kontext individueller wie auch gesellschaftlicher Bedürfnisse, in Bezug auf Energie- und Umweltfragen sowie weltweiter Urbanisierungstrends zweifelsfrei gehört. Auch der daraus resultierende enorme Wirtschaftsfaktor, der dem Technikexportland Deutschland durch vielfältige Mobilitätslösungen auf Schiene und Straße zuteil wird, sollte sich in Lehre und Forschung einer führenden technischen Universität widerspiegeln.

Die schlagkräftige strukturelle Antwort, um derartigen globalen – und damit auch langfristig veränderlichen – Herausforderungen zu begegnen, sehen wir in integrierten, interdisziplinären und damit fakultätsübergreifenden Forscherverbünden, die ihre vielfältigen Kompetenzen und Forschungsziele zusammenbringen und konzentrieren. Die Idee der fakultätsübergreifenden Interessensgemeinschaften hat an der RWTH bereits eine jahrzehntelange Tradition, die sich in der Schaffung von sechs so genannten „Foren“ äußerte. Eine strukturelle Maßnahme des Zukunftskonzepts, die derartige interdisziplinäre Ansätze stärken soll, sehen wir in der Überführung der eher informell aufgestellten Foren-Verbünde in acht „Profilbereiche“, die künftig als zusätzliche strukturelle Merkmale und Organisationseinheiten der RWTH sichtbar werden. Gerade das jüngste und sehr aktive Forum „Mobilität und Verkehr“, hat eine Vorreiterrolle in dieser Überführung und in der Mitgestaltung des korrespondierenden Profilbereichs „Mobility & Transport Engineering“ eingenommen.

Zur Lenkung der Profilbereiche wurden so benannte „Steering Committees“ eingerichtet, deren Mitglieder von den Fakultäten entsandt sind. Ihnen kommt die Aufgabe zu, die strukturelle Ausgestaltung aktiv zu begleiten und die themenspezifischen Roadmaps zu erarbeiten und fortzuschreiben. Schließlich obliegt es Ihnen, die unabdingbare Verzahnung der Profilbereiche mit den Fakultäten mit Leben zu füllen.

Der Profilbereich „Mobility & Transport Engineering“ wird an der RWTH aus (Fahrzeug-) technischem, infrastrukturellem sowie gesellschaftlichem Blickwinkel betrachtet und durch vielfältige disziplin- und fakultätsübergreifende Aktivitäten in Forschung und Lehre getragen. Der Bereich Individualmobilität verfolgt als primäre Gestaltungsziele Effizienz und Sicherheit, woraus als wesentliche Handlungsfelder Elektromobilität und Fahrerassistenz resultieren. Projekte zur Elektromobilität umfassen den gesamten Bereich von der Elektrifizierung des Antriebs über innovative Fahrzeugkonzepte bis hin zu Infrastruktur, Geschäftsmodellen und Felderprobung. Die Fahrerassistenz – vom assistierten Fahren bis hin zum autonomen Fahren – wird als Schlüsseltechnologie zur Erhöhung der Sicherheit und Kapazität angesehen; hier werden zukünftige Möglichkeiten der Car-to-X-Kommunikation (C2X) sowie des europäischen Satellitensystems „Galileo“ einbezogen.

Um diese Themen wissenschaftlich adressieren zu können, wurden in Kooperation mehrerer Professuren große Infrastrukturprojekte initiiert. Zur Erforschung zukünftiger Fahrerassistenzsysteme, Antriebs-, Fahrzeug- und Mobilitätskonzepte entsteht das „Automobiltestzentrum ATC Aldenhoven”. Gefördert durch die Raumfahrtagentur werden in diesem Umfeld auch die Galileo-Testgebiete für Kraftfahrzeuge und Schienenfahrzeuge aufgebaut, die europaweit einzigartig sind. Die physikalische Infrastruktur ermöglicht die flexible Darstellung relevanter Verkehrs- und Kreuzungssituationen mit bereits verfügbarer Galileo-basierter Ortung. Im derzeit errichteten „Center for mobile Propulsion (CMP)”, welches die vernetzte Erprobung innovativer Antriebskonzepte, vom hocheffizienten Verbrennungsmotor bis hin zum reinen Elektroantrieb ermöglicht, wird von mehreren Professuren unterschiedlicher Fakultäten an zukünftigen Antriebstechnologien und -topologien geforscht. Im Fokus der interdisziplinären Zusammenarbeit steht die Erforschung von Energiespeichern, Energieübertragern und Energiewandlern für mobile Antriebe. Erstmals werden damit für die beteiligten Wissenschaftler echtzeitvernetzte Labore unter einem Dach zur Verfügung gestellt. Die Einrichtung eines entsprechenden Graduiertenkollegs, welches im Kreis dieser Forscher beantragt wurde, hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft jüngst bewilligt.

Auch auf Basis öffentlicher Verkehrsträger gehören umfassende Initiativen für eine zukunftsweisende intermodale Mobilität in Aachen zu den Themen. Aufbauend auf dem zuvor vorgelegten innovativen Mobilitätskonzept für den Campus und alle Bereiche der RWTH werden umfassend alle Bausteine für eine innovative und nachhaltige Mobilität dargestellt. Hierzu gehört auch die zukunftsfähige Weiterentwicklung des Westbahnhofs als Mobilitätsdrehscheibe für Aachen und die RWTH, deren weitere Ausarbeitung und Umsetzung in den kommenden Jahren anstehen.

Mit dem Studiengang „Mobilität & Verkehr“ wurde aus der Mitte des genannten Forums beziehungsweise des neuen Profilbereichs ein interfakultativer ingenieurwissenschaftlicher Studiengang geschaffen. Er fußt auf

Engineering“

der Vermittlung von Grundlagen aus den Naturwissenschaften, dem Bauingenieurwesen, dem Maschinenwesen sowie der Elektrotechnik und ergänzt diese um wirtschaftswissenschaftliche Aspekte. Mit den so erworbenen Qualifikationen werden insbesondere die heute in Wirtschaft und Wissenschaft erforderlichen Querschnittsqualifikationen an den Schnittstellen Fahrzeug/Infrastruktur unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Mobilitätsbedürfnisse abgedeckt.

Auch der fachspezifische Dialog über die Grenzen der RWTH hinweg ist uns ein besonderes Anliegen. Zu diesem Zweck hat der Profilbereich „Mobility & Transport Engineering“ mit einer jährlich ausgerichteten Tagung bereits ein eigenes Schaufenster eingerichtet, um die aktuellen Arbeiten dort gebündelt in allen Facetten darzustellen. ACMoVe 2013 - „User-friendly Mobility-Trends, chalenges and Innovations“
www.acmove.rwth-aachen.de

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel ist Leiter des Instituts für Regelungstechnik und Sprecher des Profilbereichs „Mobility & Transport Engineering“.

Interdisziplinärer Studiengang
„Mobilität und Verkehr“

Die Komplexität einer zukunftsfähigen urbanen Mobilität und einer an die Bedürfnisse von Menschen, Technologien und Umweltschutz angepasste Verkehrs(mittel)planung erfordert eine interdisziplinäre Betrachtung. Der Studiengang „MoVe - Mobilität und Verkehr“ wurde konzipiert, um Verkehrsingenieure von morgen auf diese neuen Aufgaben vorzubereiten.

„MoVe - Mobilität und Verkehr” ist ein interdisziplinärer Studiengang. Er versteht sich als Einheit aus ingenieur- und naturwissenschaftlichen Komponenten. Maßgeblich beteiligt sind die Fakultäten Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftswissenschaften. Dazu sind an der Ausbildung weitere Fachgebiete beteiligt wie zum Beispiel Ökonomie, Geografie oder Kommunikationswissenschaften.

Der **Bachelor-Studiengang** wird seit dem Wintersemester 2010/2011 angeboten und vermittelt Grundlagen aus der Mathematik sowie den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Weiter liefert er vertiefende Einblicke in die Planung und den Bau von Straßen, Schienenwegen oder Flughäfen. Dazu werden Grundlagen des Fahrzeug-, Flugzeug- und Schienenfahrzeugbaus sowie der Organisation des öffentlichen Personennahverkehrs vermittelt. Betriebswirtschaft und Logistik ergänzen die Liste der Fächer.

MoVe wird seit dem Wintersemester 2011/2012 durch einen aufbauenden **Master-Studiengang** ergänzt. Wählbar sind unterschiedliche Schwerpunkte wie die Schnittstelle Fahrzeug/Infrastruktur (Kfz-Straße, Bahn, Luft), Fahrzeugtechnik oder Infrastruktur-, Bau- und Sicherungstechnik. Drei weitere Schwerpunkte befassen sich mit der Mobilität von Personen, Güterverkehr und Logistik sowie der Planung und Realisierung von Infrastrukturvorhaben. Ein breites Spektrum an Wahlfächern aus allen Fakultäten wie beispielsweise Umweltmedizin oder Technikkommunikation gehören ebenso zum Ausbildungsangebot.

RWTH-Preis
Wissenschaftsjournalismus 2013

Der Vermittlung von wissenschaftlichen Sachverhalten kommt eine immer größere Bedeutung zu. Der RWTH-Preis Wissenschaftsjournalismus würdigt in diesem Prozess herausragende Vermittlungsleistungen der Medien. Seit der ersten Vergabe im Jahr 1993 werden alle zwei Jahre besonders gelungene Beispiele der Darstellung von wissenschaftlichen Themen ausgezeichnet. Seit 2005 wird der Preis in den Kategorien Presse, Hörfunk und Fernsehen verliehen.

Zukünftig soll der Preis aufeinander folgend in den Kategorien Print, Hörfunk, Fernsehen und Online-Redaktion ausgeschrieben werden. 2011 wurde mit der Kategorie Print gestartet, 2013 folgt die Kategorie Hörfunk. Die Dotierung der Auszeichnung bleibt unverändert bei 3.000 Euro, gestaffelt nach:

1. Platz: 1.500 Euro
2. Platz: 1.000 Euro
3. Platz: 500 Euro

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Die Bewerbungsfrist umfasst jeweils die Vorlesungszeit des der Preisverleihung vorangehenden Wintersemesters.

Die Preisträger 2011

Kategorie Print
Dr. Max Rauner
für den Beitrag
„Total vernetzt“
in „ZEIT Wissen“

Dr. Christian Jung
für den Beitrag
„Ich baue auf die
Forschung“
in „Bild der
Wissenschaft“

Tanja Krämer
für den Beitrag
„Grün ist die
Hoffnung“
in „Bild der
Wissenschaft“

RWTH AACHEN UNIVERSITY

Weitere Informationen:
RWTH Aachen
Dezernat Hochschulkommunikation
Jens Lundszien
Templergraben 55
52062 Aachen
Telefon 0241/80-936 81
Telefax 0241/80-923 24
pressestelle@zhv.rwth-aachen.de
www.rwth-aachen.de

Christiane Katz, Paul Thomes

Elektromobilität trifft Geschichte

Die Zukunft ist elektromobil. Spätestens seit Bundeskanzlerin Angela Merkel das Ziel vorgegeben hat, dass bis 2020 eine Millionen Elektromobile bundesweit fahren sollen, ist diese Vorstellung Teil der öffentlichen Meinung. Was viele nicht wissen: Elektromobilität ist ein Zukunftsprodukt mit langer Geschichte. Und die aktuelle Botschaft, das Elektromobil sei das Fortbewegungsmittel der Zukunft, hat eine ebenso lange Tradition. Dies macht das Thema Elektromobilität auch für Historiker interessant.

Bereits 1881 stellte der Franzose Gustav Trouvé der Öffentlichkeit ein elektrisch betriebenes Dreirad vor. Dieses Ereignis, 15 Jahre vor der Anmeldung des Benz Patent-Motorwagens, kann als Beginn der Elektromobilität gesehen werden. Um die Wende zum 20. Jahrhundert fuhren in Chicago mehr Elektroautos als Benziner. Danach durchlebte das Konzept des Elektroautos zahlreiche Höhen und Tiefen. Gerade in Folge der Ölkrisen in den 1970er und 1980er Jahren erschienen alternative Antriebsformen attraktiv. Bereits 1969 prognostizierte die US-amerikanische Denkfabrik „Rand Corporation", dass bis zum Ende des 20. Jahrhunderts die umweltfreundlicheren Elektromobile die herkömmlichen Autos verdrängt haben würden. In den 1990er Jahren gab es zahlreiche Projekte in Frankreich, der Schweiz, den USA und auch Deutschland. Auf der Insel Rügen fand zwischen 1992 und 1995 einer der größten Tests mit elektrischen Autos statt. Hersteller wie BMW, Volkswagen und Opel beteiligten sich an dem Projekt mit 60 Fahrzeugen. Dennoch lag die Zahl der Elektroautos zur Jahrtausendwende bundesweit bei gerade einmal 2.000 Stück. Die aktuelle Zahl von rund 72.000 Elektro- und Hybridfahrzeugen lässt die Hoffnung auf eine elektromobile Zukunft wieder aufleben.

Die zahlreichen Renaissancen und die mit ihnen verknüpften Zukunftserwartungen bieten einen historischen Ansatz zum besseren Verständnis des Wesens von Elektromobilität geradezu an, während sich aus der Aktualität speisende Prognosen nur begrenzt aussagekräftig sind. Diese Aussage trifft natürlich auch generell auf die Bereiche Transport und Verkehr zu. Der systematische empirische Blick in die Vergangenheit kann durchaus helfen, die Aussagekraft und Treffsicherheit von Prognosen zu stärken. Auf diese Weise lassen sich relevante Einflussfaktoren identifizieren, konturieren und ihre Wirkung auf Mobilität deutlicher erkennen. So wurde beispielsweise die Frage der begrenzten Reichweite von Elektromobilen bereits vor einhundert Jahren thematisiert. Selbst Kostenargumente waren damals bereits aktuell.

Dazu lassen sich unzählige Fallbeispiele in unterschiedlichen Kontexten instrumentalisieren. So stand bereits vor dem Ersten Weltkrieg der Branddirektor der Stadt Aachen, Wilhelm Scholz, vor der Wahl, ein Elektromobil oder ein Auto mit Verbrennungsmotor anzuschaffen. Wie auch heutige Kunden konnte der Branddirektor zwischen verschiedenen Antriebsformen wählen. Die systematisch-kritische Analyse der Entscheidung von Scholz lässt Rückschlüsse auf die Motive und Wünsche von damaligen Kaufinteressenten zu. Für das Auto mit Verbrennungsmotor sprach, wie auch augenblicklich, der Kostenvorteil. Zudem war der Verbrennungsmotor für den Dauerbetrieb geeignet und somit für die städtische Feuerwehr von großem Vorteil. Die Vorzüge und Nachteile der Konzepte abwägend, entschied sich Scholz für ein Automobil mit Verbrennungsmotor.

Auch heute lassen sich viele Autofahrer, ganz wie der Aachener Branddirektor, vom Kauf eines Elektromobils durch die begrenzte Einsatzfähigkeit abschrecken. So bieten der elektrische Kleinstwagen Mitsubishi i-MiEV und vergleichbare Fahrzeuge eine maximale Reichweite von etwa 150 Kilometern. Die Begrenzung signalisiert eine verkürzte individuelle Mobilität, auch wenn in der Realität die volle Reichweite selten am Stück gefahren wird. So sind derzeit etwa ein Viertel der Autofahrten kürzer als drei Kilometer. Dennoch möchte der Kunde flexibel sein. Deshalb ist die Reichweite neben dem Argument, dass ein elektrischer Kleinwagen bis zu drei Mal teurer ist als ein vergleichbares Auto mit Verbrennungsmotor, ein wichtiger Beweggrund für die Entscheidung zwischen Benzin- und Elektroauto.

Heute wie damals stellt sich dem Kaufinteressenten die Frage, wie, in welchem Zeitraum und wo er sein Auto aufladen kann. Dies spielte bei der Aachener Feuerwehr aufgrund einer vorhandenen eigenen Infrastruktur keine Rolle. Interessanterweise existierten bereits Ende des 19. Jahrhunderts Ladestationen, wo sich innerhalb von siebzig Sekunden die Batterien eines Elektroautos austauschen ließen. Moderne Konzepte für Ladestationen wie das Austauschsystem Better Place – hier dauert der Austausch der Akkumulatoren zwei Minuten – sind der alten Technik kaum voraus, während das System selbst den Kunden augenfällige Vorteile bietet: Kurze Standzeiten und der Entfall des Kaufs von Batterien, da lediglich für die Nutzung zu zahlen ist.

Vor allem die Technologie hat sich offensichtlich innerhalb von mehr als 130 Jahren verändert. Moderne Lithium-Ionen-Batterien verfügen über eine höhere Energiedichte und ein geringeres Gewicht als die frühen Akkumulatoren. Doch die grundsätzlichen Argumente auch und gerade sozial-ökonomischer Art für und gegen das Elektroauto sind im Prinzip die Gleichen geblieben. Die Herausforderungen für die Elektromobilität sind also ebenso alt wie das Konzept selbst und werden wie in der Vergangenheit über die Zukunft der Elektromobilität entscheiden. So gesehen vermag der ganzheitliche Blick auf vergangene Lösungsstrategien speziell zur Analyse und Gestaltung der Zukunftsfähigkeit des Elektroautos beizutragen und allgemein die Prognosegenauigkeit von Zukunftsszenarien zu optimieren.

Autoren:
Christiane Katz M.A. ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehr- und Forschungsgebiet Wirtschafts-, Sozial- und Technologiegeschichte.
Univ.-Prof. Dr.phil. Paul Thomes betreut das Lehr- und Forschungsgebiet Wirtschafts-, Sozial- und Technologiegeschichte.

Katharina Franz, Martina Fromhold-Eisebith

Flugzeuge in der Nach

Auswirkungen auf Wirtschaft und

Bild 1: Projektteilnehmerinnen des Forschungsprojekts ATLA diskutieren über die klimatologischen Auswirkungen der untersuchten Flugroute.
Foto: Peter Winandy

Der Luftverkehr gilt als eine Form der Mobilität, die hohe Umweltbelastungen verursacht. Eine weiter gefasste, auf alle drei Säulen der Nachhaltigkeit bezogene Wirkungsanalyse hat neben ökologischen noch soziale und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Nur wenn alle Prozessfelder kombiniert werden, ist eine adäquate Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen von Flugzeugkonzepten möglich. Dies unterstützt die Entscheidungsfindung, da so Entwurfsparameter und Technologien für eine möglichst nachhaltige Gestaltung von Fertigung, Betrieb und Entsorgung von Flugzeugen identifiziert werden können. Außerdem kann die „ehrliche" Bestimmung aller Auswirkungen des Luftverkehrs zu einer adäquateren Preisgestaltung der Luftverkehrsnutzung beitragen, die Nachhaltigkeitsziele unterstützt und für künftige Generationen Ressourcen einspart.

Die Erarbeitung eines dynamischen Modells zur Bestimmung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen des Flugzeuglebenszyklus bedarf in hohem Maße einer interdisziplinären Forschungskooperation. So hat das im Rahmen einer Boost-Fund-Förderung finanzierte Forschungsprojekt „ATLA - Air Transport Vehicle Life Cycle Analysis" Wissenschaftler aus sechs Disziplinen zusammen geführt: Luft- und Raumfahrt, Werkzeugmaschinen, Konstruktionstechnik des Maschinenbaus, Flughafenwesen, Klimatologie sowie Wirtschaftsgeographie.

Die Forschungsarbeiten stützen sich auf vorliegende Ansätze des Life Cycle Assessment, kurz LCA, und Life Cycle Engineering, LCE, bereichern die Fachdiskussion jedoch um eine zielgerichtete Verbindung und Erweiterung

haltigkeitsbewertung
Umwelt

bekannter Kalkulationsmodelle. Zentraler Orientierungsrahmen ist die Idee des Lebenszyklus. Sie sorgt für eine ganzheitliche Betrachtungsperspektive – passend zum Nachhaltigkeitsbezug – und gestattet, dynamische Veränderungen zu integrieren. Dabei wird der Lebenszyklus des Flugzeugs bezogen auf vier aufeinander folgende Hauptphasen abgebildet: Entwurf und Entwicklung, Produktion und Fertigung, Betrieb sowie Verwertung und Entsorgung.

Zur ökonomischen Bewertung der vier Phasen werden Methoden der Lebenszykluskostenrechnung verwendet. Eine Herausforderung ist, dass in der Vorentwurfsphase viele der notwendigen Daten für eine detaillierte Kostenkalkulation nicht bekannt sind, wie zum Beispiel die notwendigen Arbeitsstunden oder die Kosten der einzelnen Prozessschritte in der Fertigung. Deshalb wurden Kostenfunktionen entwickelt, mit denen sich die Kosten in Abhängigkeit von bekannten Flugzeugparametern abschätzen lassen. Dieser Ansatz wird auch für die ökologische Bewertung verwendet, mit Ausnahme der Betriebsphase. Für diese Phase werden die Emissionen mithilfe eines am Institut für Luft- und Raumfahrtsysteme entwickelten Programms zur Modellierung der Flugmissionen bestimmt. Da die Betriebsphase mit einer Laufzeit von bis zu 30 Jahren im Vergleich zu den restlichen Lebenszyklusphasen die größten Umweltauswirkungen mit sich bringt, ist die detaillierte Modellierung hier besonders sinnvoll.

Eine weitere Aufgabe ist, die soziale Dimension der Nachhaltigkeit eines Flugzeugs zu bestimmen, denn auch dieser Faktor ist einer Berechnung und Integration in das Gesamtmodell zugänglich zu machen. Wie sind bei diesem eher mit qualitativen Merkmalen assoziierten Bereich Nutzen und Kosten adäquat zu quantifizieren und in monetären Größen abzubilden? Als hilfreich hat sich die Methode der sozialen beziehungsweise sozio-ökonomischen Lebenszyklusanalyse erwiesen. Sie greift die Ergebnisse der Projektpartner auf, reichert sie um weitere Daten aus Geschäftsberichten von Luftverkehrsakteuren an und aggregiert die Zahlen letztlich zu ausgewählten sozio-ökonomischen Kenndaten im Rahmen eines übergreifenden Modells der sozio-ökonomischen Lebenszyklusbewertung im Lufttransport. Schädliche Einflüsse des Luftverkehrs zum Beispiel auf die Gesundheit sind so über Gesundheitskosten quantifizierbar oder durch Fluglärm verursachte Abwanderungen über Migrationskosten. Dem stehen positive soziale Nutzenbestandteile wie qualifizierte Arbeitsplatzangebote bei Flughafen und Flugbetrieb gegenüber.

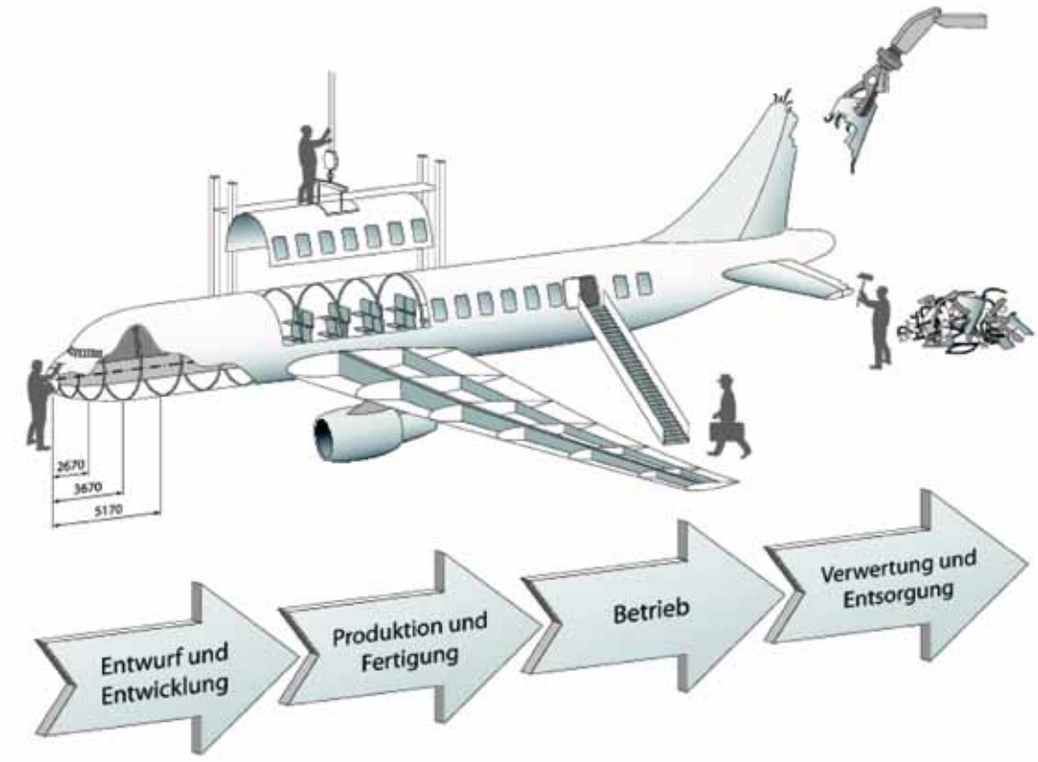


Bild 2: Die vier Lebenszyklusphasen eines Flugzeugs.

Entstanden ist ein umfassendes Gesamtmodell, welches die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Aspekte in allen vier Lebenszyklusphasen für einen Flugzeugentwurf quantifiziert und in monetäre Maße umsetzt. Mit diesem finalen Kostenwert, welcher neben den ökonomischen Aspekten auch die Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesellschaft widerspiegelt, lassen sich nun verschiedene Flugzeugkonzepte, neue Technologien oder Betriebsszenarien bewerten und vergleichen. Um umfassende Parameterstudien zu ermöglichen, wurde das ATLA-Modell in eine innerhalb des Projekts entwickelte Software-Plattform integriert. Diese ist modular aufgebaut und unterstützt somit die interdisziplinäre Arbeitsweise des Projekts.

Autoren:
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Katharina Franz ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Luft- und Raumfahrtsysteme. Univ.-Prof. Dr.phil. Martina Fromhold-Eisebith ist Inhaberin des Lehrstuhls für Wirtschaftsgeographie.

Dirk Abel

Pole-Position für die inte

Galileo ermöglicht die Erprobung ortungsbasierter Fahrerassistenz-

Globale Satellitennavigationssysteme (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) nehmen einen immer größeren Stellenwert im Bereich der Mobilität bei den einzelnen Verkehrsträgern ein. Dieser Entwicklung trägt die Europäische Union mit dem GNSS „Galileo“ Rechnung. Im Gegensatz zu aktuell verfügbaren Systemen wie GPS bietet es den Nutzern eine höhere Genauigkeit, eine gesetzlich garantierte Verfügbarkeit sowie Informationen zur Signalintegrität in Echtzeit. Somit wird die Anwendung von GNSS in sicherheitskritischen Anwendungen möglich, zu denen beispielsweise alle direkten Eingriffe in die Fahrzeugführung gehören.

Als europaweit einzigartige Infrastruktur wurden Galileo-Testgebiete für Anwendungen aller Verkehrsträger errichtet, in denen das Galileo-Signalumfeld durch so genannte „Pseudoliten“ (Pseudo-Satelliten) generiert wird. Dazu gehören auch die beiden Testzentren in Aldenhoven und Wildenrath bei Aachen. Lange vor der Betriebsbereitschaft der insgesamt rund 30 Galileo-Satelliten, laden diese Testgebiete zur Forschung und Entwicklung zukunftssicherer innovativer Produkte und Dienstleistungen auf der Basis von Galileo ein.

Satellitenbasierte Navigationssysteme

In Zukunft wird es eine Vielzahl von satellitenbasierten Navigationssystemen geben. Das amerikanische GPS und das russische GLONASS gehören zu den Systemen der ersten Generation und sind seit 1995 und 1993 in Betrieb. Das europäische System Galileo und das chinesische BeiDou befinden sich zurzeit im Aufbau, sie werden zur zweiten Generation von GNSS gehören. Außerdem planen Indien und Japan zwei Systeme, IRNSS und QZSS, die aber nur regional nutzbar sein werden.

Der Begriff GPS wird heute oft synonym verwendet für Satellitennavigationssysteme. Seitdem das Signal seit 2000 nich mehr künstlich verfälscht wird, haben die Anwendungen in vielen Bereichen einen starken Zuwachs erfahren. Neben dem ursprünglichen Anwendungsgebiet, der Navigation in Luft- und Schifffahrt, wird GPS heute in den Bereichen Automobil- und Fußgängernavigation, Landwirtschaft und Logistik sowie Tourismus, Sport und Freizeit eingesetzt. GPS und GLONASS, zukünftig auch BeiDou, sind militärische Systeme, die nur zweitrangig auch zivil nutzbar sind.

Die vollständige Inbetriebnahme des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo ist für 2016 bis 2018 geplant. Es wird Vorteile hinsichtlich Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Genauigkeit aufweisen. Der OS-Dienst (Open Service) wird dabei zivil frei nutzbar sein. Für Anwendungen mit hohen Ansprüchen an die Verfügbarkeit, wie sicherheitskritische oder kommerzielle Anwendungen, wird Galileo zum Beispiel im CS-Dienst (Commercial Service) Verfügbarkeit vertraglich garantieren, was solche Anwendungen erst möglich und wirtschaftlich planbar macht.

Die im Einfrequenzbetrieb für den Galileo OS spezifizierte Genauigkeit ist vergleichbar mit der von GPS. Die Galileo-Satellitenbahnen weisen eine Inklination auf, also einen Neigungswinkel zum Erdmagnetfeld, die für europäische Breitengrade eine günstigere Geometrie und damit eine leicht bessere Positionslösung zulässt. Für Anwendungen mit hohen Genauigkeitsanforderungen müssen entweder der Mehrfrequenzbetrieb oder Augmentierungssysteme wie der EGNOS Service genutzt werden, der regionale Korrekturdaten für die Satellitensignale von Galileo, GPS und GLONASS berechnet. Weitere Vorteile bezüglich Genauigkeit und Verfügbarkeit werden in Zukunft durch kombinierte Nutzung der verschiedenen GNSS möglich werden.

Für sicherheitsrelevante Anwendungen wird Galileo einen „Safety of Live"-Dienst (SoL) anbieten, der die Authentisierung der empfangenen Signale zulässt und Integritätsinformationen liefert. Dazu wird innerhalb von sechs Sekunden ein Alarm ausgelöst, wenn das Signal eine definierte Genauigkeit verlässt, so dass die Anwendung darauf angemessen reagieren kann.

Test- und Entwicklungsumgebungen

Mit diesen Vorteilen wird Galileo attraktiv für einen Einsatz in zukünftigen Fahrerassistenz- und Sicherungssystemen im Automobil- und Bahnbereich. Die RWTH möchte mit ihren beiden Galileo-Testzentren „automotiveGATE“ und „railGATE“ einen Beitrag zum Einsatz von Satellitennavigation in sicherheitsrelevanten Anwendungen auf Straße und Schiene liefern. Diese beiden Testgebiete wurden im Rahmen des Projektes „Galileo above“ (Anwendungssystem für bodengebundenen Verkehr) aufgebaut, das von der „Raumfahrtagentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)" mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie gefördert wird.

Um die Entwicklung von Anwendungen für Galileo schon vor der vollen Betriebsbereitschaft des Satellitennavigationssystems zu unterstützen, fördert das DLR

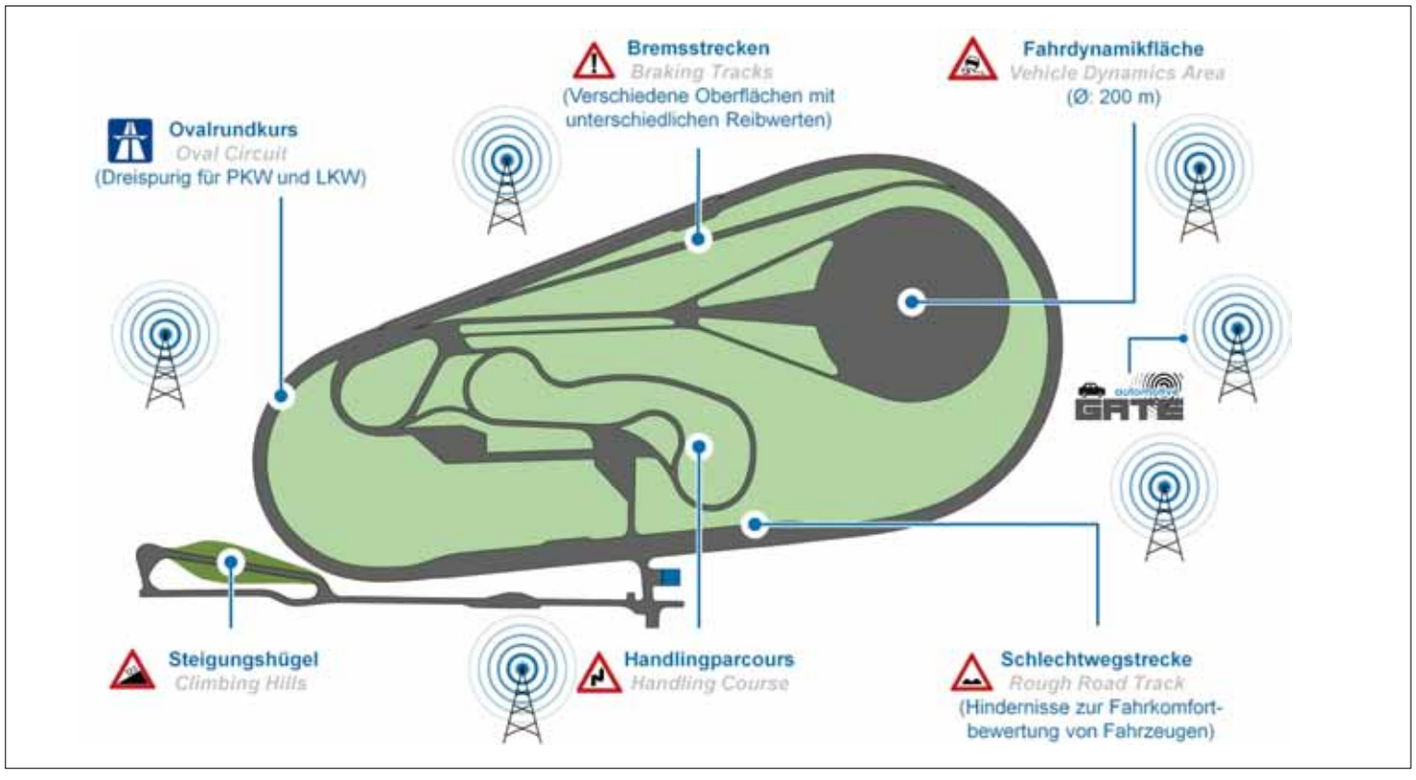
rdisziplinäre Forschung

und Fahrzeugsicherheitssysteme

in Deutschland die Errichtung von verschiedenen „Galileo Test- und Entwicklungsumgebungen" kurz GATEs. In diesen Testgebieten werden Galileo-Signale von terrestrischen Sendern, den so genannten Pseudoliten, ausgestrahlt, sodass sich ein Nutzer schon vor Verfügbarkeit der Galileo-Satellitensignale in diesen Bereichen orten kann. Die verschiedenen GATEs decken dabei die Verkehrsträger Wasser, Luft, Schiene und Straße ab.

Als erstes wurde das GATE in Berchtesgaden errichtet, in dem im Virtual Satellite Mode die zukünftigen Satellitensignale vollständig simuliert werden, sodass dort Empfänger- und Anwendungsentwickler ihre Hard- und Software frühzeitig testen

Bild 1: Die roten Markierungen zeigen die Standorte der Pseudoliten des automotiveGATE im ersten Bauabschnitt des ATC.
Foto: FEV/IRT



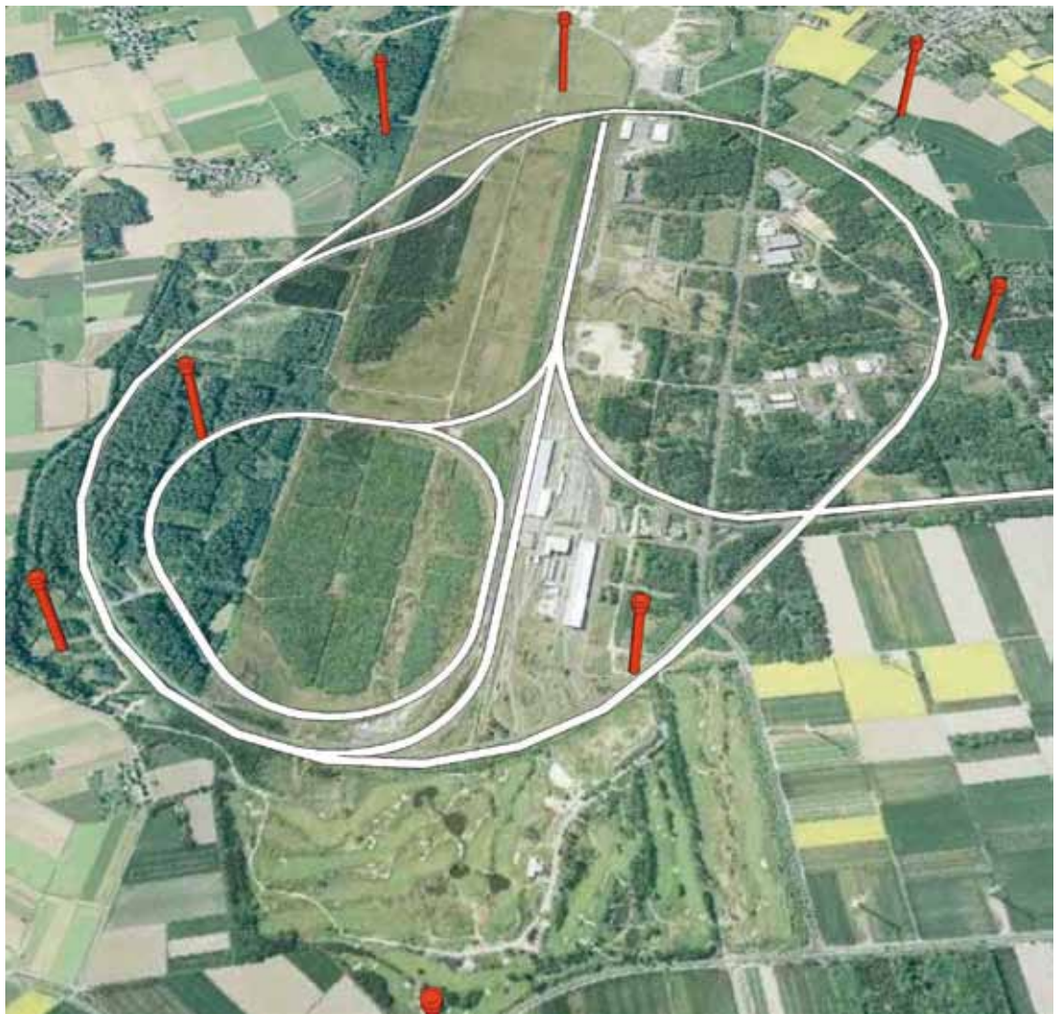


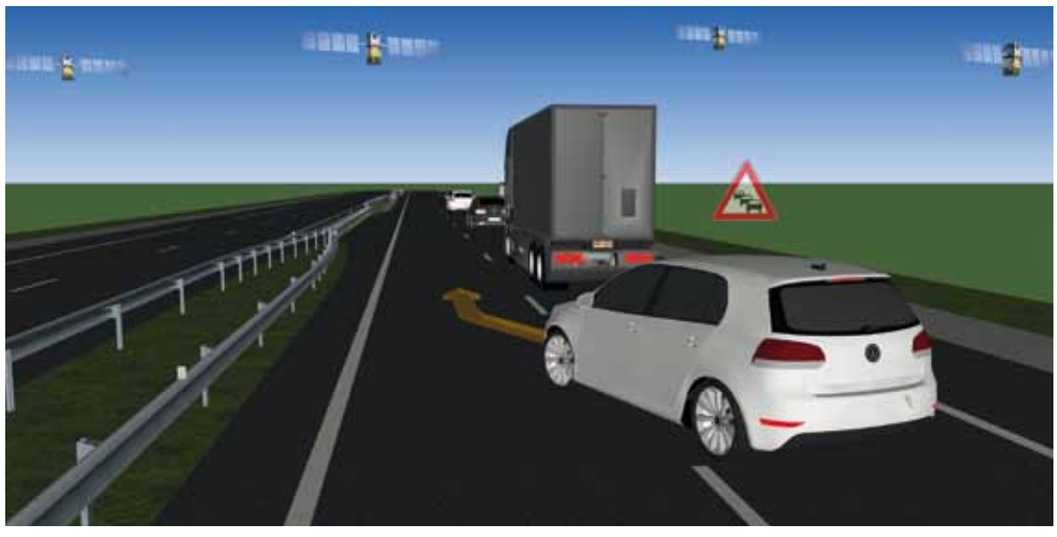
Bild 2: Die Pseudoliten-Standorte im railGATE.
Foto: IRT / Tim online

Bild 3: Kollisionsvermeidung während eines Überholvorgangs.

Bild 4: Ein Erprobungsträger des Instituts für Schienenfahrzeuge und Fördertechnik.
Foto: Peter Winandy

und in Betrieb nehmen können. Das SeaGATE in Rostock dient als Umgebung für Schifffahrt- und Hinterlandverkehrsanwendungen aller Art. Hier liefert das System für den Anlegeassistenten der Fähre „Mecklenburg-Vorpommern" Positionsinformationen mit einer Genauigkeit von weniger als einem halben Meter. Mit dem aviationGATE im Forschungsflughafen Braunschweig soll vor allem der Einsatz von Galileo-Pseudoliten in den sicherheitskritischen Start- und Landephasen untersucht werden. Die beiden Testgebiete für bodengebundenen Verkehr, automotiveGATE und railGATE, in denen die Fahrzeugführung mit Galileo auf Straße und Schiene erforscht werden soll, wurden von der RWTH aufgebaut und sollen nun näher vorgestellt werden.

automotiveGATE in Aldenhoven
automotiveGATE nutzt ein Automobil-Testzentrum der RWTH, dessen erster Bauabschnitt 2010 fertig gestellt wurde. Im „Aldenhoven Testing Center" (ATC) befindet sich eine kreisförmige Fahrdynamikfläche von über 200 m Durchmesser mit Beschleunigungs- und Rückholspur. Auf dieser Dynamikfläche können beliebige Verkehrssituationen dargestellt werden. Im Jahr 2013 wird das ATC in einem zweiten Bauabschnitt um eine ovale Umfahrung mit Steilkurven, einen Handling-Kurs, eine Schlechtwegestrecke und einen Steigungshügel erweitert. Zudem steht ein angrenzender abgeschlossener Autobahnabschnitt, der sonst für Filmaufnahmen genutzt wird, für Tests zur Verfügung.
Für das automotiveGATE wurden um das Testzentrum auf sechs bis zu 60 m hohen Masten Pseudoliten montiert, die Galileo-Signale in das Testgebiet ausstrahlen. Mit ihnen können sich dort mehrere Fahrzeuge gleichzeitig orten. Für die sechs Standorte musste nur ein Mast neu errichtet werden, da Hochspannungsmasten und ein Schornstein mit genutzt werden können. An einer zentralen Master Control Station können das gesamte System gesteuert und beliebige Szenarien wiederholbar eingestellt werden. Die Systemperformance und Integrität wird laufend durch eine Referenzstation überwacht, die den Nutzern auch Augmentierungsdaten für eine differentielle Ortung zur Verfügung stellt.



railGATE in Wildenrath
railGATE wird auf dem Gelände des Siemens Prüf- und Validationcenter Wegberg-Wildenrath (PCW) errichtet. Im PCW, das viele europäische Hersteller nutzen, können sowohl Fahrzeuge als auch Infrastruktursysteme auf einem Gleisnetz von 28 Kilometern Länge getestet werden. Das Testcenter ermöglicht eine Vielzahl von Prüfungen für Fahrzeuge von Straßenbahn- bis Fernverkehr unter realistischen Bedingungen und unabhängig vom Verkehr auf regulären Strecken und damit auch ideale Testbedingungen für die Forschung.

Für das railGATE werden in Wegberg acht Pseudoliten-Masten genutzt. Das Gleisnetz des PCW und die Positionen der Pseudoliten sind in Bild 2 darge-

stellt. Hier mussten sechs Masten neu errichtet werden, die eine gute Abdeckung des teilweise bewaldeten Gebietes sicherstellen. Im railGATE wird sich ein Nutzer dann – wie auch im automotiveGATE – mit einer Genauigkeit von bis zu 80 cm orten können.

Galileo-basierte Fahrzeugführung

Satellitenbasierte Ortung kommt heute im Automobil- und Bahnbereich lediglich für Komfort- und Assistenzfunktionen zum Einsatz. Wenn es gelingt, Satellitennavigation auch in sicherheitsrelevante Funktionen zu integrieren, werden neue Fahrerassistenz- und Sicherungssysteme möglich, die Autofahrer durch aktive Unfallvermeidung in kritischen Situationen entlasten und die Sicherheit im Straßenverkehr weiter erhöhen. Im Bahnbereich könnte durch Satellitennavigation die streckenseitige Infrastruktur reduziert, sowie die Netzauslastung erhöht und damit Kosten gesenkt werden.

Die RWTH Aachen untersucht mit Initialprojekten die Machbarkeiten solcher Anwendungen. Diese Projekte sollen außerdem zur technischen Validierung der Galileo-Infrastruktur dienen. Die verschiedenen Initialprojekte werden zum einen vom Land Nordrhein-Westfalen im Rahmen des IKT-Programms und zum anderen vom DLR gefördert. Sie sollen im Folgenden an ausgewählten Beispielen vorgestellt werden.

Automotive-Anwendungen

Die Entwicklung eines Galileo-basierten Kollisionsvermeidungs-Assistenten (Collision Avoidance System, CAS) bildet den Forschungsschwerpunkt eines der Initialprojekte. Auf Basis einer zuverlässigen und präzisen Umfelderkennung soll das CAS-System sowohl bewegten als auch unbewegten Fahrzeugen in gleicher und entgegengesetzter Fahrtrichtung eine Kollisionswahrscheinlichkeit zuordnen und im Fall einer drohenden Kollision im letztmöglichen Zeitpunkt durch eine Notbremsung oder ein Ausweichmanöver intervenieren, wenn der Fahrer dazu nicht mehr in der Lage ist. Ein Stauende, ein plötzlich einscherendes Fahrzeug oder ein Überholvorgang mit Gegenverkehr sind beispielsweise Szenarien, in denen dieses Fahrerassistenzsystem zum Einsatz käme. Motiviert ist diese Projektidee durch Unfallstatistiken des Statistischen Bundesamts, die belegen, dass mehr als 50 Prozent aller Unfälle mit Verletzten und Getöteten im Straßenverkehr aus Zusammenstößen zwischen Fahrzeugen resultieren.

In Hinblick auf die Zuverlässigkeit ist ein derartig aktives Sicherheitssystem unter der ausschließlichen Verwendung serienahner Sensorik nur schwer realisierbar, da diese in ihrem Erfassungsbereich stark eingeschränkt ist. Eine für diese Funktion hinreichende Erkennung des Umfelds soll durch die Fusion von Galileo-basierter Ortung in Verbindung mit digitalen Karten und einer Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation erreicht werden. Auf diese Weise können auch unbewegte oder verdeckte Fahrzeuge, die über einen entsprechenden Ausrüstungsgrad verfügen, erkannt werden. Dies ist beispielsweise unter der ausschließlichen Verwendung eines Radar-Sensors nicht zuverlässig oder gar nicht möglich. Digitale Karten ermöglichen zudem, dass der weitere Straßenverlauf und dessen geometrische Parameter, wie zum Beispiel Kurvenradien, die Anzahl der Fahrspuren oder die Fahrtrichtung, in die Planung eventueller Ausweichbahnen einbezogen werden.

Bahn-Anwendungen

Ziel des vom DLR geförderten Bahn-Initialprojekts ist die Realisierung der „satellitengestützten Zielbremsung“. Im Kontext der Entwicklung eines automatischen Rangierassistenzsystems kommt dem zielgenauen Bremsen eines Schienenfahrzeugs eine wichtige Bedeutung zu. Derzeit wird ein Großteil der Zugbildungsvorgänge im Güterverkehr in wenigen hochautomatisierten Rangierbahnhöfen abgewickelt. Beim Transport kleiner Gütermengen im Einzelwagenverkehr schränken jedoch lange Aufenthaltszeiten in Rangierbahnhöfen die Attraktivität dieses Transportmodus im Vergleich zur Straße ein.

Die Zugbildung in kleinen, dezentralen Rangieranlagen kann jedoch insbesondere dann Vorteile bieten, wenn eine Teilautomatisierung den Personalbedarf verringert und die Sicherheit der Systeme gleichzeitig erhöht. Bereits in der Vergangenheit sind zur Verbesserung betrieblicher Abläufe integrierte Telematiksysteme auf Schienenfahrzeugen im industriellen Bereich zum Einsatz gekommen. Diese Systeme benutzen neben einem GNSS-Positionssensor und weiterer Sensorik auch digitale Karten. Diese Sensoren können auch als zentrale, fahrzeugseitige Komponenten einer automatisierten Rangierlokomotive fungieren.

Autor:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel leitet das Institut für Regelungstechnik.

www.automotivegate.de
www.railgate.de

Dirk Abel, Lutz Eckstein,
Maciej Mikolaj Foltanski, Stefan Pischinger

Das Automobil-Test

Analyse von Sicherheit, Effizienz und weiteren

In Aldenhoven bei Aachen entsteht ein in Europa einzigartiges Testzentrum, das eine wesentliche Grundlage für die Erforschung, Entwicklung und Absicherung innovativer Fahrzeugsysteme und -komponenten darstellt. Das Aldenhoven Testing Center ist ein gemeinsames Projekt der RWTH Aachen und des Kreises Düren, welches durch das Land Nordrhein-Westfalen und die EU gefördert wird, um ein branchen- und konzernunabhängiges Testzentrum insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen in NRW zu schaffen. Durch das gemeinsame Engagement des Instituts für Kraftfahrzeuge, des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen und des Instituts für Regelungstechnik sowie des Kreises Düren vertreten durch die ACI GmbH, wurde bereits 2009 der erste Bauabschnitt fertiggestellt. Sowohl die Unabhängigkeit als auch die Möglichkeit simulierte Galileo-Signale zu nutzen, machen das Testgelände nicht nur für die zahlreichen Automobilzulieferer in NRW attraktiv, sondern auch für Unternehmen aus anderen Branchen wie der Kommunikationstechnik oder dem Verkehrsmanagement.

Forschung und Entwicklung stärken die Region

Die hohen Errichtungs- und Betriebskosten von Testgeländen sowie die europaweit mangelnde Verfügbarkeit und die dadurch hohen Nutzungsgebühren erschweren kleinen und mittelständischen Unternehmen die Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Hieraus erwächst der Bedarf an einer geeigneten Testumgebung, welche die Wettbewerbsfähigkeit sicherstellt und den Ausbau des vorhandenen und den Aufbau neuen Knowhows beispielsweise für Galileo-Anwendungen ermöglicht.

Um den Strukturwandel der Region zu begünstigen und den Innovationsstandort Aachen zu stärken, wurde 2010 durch das Land Nordrhein-Westfalen beschlossen, das Infrastrukturprojekt mit Landes- und EU-Haushaltsmitteln in Höhe von rund 10 Millionen Euro zu fördern. Aufgrund dessen wird eine Nutzung auch durch andere Industrie- und Forschungszweige über die Kraftfahrzeugtechnik hinaus angestrebt

Das Gelände des Industrieparks Emil Mayrisch ist ideal: Auf dieser letzten Steinkohlengrube im Aachener Revier wurde bis Dezember 1992 gefördert. Die Tagesschächte wurden eingestellt und verfüllt, in den folgenden Jahren nahezu alle Übertageeinrichtungen abgerissen und die Schächte gesichert. Zurück blieb ein über 40 ha großes Areal, dem eine nachhaltige Folgenutzung zuzuweisen war. Die gute Verkehrsanbindung und die großen Freiflächen ermöglichen nicht nur den Bau von Streckenelementen wie Fahrdynamikfläche, Oval, Handlingkurs, Steigungshügel, Schlechtweg- und Bremsstrecken, sondern bieten auch genügend Raum für mögliche Erweiterungen des Erprobungsportfolios oder die Ansiedlung weiterer Unternehmen.

Im Rahmen der Projektvorbereitung wurde die Streckenplanung mit in der Region ansässigen Unternehmen diskutiert, wodurch die Anforderungen der unterschiedlichen Entwicklungsdomänen an die örtlichen Gegebenheiten sowie die Nutzungsprofile innerhalb einer daraufhin angepassten Planung berücksichtigt werden konnten. Zusätzlich zu den klassischen Infrastrukturelementen eines konventionellen Automobilprüf-

center in Aldenhoven

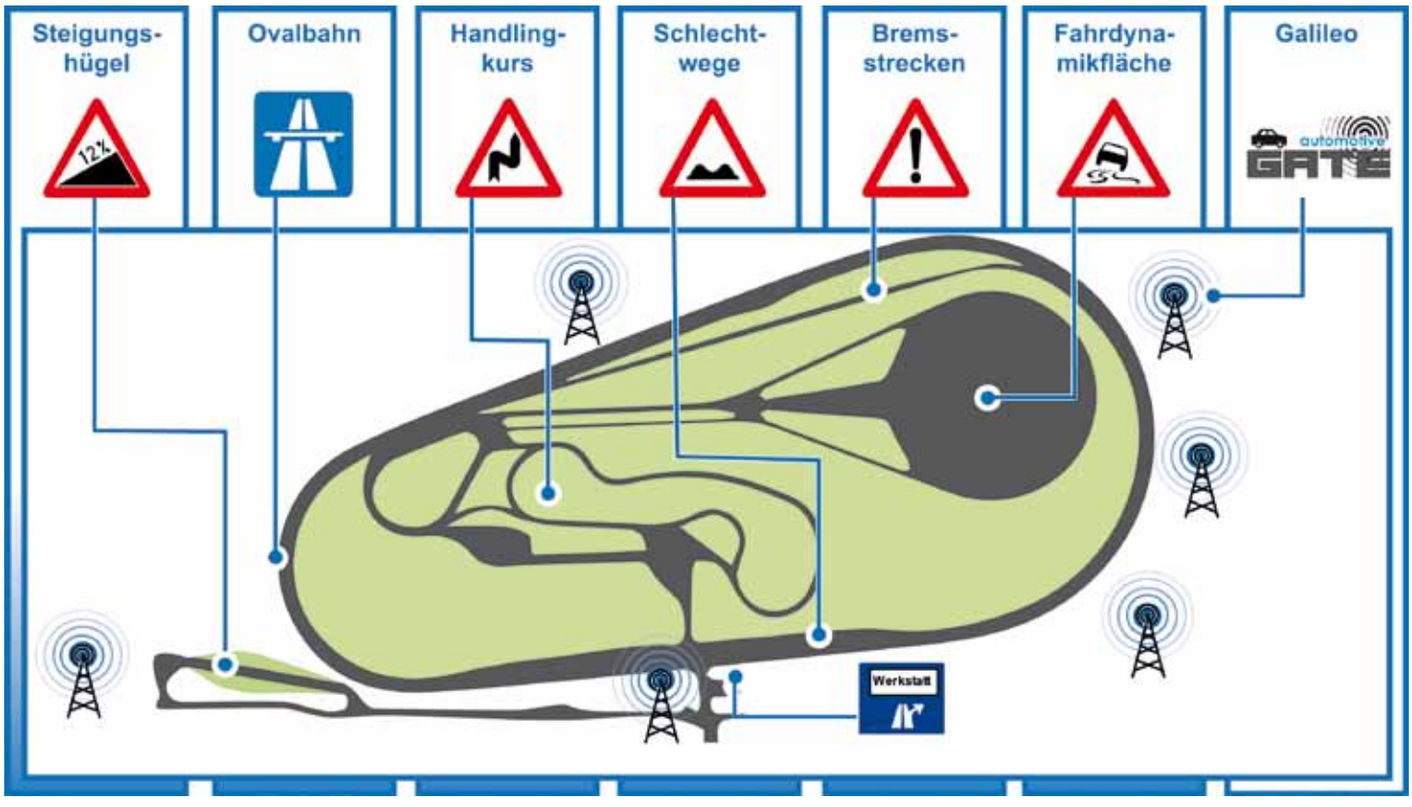
Fahrzeugeigenschaften

geländes wird die Attraktivität des Testzentrums durch die Angliederung des weltweit einzigen „automotiveGATE“ gesteigert, welches die Simulation der Galileo Satellitensignale beinhaltet. Damit wird die Entwicklung und Erprobung von Anwendungen, Systemen und Komponenten ermöglicht, bevor eine hinreichende Zahl von Galileo Satelliten im Orbit kreisen.

Bild 2 zeigt eine Übersicht des Prüfgeländes nach Fertigstellung in 2013 sowie die Anordnung der Galileo-Pseudoliten. Im ersten Bauabschnitt wurde bereits die große Fahrdynamikfläche mit mehr als 200 Metern Durchmesser einschließlich eines 400 Meter langen Beschleunigungsstreifens und eine Rückfahrstrecke fertiggestellt. Im zweiten Bauabschnitt wird das bestehende Testgelände durch ein Oval, Schlechtwegstrecken, eine bewässerte Bremsstrecke, einem Handlingkurs sowie einem Steigungshügel ergänzt.

Bild 1: Luftbild der aktuellen Ausbaustufe des Testgeländes. Foto:

Bild 2: Übersicht des Prüfgeländes nach Fertigstellung in 2013.



Aktuelle Anwendungsgebiete und Forschungsprojekte
Eines der ersten Forschungsprojekte, die das Institut für Kraftfahrzeuge gemeinsam mit dem Institut für Regelungstechnik in Aldenhoven erforscht, ist die Entwicklung eines Systems zur Vermeidung von Kollisionen: „CAS – Collision Avoidance System“ soll mögliche Kollisionen mit anderen Fahrzeugen rechtzeitig erkennen und autonom durch Bremsen und Lenken eingreifen, wenn der Fahrer nicht angemessen reagiert. Häufig unterliegen Fahrerassistenzsysteme gewissen Einschränkungen. Die verwendeten Sensoren und die verschiedenen Einsatz- und Umgebungsbedingungen, die berücksichtigt werden müssen, begrenzen die Realisierbarkeit und Robustheit der Systeme. In CAS wird nun erforscht, wie man dieses Potenzial besser ausschöpfen kann, indem man beispielsweise Satellitensysteme in Kombination mit digitalen Karten und Fahrzeug-zu-Fahrzeug-beziehungsweise Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation ergänzt. Diese zusätzlichen Informationen ermöglichen es, den Erfassungsbereich der Sensorik deutlich auszuweiten. Das Initialprojekt CAS umfasst die Arbeitspakete Fahrzustandsschätzung, Manöverkoordination, Planung von Ausweichtrajektoren, Reglerentwicklung, Systemmodellierung und -identifikation sowie Entwicklung und Erprobung mittels Hardware-in-the-Loop. Alle Arbeitspakete werden durch Fahrversuche unterstützt. Verschiedene Fahrsituationen wie beispielsweise eine Kolonnenfahrt, die Wirkung von Assistenzsystemen wie Abstandsregelung, Kurvenerkennung und -warnung, oder auch die Untersuchung von Kollisions- und Kreuzungssituationen lassen sich auf dem Testgelände sicher, reproduzierbar und ohne Behinderung oder gar Gefährdung des realen Straßenverkehrs untersuchen.

Bild 3: Adaptive Cruise Control in der Erprobung mit einem „Balloon Car“.
Foto: Peter Winandy

Bild 4: Spatenstich zum zweiten Bauabschnitt des Aldenhoven Testing Centers.
Foto: Peter Winandy

MICHIGAN
BBB 8888

MAX BÖGL
1033

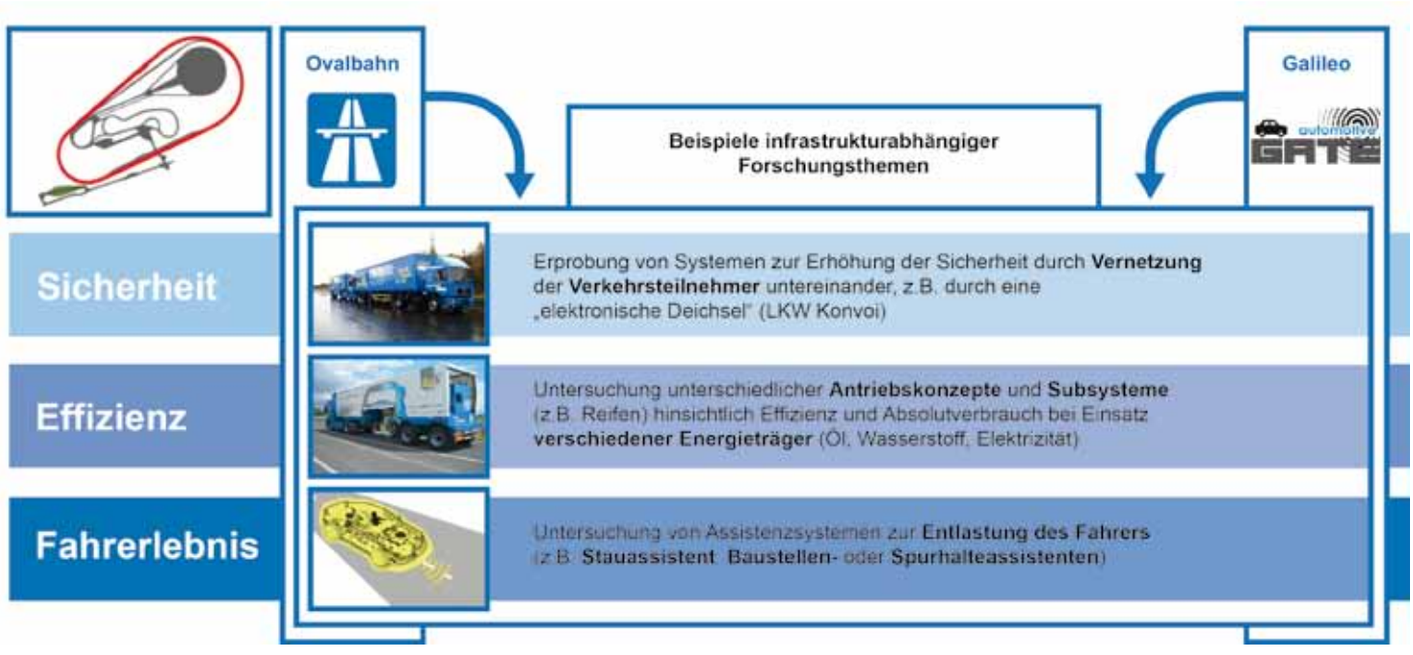


Bild 5: Streckenelement für Dauerläufe und die Abstimmung von Systemen innerhalb unterschiedlicher Geschwindigkeitsbereiche.

Neben der Entwicklung zukünftiger Fahrerassistenzsysteme dient das Testgelände als Plattform für die Entwicklung neuer Fahrwerks- und Antriebskonzepte, um insbesondere die Themen Energieeffizienz und Elektromobilität aufzugreifen und beispielsweise die begrenzte Reichweite von Elektrofahrzeugen zu erweitern, da nur funktionierende alternative Antriebskonzepte sich auf dem Markt durchsetzen werden. Aktuelle Forschungsvorhaben befassen sich zusätzlich mit hybriden Antriebskonzepten und Brennstoffzellensystemen. Dazu gehören auch Themenstellungen rund um den Verbrennungsmotor, wie die Verminderung des Schadstoffausstoßes, der Lärmemissionen und Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, die federführend durch den Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen bearbeitet werden.

Auch die Forschungsaktivitäten im Rahmen der Entwicklung von Elektrofahrzeugen erfordern einen großen Erprobungsaufwand. Die neu zu entwickelnden Antriebskonzepte stellen hohe Anforderungen an die Konstruktion, die Auslegung und die Absicherung von Fahrzeugen. Neue Antriebssysteme – Regelkonzepte, Be- und Entladung von Batterien, Dauerläufe, Rekuperation – und die hieraus resultierenden Anforderungen an die Fahrwerke müssen intensiv erforscht und erprobt werden, bevor die neuen Fahrzeugkonzepte flächendeckend in den Markt eingeführt werden können. So dient die Ovalbahn insbesondere für Dauerläufe und die Abstimmung von Systemen innerhalb unterschiedlicher Geschwindigkeitsbereiche, siehe Bild 5.

Entwicklungsmöglichkeiten

Kernziel ist, kleine und mittelständische Unternehmen bei gleichzeitiger Stärkung der Region zu fördern, um langfristig einen nachhaltigen und ganzheitlichen Wertschöpfungsgedanken zu verfolgen. Dieses Ziel wird mit einem zukünftigen Ausbau zu einem Kommunikationstestzentrum (C2X = Car-to-X) für alle Fahrzeugsysteme erreicht. Dazu soll die Infrastruktur des „automotiveGATE" um weltweit relevante Kommunikationstechnologien ergänzt werden, sodass auf Knopfdruck zum Beispiel auf die landestypischen Frequenzen der USA, Japan oder Europa umgeschaltet werden können. Damit lassen sich Fahrzeugsysteme für alle Märkte dieser Welt testen und absichern. C2X umfasst dabei nicht nur die Satellitennavigation sondern auch die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und zu jeglicher Art von Infrastruktur wie Mobilfunknetze, Lichtsignalanlagen und Mauterfassung.

Der Aufbau und die Bereitstellung der notwendigen Testinfrastruktur erfolgen unter spezieller Berücksichtigung von kleinen und mittelständischen Unternehmen – beispielsweise Kfz-Zulieferer, Elektronik, Informatik, Mobilitätsdienstleister, Kommunikation – und sind damit von Interesse für weitere Branchen wie die Kommunikations- und Informationstechnologie.

Die Anforderungen an die zukünftigen Fahrzeugkonzepte im Bereich des Individual- und des öffentlichen Verkehrs werden erheblich steigen und auch einen erheblichen Erprobungsaufwand mit sich ziehen. Diese vollkommen neuen Fahrzeugkonzepte bieten aber auch neuen Indus-trien und Branchen die Möglichkeit, Produkte und Systeme zu entwickeln, die für die künftigen Mobilitätskonzepte benötigt werden. Als Beispiele sind
Unternehmen zu nennen, die sich mit Batterietechnologien, elektrischen Antrieben, aber auch mit neuen Strukturen des Leichtbaus beschäftigen. Um die Chancen wegweisender Fahrzeugkonzepte für zukünftige Industriezweige aufzuzeigen, bietet sich das Thema Fahrzeugklimatisierung an. Fahrzeuge, die nicht mit einem Verbrennungsmotor betrieben werden, müssen über Systeme verfügen, die die Fahrzeugklimatisierung übernehmen. Insbesondere das Aufwärmen im Winter und das Abkühlen des Fahrgastraumes im Sommer – ohne dabei die Reichweite signifikant zu reduzieren – stellen besondere Herausforderungen dar. Hierbei sind die Kompetenzen von Unternehmen gefordert, die sich aktuell mit Stationärsystemen wie Gebäuden und Infrastrukturen beschäftigen. Diese Kompetenzen müssen in mobile Anwendungen transferiert, aber die geänderten Anforderungen berücksichtigt werden. Neben der Komponentenentwicklung sind die Systeme dann im Gesamtfahrzeugumfeld zu entwickeln und erproben. Das Aldenhoven Testing Center stellt hierzu eine ideale Infrastruktur zur Verfügung.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel ist Inhaber des Lehrstuhls und Leiter des Instituts für Regelungstechnik.
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein ist Inhaber des Lehrstuhls und Leiter des Instituts für Kraftfahrzeuge.
Dipl.-Ing. Maciej Mikolaj Foltanski ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kraftfahrzeuge.
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger ist Inhaber des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen und Leiter des Instituts für Thermodynamik.

Kraftstoffverbrauch (in l/100km nach VO (EG) 715/2007): 8,3 (innerorts), 5,6 (außerorts), 6,6 (kombiniert). CO_2-Emissionen: 154 g/km (kombiniert).

[1]Quelle: euroncap.com; 11/2012. [2] UPE der Ford-Werke GmbH zzgl. Überführungskosten, gilt für einen Ford Kuga Trend „2x4" (MJ 2013), 1,6 l EcoBoost-Benzinmotor, 110 kW (150 PS). Gültig bei verbindlichen Kaufverträgen und Zulassung auf den privaten Endkunden (außer Werkangehörigen). Details bei allen teilnehmenden Ford Partnern.

Dieter Seebach, Stefan Pischinger

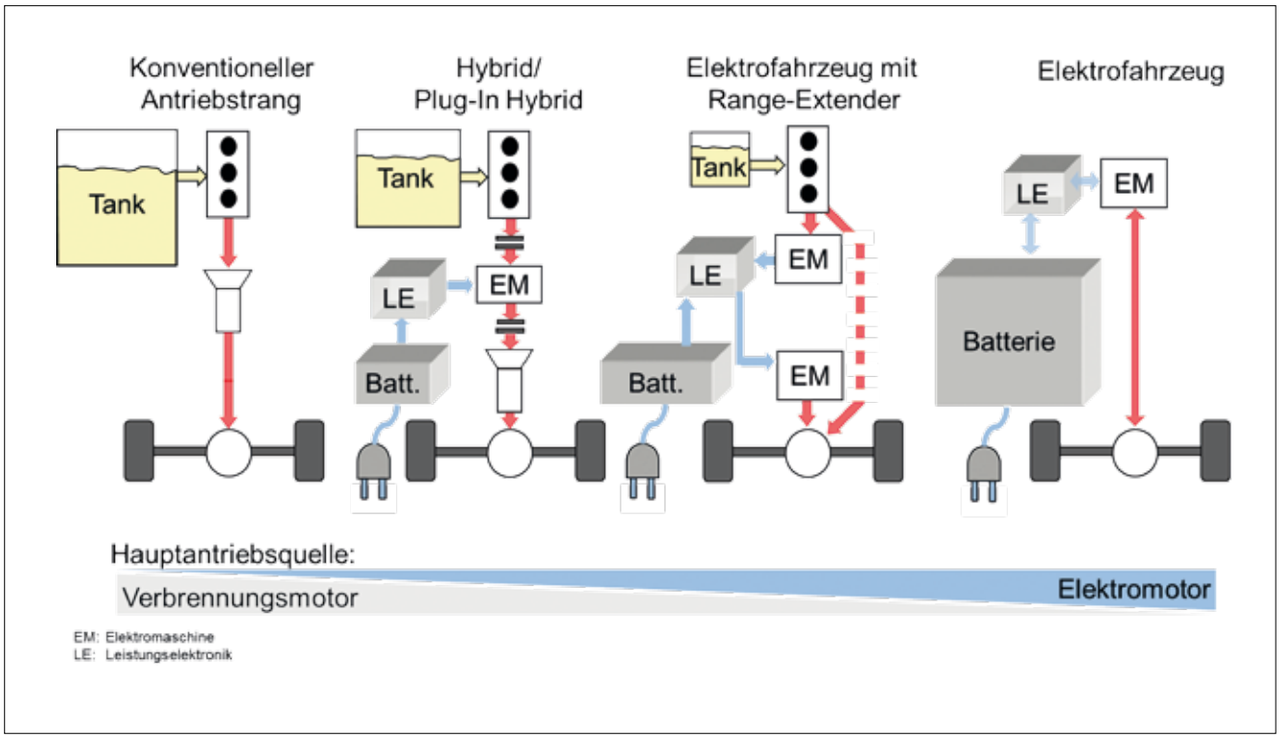
Antriebskonzepte der

Im Center for Mobile Propulsion werden neue Generationen

Mit dem Center for Mobile Propulsion (CMP) erhält die RWTH einen weiteren hochkarätigen Forschungsneubau. Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf der Elektrifizierung von mobilen Antriebssträngen. Ein auf dieses Konzept ausgerichtetes Graduiertenkolleg wurde im Dezember von der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG) bewilligt und ermöglicht Promovenden das Arbeiten in einer idealen Infrastruktur.

Die weltweit anstehenden Veränderungen in der Energiegewinnung und -verteilung werden sich auch auf den mobilen Sektor maßgeblich auswirken. Innerhalb der bestehenden überregionalen Infrastrukturen für die Energieverteilung wird sich eine Verschiebung zugunsten der Stromversorgung ergeben. Dies folgt aus der Verknappung sowie dem Preisanstieg von Rohöl und Erdgas bei zugleich zunehmender Stromgewinnung aus Wind- und Sonnenenergie. Neuere technische Entwicklungen auf dem Gebiet der mobilen Antriebe, insbesondere bei der Hybrid-und Batterietechnologie, entsprechen diesem Trend einer stärkeren Elektrifizierung und binden die Antriebstechnik in die Gesamtentwicklung der Energieversorgung ein. In Verbindung mit der notwendigen CO_2-Emissionsverringerung führt dies zu einem großen interdisziplinären Forschungsbedarf bei der Entwicklung neuer Generationen von Antrieben.

Wie Bild 1 zeigt, besteht der konventionelle Antriebsstrang aus Verbrennungsmotor, Getriebe, Differential und den Rädern, die schließlich die Antriebskraft auf die Straße bringen. Dieser Antriebsstrang wird zukünftig durch E-Maschine, Batterie und Leistungselektronik elektrifiziert, um beispielsweise durch Rückgewinnung der Bremsenergie höhere Wirkungsgrade zu erzielen und damit Ressourcen und Umwelt zu schonen. Im E-Fahrzeug wird mitunter sogar ganz auf einen Verbrennungsmotor und flüssigen Kraftstoff verzichtet. Dabei besitzt dieser eine hohe Energiedichte, die im Gegensatz zum aktuellen Stand der Batterietechnik deutlich höhere Reichweiten ermöglicht und an der Tankstelle in wenigen Minuten nachgefüllt werden kann. Diese Betrachtung zeigt die wichtigsten Vor- und Nachteile der Elektrifizierung und lässt gleichzeitig eine starke Diversifizierung der Antriebsstrangstrukturen, wie in Bild 1 dargestellt, erwarten.



Zukunft

mobiler Antriebskonzepte entwickelt

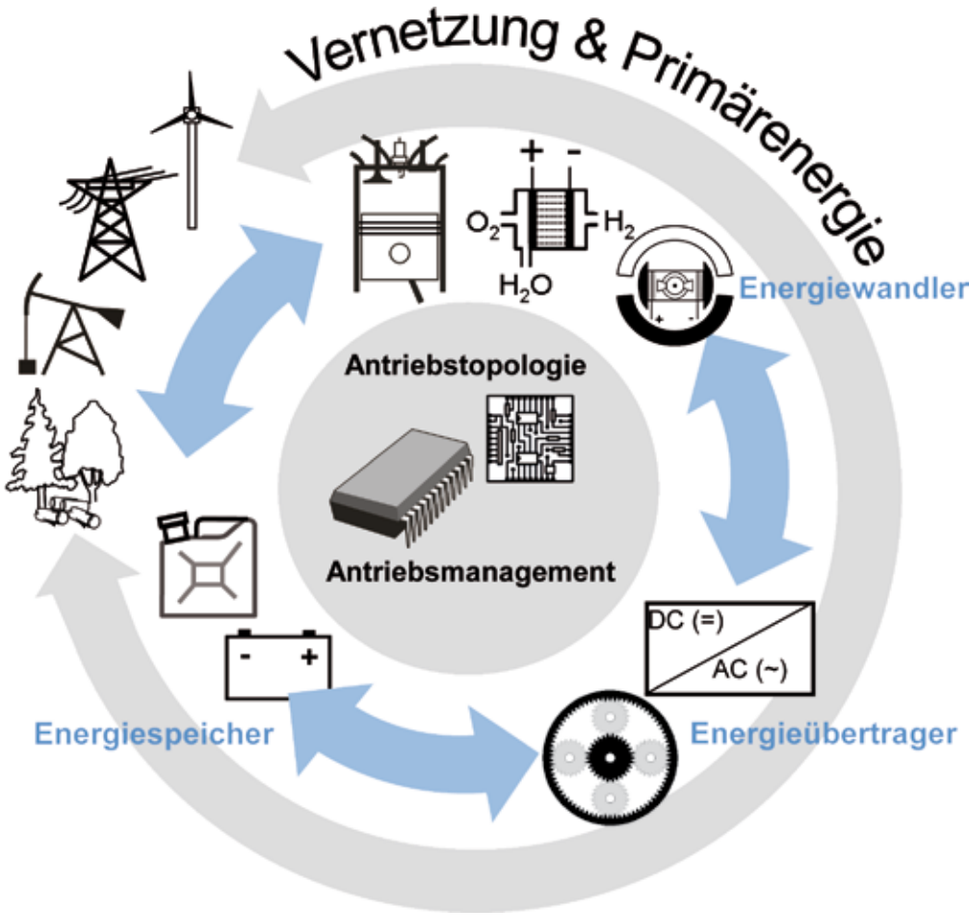


Bild 1: Mögliche Antriebsstrukturen für zukünftige Mobilität.

Damit der Komplexität und der Diversifizierung der zukünftigen Antriebsstränge Rechnung getragen werden kann, haben sich an der RWTH 16 Lehrstühle zusammengeschlossen und im Jahr 2008 einen gemeinsamen Antrag zur Errichtung eines Forschungsneubaus gestellt. Die inhaltliche Struktur am CMP ist in Bild 2 dargestellt. Die Antriebsstrangkomponenten werden in drei Forschungsschwerpunkten zusammengefasst: die Energiewandler, die Energieüberträger und die Energiespeicher. Die notwendige Integrationsaufgabe wird durch zwei Hauptinteraktionsfelder übernommen, die sich mit Antriebstopologie und Antriebsmanagement sowie Vernetzung und Primärenergie beschäftigen. In dieser Struktur gibt es also Spezialisten, die die Erforschung der Komponenten vorantreiben, ebenso wie Wissenschaftler, die sich mit der Zusammensetzung des Gesamtsystems beschäftigen. Darüber hinaus soll auch die Integration des Gesamtsystems in die vorhandene Infrastruktur, beispielsweise dem Stromnetz, erforscht werden. Durch das gemeinsame Arbeiten der Forscher unter einem Dach, ist der notwendige intensive Austausch in der Arbeitsgruppe gewährleistet.

Bild 2: Schematische Darstellung der Forschungsschwerpunkte und der Hauptintegrationsfelder in dem neuen Center for Mobile Propulsion (CMP).

Für jede Komponente sind im CMP Prüfstände vorgesehen. Die künftige Bündelung an einem Standort ermöglicht eine Echtzeitvernetzung der einzelnen Komponentenprüfstände zu einem virtuellen Antriebsstrang, wie es schematisch in Bild 4 dargestellt ist. Damit können die Wissenschaftler in einer sehr frühen Projektphase Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten im dynamischen Betrieb untersuchen, die Auswirkungen unterschiedlicher Topologien berücksichtigen und die notwendigen Regelungsstrategien am Gesamtsystem erforschen. Dies soll die Qualität der Forschungsergebnisse in Zukunft deutlich verbessern. Mit diesem Ansatz wird das interdisziplinäre Forschungsfeld der zukünftigen Mobilität auf einzigartige Weise vorschmolzen und bringt Wissenschaftler, die zu prüfende Technik und Forschungsaktivitäten unter einem Dach näher zusammen.

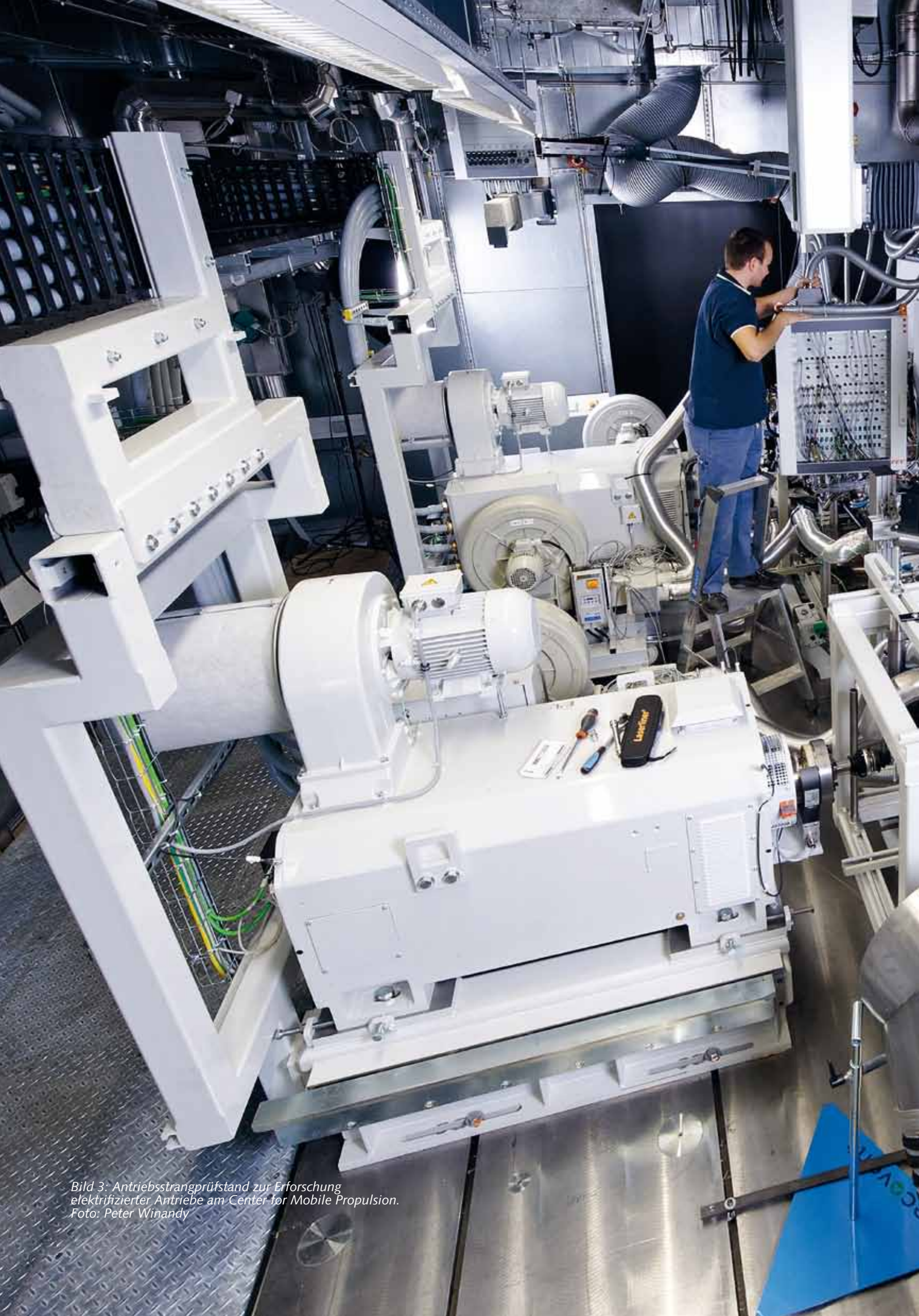
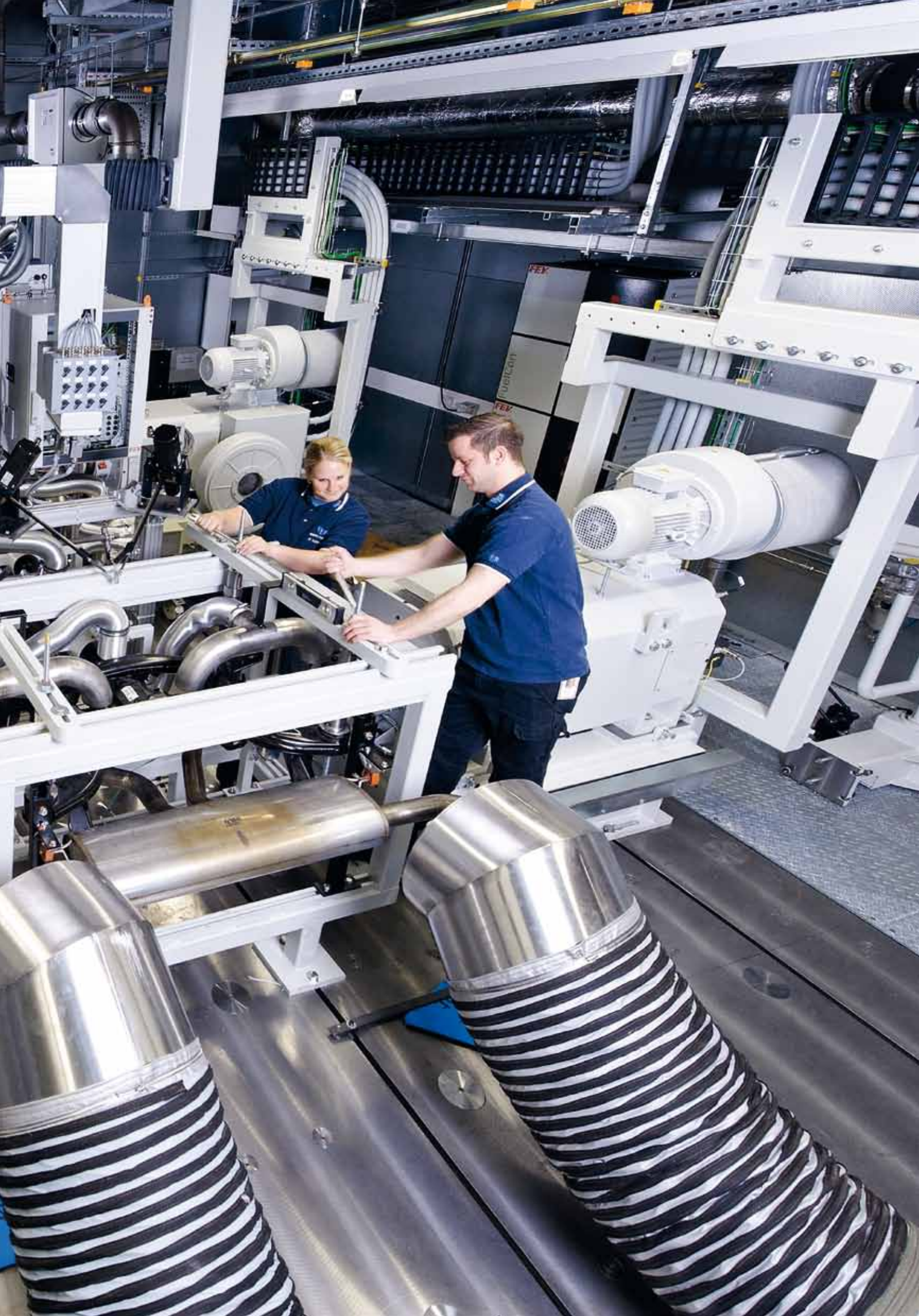


Bild 3: Antriebsstrangprüfstand zur Erforschung elektrifizierter Antriebe am Center for Mobile Propulsion. Foto: Peter Winandy



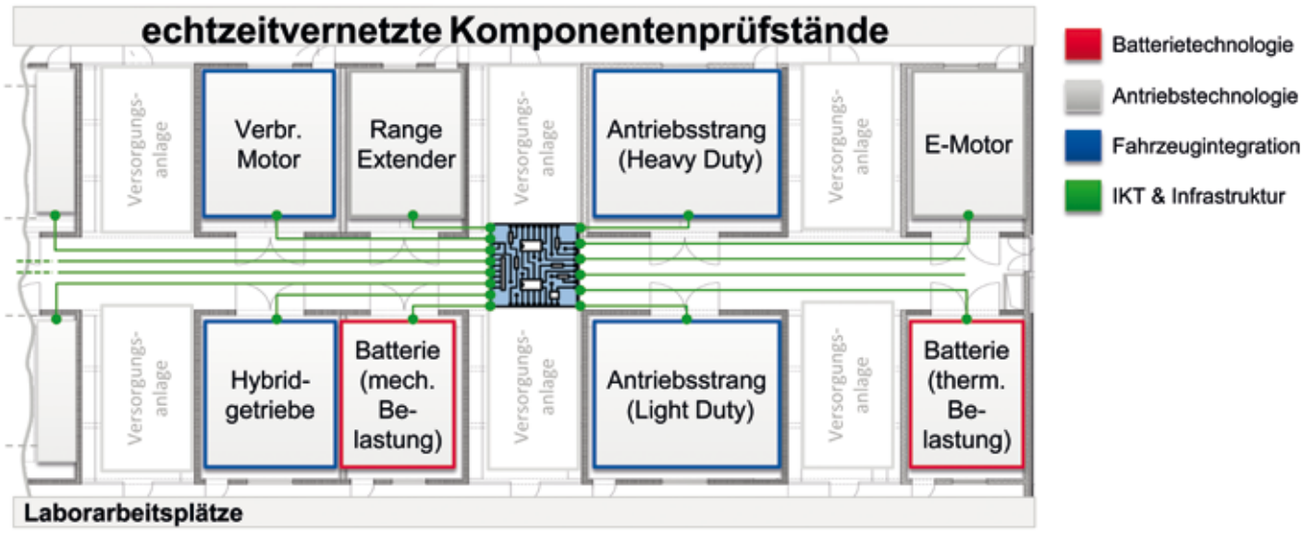


Bild 4: Darstellung der Echtzeitvernetzung von Prüfständen, die anforderungsorientiert konfiguriert werden können.

Bild 5: Die neuen Institutsgebäude des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen (links) und des Centers for Mobile Propulsion (rechts) sind in Aachen-Melaten angesiedelt.
Foto: Hostettler, VKA

Bild 6: Prüfstand für Nutzfahrzeugmotoren.
Foto: Hostettler, VKA

Im Neubau des Lehrstuhls für Verbrennungskraftmaschinen finden Büros, Seminarräume und Labore zur Unterstützung der Forschungsaktivitäten im CMP Platz. Das CMP besteht aus dem weißen Technikturm im Hintergrund und dem eigentlichen Prüfstandsgebäude im Vordergrund auf der rechten Seite. Hier sind insgesamt 18 Prüfstände für die verschiedenen Komponenten beziehungsweise Antriebsstrangprüfstände untergebracht.

Einen Prüfstand für Nutzfahrzeugmotoren zeigt Bild 6. Der weit vorangeschrittene Ausbauzustand verrät, dass hier demnächst die ersten Projekte bearbeitet werden können. Im Vordergrund ist der auf einer Palette aufgebaute Prüfling zu erkennen. Das Konzept sieht vor, den Prüfling mitsamt seiner Messtechnik im Werkstattbereich aufzubauen und auf einem Inbetriebnahme-Prüfstand zu testen, bevor er schließlich im Prüfstand eingebaut wird. Dort ermöglichen es Zentralstecker, den Aufwand für die Verkabelung möglichst gering zu halten. Auch die Anschlüsse für Medien werden beim Aufbau berücksichtigt und erfolgen nah am Prüfling über Schnellkupplungen im Doppelboden.

Wie aktuell das Thema Hybridisierung von Antriebssträngen ist, zeigt auch der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) befürwortete Antrag zum Graduiertenkolleg „Integrierte Energieversorgungsmodule für straßengebundene Elektromobilität“. Die oben angesprochene relativ geringe Reichweite von reinen Elektro-Fahrzeugen kann durch integrierte Energieversorgungsmodule (Range-Extender) deutlich erweitert werden. Ziel ist es dabei, ein kompaktes Modul aus Verbrennungsmotor und E-Maschine zur Onboard Stromerzeugung zu entwickeln. Es sollen dabei aber nicht einzelne Komponenten entstehen, vielmehr liegt der Fokus auf der Gesamtsystementwicklung und -optimierung inklusive Batterie. Neben der Topologie und der Systemregelung gehört dazu insbesondere ein integriertes Wärmemanagement. Alle Komponenten besitzen ihren optimalen Wirkungsgrad in einem kleinen Temperaturbereich, allerdings auf unterschiedlichen Niveaus. Das Zusammenlegen der einzelnen Kühl- beziehungsweise Heizkreisläufe kann somit zu einer deutlichen Wirkungsgradverbesserung des Gesamtsystems führen.

Die DFG fördert dieses Graduiertenkolleg mit insgesamt 5,4 Millionen Euro über viereinhalb Jahre und ermöglicht so 24 Promotionsstellen in diesem Themenbereich. Das CMP, an dem die Promovenden forschen werden, bietet mit seinem echtzeitvernetzten Prüffeld eine ideale Infrastruktur für diese Arbeiten. Diese Kombination aus einem modernen Forschungsbau und dem angegliederten Graduiertenkolleg ermöglicht es den Wissenschaftlern der RWTH, durch interdisziplinäre Forschungsarbeiten sowie die Ausbildung hoch qualifizierter Fachkräfte einen Beitrag zu einer nachhaltigen elektrifizierten Mobilität der Zukunft zu leisten.

Autoren:
Dr.-Ing. Dieter Seebach war bis April 2013 Oberingenieur am Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen.
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger hat den Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen inne.

Anzeige

Einfach schneller zahlen: kontaktlos mit Ihrer SparkassenCard.

Jetzt Kleinbeträge mit „girogo“ bezahlen.

Mehr Informationen erhalten Sie unter:
www.sparkasse.de/girogo-rheinland

Die SparkassenCard mit girogo macht Bezahlen bis 20 Euro bei teilnehmenden Händlern einfach, sicher und bequem. Sie halten die Karte ans Terminal – fertig! Guthaben kann direkt vor Ort schnell vom Konto nachgeladen werden – oder auf Wunsch als „Abo“. Alle Infos bei Ihrer Sparkasse oder auf www.sparkasse.de/girogo-rheinland. **Wenn’s um Geld geht – Sparkasse**

David Franck, Kay Hameyer

Mobile elektrische
Intelligente Systeme bewegen die

Im Zuge der Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung steht die Elektromobilität als wichtiger Baustein im Fokus. Angesichts des Klimawandels sowie endlicher Ressourcen und der damit verbundenen strikten Vorgaben an die Emissionswerte, muss die Mobilität der Zukunft effizienter und damit klimafreundlicher werden.

Dabei liefert der mobile Einsatz von bekannten Technologien eine Chance diesen Anforderungen gerecht zu werden. Die mit Hilfe von neuen Simulations- und Berechnungsmethoden bedarfsgerechte Entwicklung von elektrischen Antriebslösungen für Elektrofahrzeuge liefert einen hohen Innovationsgrad. Die Wiederentdeckung des Potenzials von elektrischen Antrieben eröffnet eine Vielzahl von möglichen mobilen Einsatzgebieten. Ein Beispiel hierfür sind mobile Arbeitsmaschinen, die ebenfalls durch den Entwicklungszuwachs profitieren.

Elektrische Antriebe kommen sowohl in hybriden Anwendungen als auch in selbständiger Form zum Einsatz. Während bei hybriden Lösungen die Antriebsleistung eines Verbrennungsmotors mit Elektromaschinen gekoppelt wird, stellen die Elektromaschinen bei reinen Elektrofahrzeugen die gesamte Antriebsleistung. In Summe spricht man von alternativen Antrieben, bei diesen können eine oder mehrere Elektromaschinen zum Einsatz kommen. Die hybride Energiespeicherung erfolgt durch einen herkömmlichen Treibstofftank und einen Speicher für elektrische Energie in Form eines elektrochemischen Speichers, meistens eine Batterie. Das Elektrofahrzeug hingegen besitzt einen rein elektrischen Antriebsstrang, dessen Hauptkomponenten die elektrischen Maschinen mit der dazugehörigen Leistungselektronik und die Batterie sind.

Die teilweise Elektrifizierung des Antriebsstranges kann in Leistungsabstufungen beschrieben werden. Die erste Stufe der Hybridisierung stellt dabei das Mikrohybrid-Fahrzeug dar, siehe Bild 1a. Bei diesem Fahrzeug sind der Startermotor und der Generator, die in jedem konventionellen Fahrzeug verbaut sind, in einer elektrischen Maschine, dem so genannten Starter-Generator, vereint. Durch die Verwendung einer Maschine mit 2,7-4 kW/t elektrische Leistung pro Fahrzeugmasse, die leistungsfähiger als ein herkömmlicher Startermotor ist, wird die „Start-Stopp-Automatik“ ermöglicht. Diese Funktionalität stoppt den Verbrennungsmotor beim Stillstand des Fahrzeuges und startet ihn wieder beim Anfahren, in dieser Betriebsart können fünf bis zehn Prozent des Treibstoffes eingespart werden. Beim so genannten Mildhybrid, siehe Bild 1b, werden Maschinen-Leistungen von 6–14 kW/t verbaut und direkt in den Antriebsstrang integriert. So ist es möglich, zusätzliche Antriebsleistung zur Verfügung zu stellen und regenerativ zu Bremsen. Dieser Vorgang wird als Rekuperation bezeichnet. Weiterhin kann der Verbrennungsmotor durch die so genannte Lastpunktanhebung in Betriebspunkten höherer Effizienz betrieben werden. Die dabei zusätzlich abgegebene Leistung wird von der elektrischen Maschine in elektrische Energie umgewandelt, die in der Batterie zwischengespeichert und bei der elektromotorischen Fahrt genutzt werden kann. Die erreichbaren Treibstoffeinsparungen beim Mildhybrid liegen bei zehn bis 20 Prozent.

Das Vollhybrid-Fahrzeug, siehe Bild 1c, mit mehr als 20 kW/t bietet die Möglichkeit, bis zu einer bestimmten Geschwindigkeit rein elektromotorisch und damit zeitweise und örtlich begrenzt vollkommen emissionsfrei zu fahren. Durch die hohe elektrische Leistung kann der Verbrennungsmotor kleiner ausgelegt werden. Dies führt zu einer Reduzierung des Gewichtes und von Reibungsverlusten des Verbrennungsmotors. Bei Vollhybrid- Fahrzeugen kann der Treibstoffverbrauch um 20 bis 30 Prozent gesenkt werden.

Wird ganz auf die konventionellen Antriebskomponenten wie Verbrennungsmotor, Getriebe und Treibstofftank verzichtet und der Antriebsstrang rein elektrisch aufgebaut, spricht man von einem reinen Elektrofahrzeug, siehe Bild 1d.

Die Anforderungen an die elektrischen Maschinen, die sich aus den einzelnen Fahrzeugkonzepten und Funktionalitäten ergeben, sind sehr umfangreich. Die Hauptanforderungen entsprechen den allgemeinen Anforderungen einer elektrischen Maschine: Ein geringes Gewicht des Fahrzeuges reduziert den Verbrauch. Bei Hybridfahrzeugen und der Integration in den Motorraum sind ein kleines Bauvolumen und damit eine hohe Leistungsdichte von entscheidender Bedeutung. Die Zuverlässigkeit wird im Hinblick

Antriebstechnik
Welt von morgen

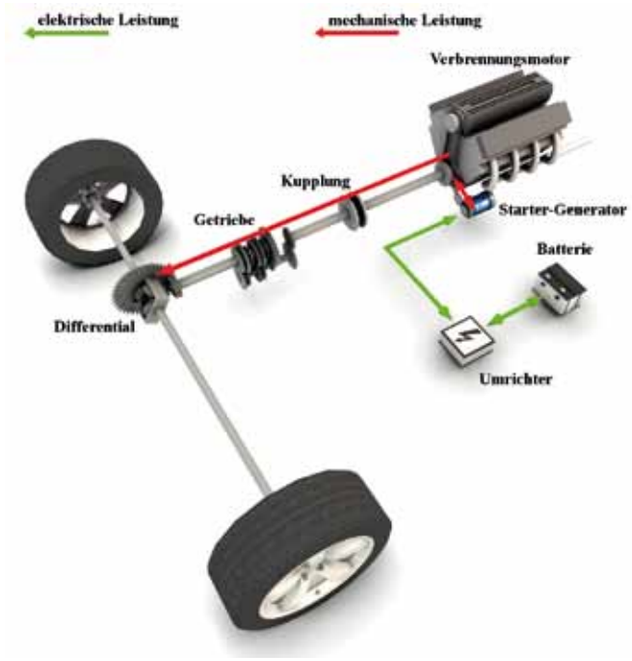


Bild 1a: Mikrohybrid

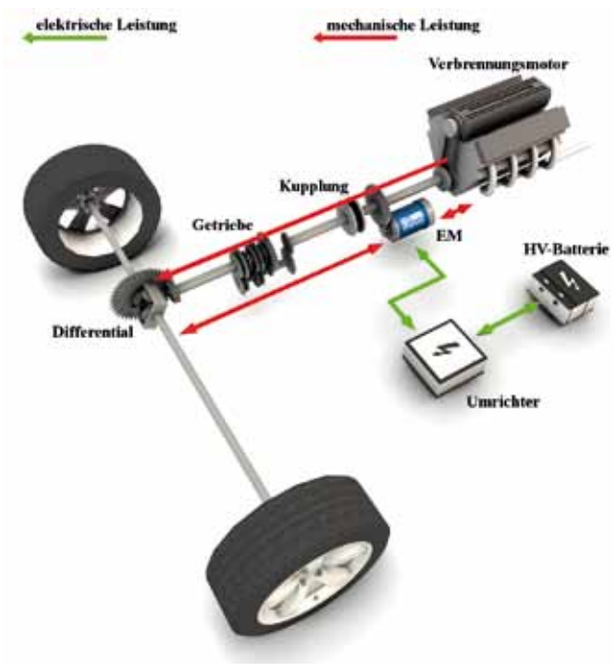


Bild 1b: Mildhybrid

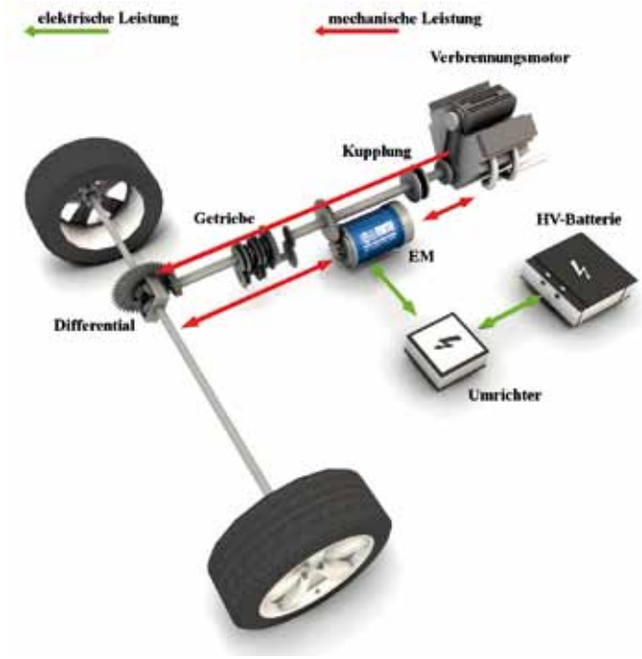


Bild 1c: Vollhybrid (parallel)

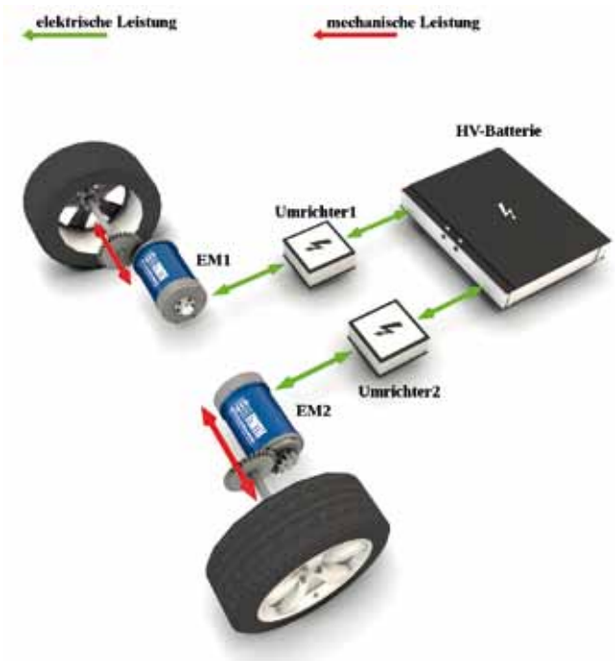


Bild 1d: Elektrofahrzeug

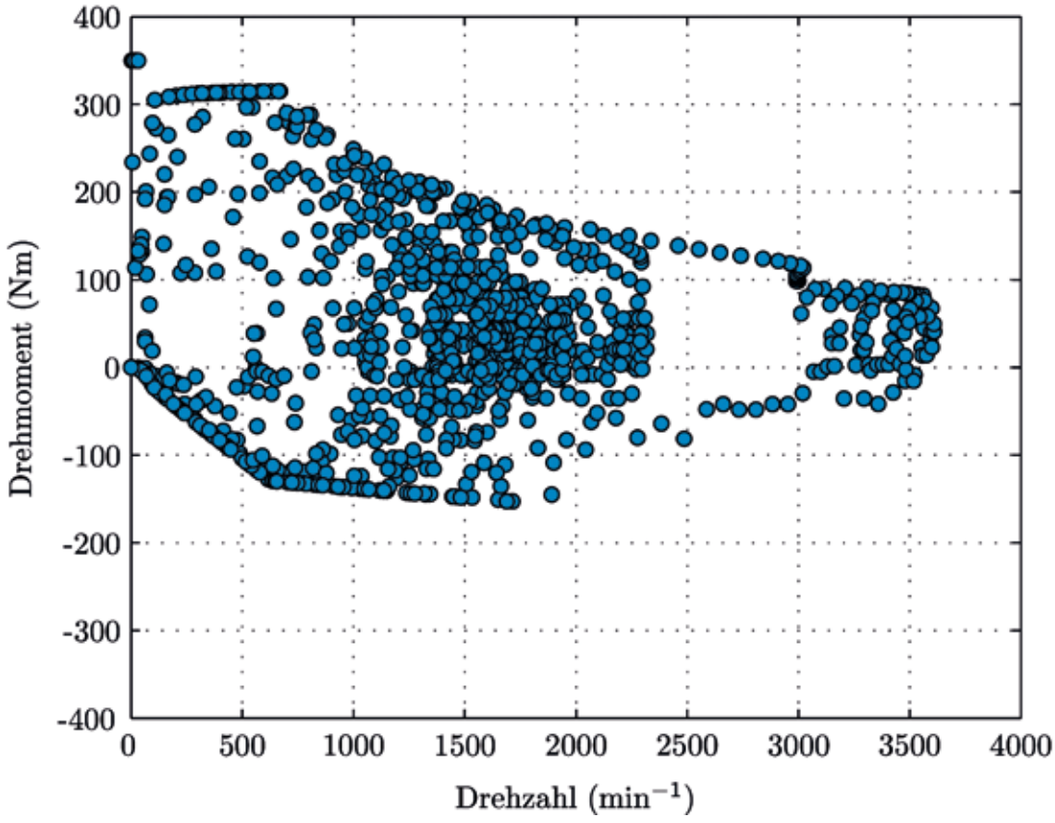


Bild 2: Häufigkeitsverteilung der Betriebspunkte für eine Stadtfahrt mit einem Elektrofahrzeug.

auf den Wartungsaufwand des Gesamtfahrzeuges ebenfalls als hoch vorausgesetzt. Eine hohe Überlastfähigkeit bietet kurzfristig eine möglichst große Maximalleistung, zum Beispiel für Beschleunigungs- oder Überholvorgänge.

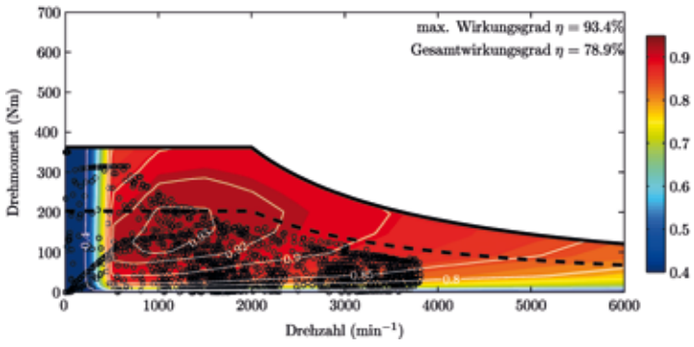
Die wichtigste Anforderung ist jedoch ein guter Wirkungsgrad der elektrischen Maschine. Anders als industriell verwendete Maschinen, wie bei Pumpen oder sonstigen Antrieben, die oft nur bei einer bestimmten Drehzahl und Last betrieben werden, können bei einem elektrischen Fahrzeugantrieb je nach Geschwindigkeit, Brems- oder Beschleunigungsvorgang verschiedene Drehzahlen und Drehmomente – kurz: Betriebspunkte – auftreten. Deswegen muss auch der Wirkungsgrad der Maschine über einen möglichst großen Drehmoment- und Drehzahlbereich hoch sein. Es spielt also nicht in erster Linie der maximale Wirkungsgrad der Maschine eine Rolle, sondern der gemittelte Gesamt-Systemwirkungsgrad beziehungsweise die Ausnutzung während einer Fahrt. Dies bedeutet, dass der Drehmoment- und Drehzahlbereich, in dem die Maschine ihren besten Wirkungsgrad besitzt, möglichst in dem Bereich der Betriebspunkte, die während der Fahrt auftreten, liegt.

Durch geeignete Fahrzeugsimulationen werden unterschiedliche Häufigkeitsverteilungen für verschieden Fahrzeuge und Fahrzyklen bestimmt, im Bild 2 für eine Stadtfahrt mit einem Elektrofahrzeug.

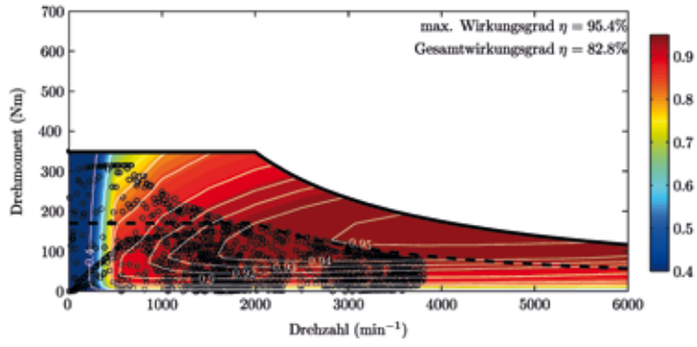
Nach der Ermittlung der Häufigkeitsverteilung muss zunächst die passende Maschinenart gewählt werden. Die zurzeit hauptsächlich verwendeten Maschinenarten sind die Asynchronmaschine, ASM, und die permanentmagneterregte Synchronmaschine, PMSM. Beide Maschinen besitzen unterschiedliche Vor- und Nachteile. So ist die ASM eine kostengünstige, robuste und zuverlässige Maschine, die gerade bei höheren Drehzahlen einen guten Wirkungsgrad besitzt. Die PMSM hingegen besitzt durch die Verwendung von Selten-Erd-Magnete eine hohe Leistungsdichte und kann somit sehr kompakt und mit im Vergleich geringerem Gewicht gebaut werden. Der beste Wirkungsgrad befindet sich bei dieser Maschine bei niedrigen bis mittleren Drehzahlen. Die PMSM ist, verglichen mit der ASM, die teurere Alternative. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass bei einem höheren Gesamtwirkungsgrad auch die Batterien und damit der größte Kostenfaktor gesenkt werden kann. Wenn also beispielsweise bei einem für den Stadtverkehr vorgesehenem Fahrzeug der Gesamtwirkungsgrad durch die Verwendung einer PMSM um zehn Prozent gesteigert werden kann, so kann die Batterie bei gleichbleibender Reichweite um den gleichen Faktor verringert werden. Die Verbrauchseinsparung durch das geringere Gewicht der Batterie ist hierbei noch gar nicht berücksichtigt. Bei den heutigen Maschinen- und Batteriekosten, würden die Gesamtkosten trotz der Verwendung einer teureren Maschine gesenkt werden können. Bei fallenden Batteriekosten durch gesteigerte Produktionszahlen, wie für die nächsten Jahre angenommen wird, kann diese Bewertung anders ausfallen und ist daher für jeden Anwendungsfall individuell zu prüfen.

Das Institut für Elektrische Maschinen arbeitet in einer Vielzahl von öffentlich und industriell geförderten Forschungsprojekten mit namhaften Partnern zusammen und stellt damit die Aktualität und den Anwendungsbezug der Forschung sicher.

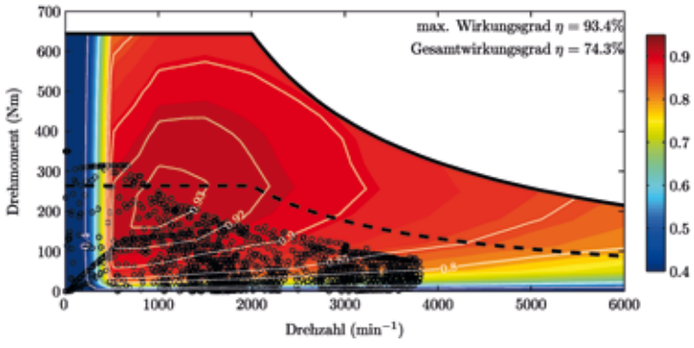
Nach der Auswahl des Maschinentyps muss die fahrzyklusgerechte Auslegung der elektrischen Maschine durchgeführt werden. Die eigentliche Aufgabe liegt darin, die Maschine derart auszulegen, dass der optimale Wirkungsgradbereich später den Bereich abdeckt, in dem die häufigsten Betriebspunkte der elektrischen Maschine während einer Fahrt zu finden sind. So kann über geometrische Variationen die Bereiche des besten Wirkungsgrades in Richtung der



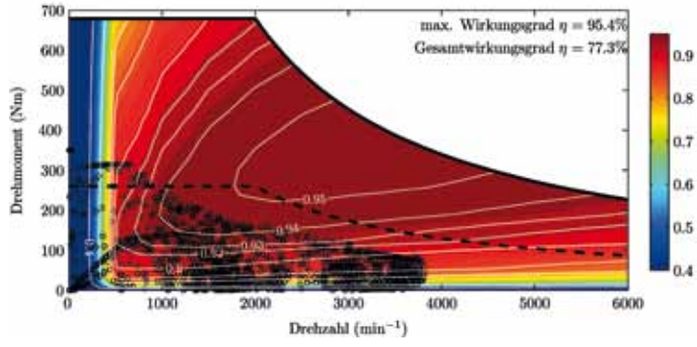
(a) Wirkungsgrade, Geometrie 1



(b) Wirkungsgrade, Geometrie 2



(c) Wirkungsgrade, Geometrie 3



(d) Wirkungsgrade, Geometrie 4

Drehmoment-Achse oder der Drehzahl-Achse verschoben werden. Ziel ist es, den Gesamtwirkungsgrad über einen typischen Fahrzyklus zu optimieren und den Energie- oder Treibstoff-Verbrauch hiermit zu minimieren. In Bild 3 ist dargestellt, wie verschiedene Maschinenauslegungen beziehungsweise Geometrievarianten, den Gesamtwirkungsgrad beeinflussen können.
Als Randbedingung ist durch Bauraumbeschränkungen eine gleichbleibende äußere Abmessung angenommen. Auch wenn der maximale Wirkungsgrad in etwa identisch ist, kommt es doch zu starken Abweichungen beim gemittelten Wirkungsgrad.

Für die Auslegung und Optimierung der elektrischen Maschinen werden am Institut für Elektrische Maschinen eigene Softwarelösungen benutzt, die ständig weiter entwickelt werden. Daraus ergibt sich der Vorteil der vollkommenen Transparenz und der Möglichkeit, die bestehende Software den sich ergebenden Bedürfnissen anzupassen und eine hohe Automatisierung zu erreichen. Die erste Grobauslegung der elektrischen Maschine erfolgt dabei durch schnelle analytische Berechnungsmethoden. Die Feinauslegung und Optimierung wird numerisch mit der Finite Elemente Methode durchgeführt. Dieses Vorgehen ermöglicht es, neben den elektrischen Leistungsdaten auch sämtliche Verluste in der Maschine zu berechnen und die erforderlichen Wirkungsgradkennfelder zu bestimmen. Voraussetzung hierfür sind sehr genaue Materialmodellkenntnisse. Diese werden mit einem Weichmagnetprüfstand ermittelt. Er bietet die Möglichkeit, die für die Simulation notwendigen Materialmodellparameter exakt zu bestimmen, um die Qualität der Simulationen zu erhöhen.

Neue 3D-Visualisierungsmethoden ermöglichen es die Simulationsergebnisse beispielsweise von magnetischen Feldverteilungen in elektrischen Maschinen darzustellen und diese besser zu bewerten.

Nachdem die elektrischen Maschinen simulativ ausgelegt worden sind, werden Prototypen gefertigt und anschließend praktisch untersucht.

Bild 3: Unterschiedliche Maschinenauslegungen, ihre Wirkungsgradkennfelder und Gesamtwirkungsgrade.

Autoren:
Dipl.-Ing. David Franck ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Elektrische Maschinen.
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Dr.habil. Kay Hameyer ist Inhaber des Lehrstuhls für Elektromagnetische Energiewandlung und Leiter des Instituts für Elektrische Maschinen.

Dzenan Dzafic, Dominik Franke, Stefan Kowalewski

Energieeffiziente Navigation für Elektrorollstühle

Dzenan Dzafic studiert an der RWTH Aachen. Da er auf einen elektrischen Rollstuhl angewiesen ist, muss er sich genau überlegen, wie und wohin er fahren kann. In seinem Alltag erlebt Dzafic täglich die Grenzen der freien Bewegung und der Akkukapazität seines Elektrorollstuhls. Dabei steht er öfters vor Fragen wie: Ob ich es mit der aktuellen Akkuladung bis zur nächsten Vorlesung und nach Hause schaffe? Kann ich noch den steilen Berg zum Informatikzentrum auf der Hörn bewältigen, wenn ich zunächst mit Kommilitonen essen gehe? Kann ich der Akkuanzeige am Rollstuhl trauen, oder fällt sie in den nächsten zwei Stunden rapide ab? Da Dzafic sich als Informatikstudent mit Algorithmen, Software und Hardware auseinandersetzt, will er die Probleme des Elektrorollstuhl-Akkus mit Hilfe der Informatik angehen. In Gesprächen mit Prof. Dr.-Ing. Stefan Kowalewski und Dominik Franke vom Lehrstuhl Informatik 11 (Software für eingebettete Systeme) ergaben sich drei Aufgaben, die in Zusammenarbeit gelöst werden sollten: Die Akkuanzeige am Elektrorollstuhl muss zuverlässiger werden, ein Navigationssystem den für einen Elektrorollstuhl sparsamsten Weg zeigen und zusätzlich vor nicht rollstuhlgerechten Hürden und Orten warnen.

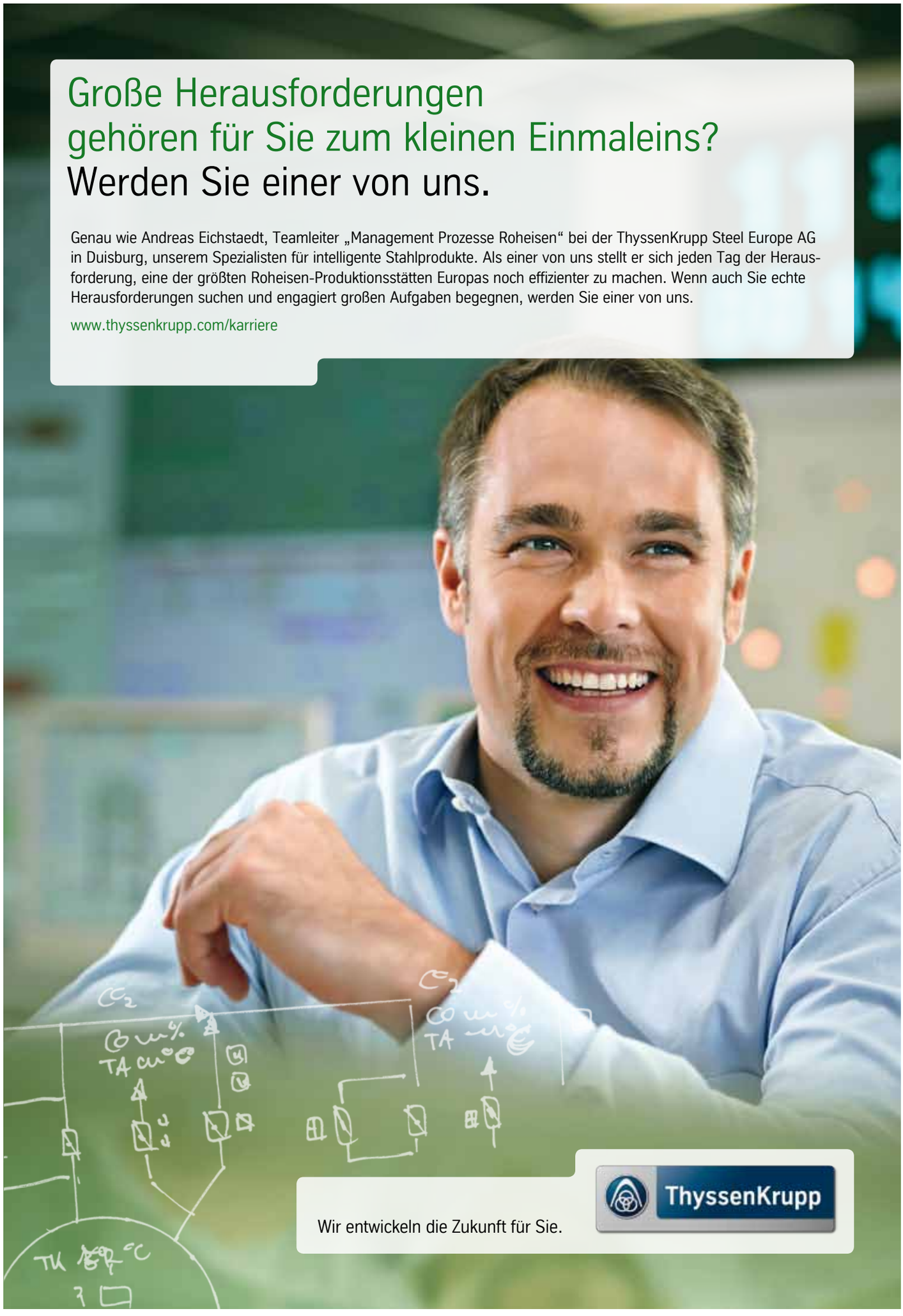
Zunächst wurde die Akkuanzeige verbessert. Jeder Handybesitzer kennt folgendes Phänomen: Ein frisch aufgeladener Akku sorgt sehr lange für einen kräftigen, grünen Ladebalken. Ab einem bestimmten Zeitpunkt scheint sich der Zustand des Akkus jedoch schnell und kritisch zu verändern. Während der volle Ladebalken sehr lange benötigt, bis er nur noch den halben Akkustand anzeigt, schrumpft er bei der zweiten Hälfte wesentlich schneller. Dieses Phänomen ist zudem stärker ausgeprägt, je älter ein Akku ist und führt dazu, dass man der Akkuanzeige ab einer bestimmten Kapazität nicht mehr vertraut. Eine genaue Akkuanzeige ist allerdings wichtig. Professor Kowalewski veranstaltet ein Praktikum mit Studierenden, an dem auch Dzafic teil nimmt. Da sich Teilnehmer unterschiedlich in der Informatik spezialisiert haben, arbeiten sie mit interdisziplinären Ansätzen. Die Lösung, für die sich das Team nach sechs Monaten entscheidet, besteht sowohl aus Hard- als auch aus Software: Im Labor des Lehrstuhls baut das Team einen Sensor, welcher unabhängig von der integrierten Akkuanzeige des Elektrorollstuhls den Stromverbrauch erfasst. Die Informationen werden anschließend über einen Mikrocontroller an das Smartphone des Nutzers per Bluetooth übermittelt. Abschließend schreibt das Team für Dzafics Android-Smartphone eine Applikation, welche die ankommenden Informationen des Sensors versteht und in einer Grafik visualisiert. So kann Dzafic mit seinem Smartphone den Stromverbrauch und die Akkukapazität des Elektrorollstuhls kontrollieren, und das wesentlich genauer als mit der Akkuanzeige seines Rollstuhls.

Um sich der zweiten Herausforderung – einen möglichst energieeffizienten Weg für den Rollstuhl finden – zu stellen, analysieren Mitarbeiter des Lehrstuhls gemeinsam mit Dzafic, was den Stromverbrauch eines Elektrorollstuhls besonders beeinflusst. Neben Bodenbelag und Temperatur spielt auch die Steigung der Strecke eine wichtige Rolle. Der im Handbuch des Elektrorollstuhls angegebene Normalverbrauch stimmt nur für ebene Strecken. Wenn die Strecke Steigungen aufweist, steigt der Stromverbrauch des Rollstuhls, und zwar so, dass eine relativ kleine Steigung bereits große Auswirkungen auf den Stromverbrauch haben kann. Wenn man bei der Planung einer Route die Steigungen der Streckenabschnitte kennt und weiß, wie viel Strom der Rollstuhl bei einer bestimmten Steigung verbraucht, kann man vorab den Stromverbrauch berechnen und die Route mit dem niedrigsten Stromverbrauch auswählen.

Nach einigen Tests wird schnell klar, dass sich die Route mit dem niedrigsten Stromverbrauch oftmals von den üblichen Navigationsrouten „kürzeste“ oder „schnellste Strecke“ unterscheidet. Die Berechnung der energieeffizientesten Strecke kann automatisch erfolgen, indem man kleine Veränderungen an dem bereits vorhandenen Algorithmus zur Berechnung der kürzesten und schnellsten Routen vornimmt. Dzafic setzte diese Idee im Rahmen seiner Bachelor-Arbeit um: Die Funktionalität ist nun über einen Server durch das Internet erreichbar. Um von einem Punkt A zu einem Punkt B zu gelangen, benötigt man jedoch nicht nur den Algorithmus, sondern auch Kartenmaterial. Hier verwendet das Projekt OpenStreetMap (OSM)-Daten. OSM ist eine frei verfügbare Kartendatenbank, in die jeder Nutzer auch Daten einpflegen kann. Diese Datenbank bietet bereits viele Informationen, wie Straßen, Kreuzungen und Straßennamen. Selten sind Höhen- und Steigungsinformationen vorhanden. Diese sind jedoch essenziell für die Berechnung einer energieeffizienten Route. Die Bezirksregierung Köln stellt schließlich entsprechende Daten zur Verfügung. Die Serveranwendung wird so verändert, dass sie das Kartenmaterial weiterhin von OSM bezieht, die entsprechenden Höheninformationen aber aus den Lasermessdaten der Bezirksregierung ableitet. Da die Laserdaten sehr dicht sind, ist eine zuverlässige Berechnung der energieeffizientesten Route von A nach B im Bereich um Aachen nun möglich! Das Projekt läuft mittlerweile unter dem Namen „eNav“. Die beteiligten Studierenden arbeiten aktuell daran die Routingfunktionalität über eine Webseite und eine mobile Applikation bereit zu stellen. Mit einer entsprechenden Android Applikation können Elektrorollstuhlfahrer sich die Routen dann auch unterwegs berechnen lassen.

Beim dritten Problem – Informationen über nicht rollstuhl-gerechte Orte und Hürden sammeln und zur Verfügung stellen – konnte auf Ergebnisse anderer Projekte wie rollstuhlrouting.de oder wheelmap.org zurückgegriffen werden. rollstuhlrouting.de stellt beispielsweise Informationen über die Höhe von Bordsteinkanten bereit, wheelmap.org markiert mögliche Points of Interest, wie Gaststätten und öffentliche Gebäude, mit einer Bewertung der Zugänglichkeit für Rollstuhlfahrer. Da beide Projekte auf OSM basieren, ist eine Einbindung der Informationen in eNav technisch möglich und sinnvoll. Diese Herausforderung steht Dzafic und den anderen Mitarbeitern im eNav-Projekt als nächstes bevor.

Autoren:
Dzenan Dzafic studiert Informatik an der RWTH Aachen.
Dipl.-Ing. Dominik Franke ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informatik 11 (Software für eingebettete Systeme).
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Kowalewski ist Inhaber des Lehrstuhls für Informatik 11 (Software für eingebettete Systeme).


Große Herausforderungen
gehören für Sie zum kleinen Einmaleins?
Werden Sie einer von uns.
Genau wie Andreas Eichstaedt, Teamleiter „Management Prozesse Roheisen“ bei der ThyssenKrupp Steel Europe AG in Duisburg, unserem Spezialisten für intelligente Stahlprodukte. Als einer von uns stellt er sich jeden Tag der Herausforderung, eine der größten Roheisen-Produktionsstätten Europas noch effizienter zu machen. Wenn auch Sie echte Herausforderungen suchen und engagiert großen Aufgaben begegnen, werden Sie einer von uns.
www.thyssenkrupp.com/karriere
Wir entwickeln die Zukunft für Sie.
ThyssenKrupp

Eva-Maria Jakobs, Karl-Heinz Krempels,
Martina Ziefle

Assistierte

Auswirkungen auf Wirtschaft und

Eigenständige Mobilität gilt als überaus kostbares Gut, nicht nur, aber insbesondere für ältere Menschen. Sie bedeutet Lebensqualität durch Unabhängigkeit, Teilhabe am sozialen Leben und Erweiterung des Lebensraums.

Die demographische Entwicklung ist eine der am meisten zitierten gesellschaftlichen Herausforderungen. Wenig wird darüber gesprochen, dass Alter nicht gleich Alter ist und Altern kein Synonym für Handicap ist. Altern kann Defizite – körperlicher wie geistiger Art – mit sich bringen. Ungeachtet dessen bilden Ältere heute eine Ziel- und Kundengruppe, die Technik durchaus aufgeschlossen gegenübersteht, wenn diese intelligent und ansprechend gestaltet ist, funktionell überzeugt und sich gut handhaben lässt. Die Frage des Designs für Ältere ist nicht einfach zu beantworten. Produkte, die ganz offensichtlich für Ältere gestaltet sind und primär durch große Tasten „überzeugen", werden ungern gekauft.

Wer Technik für diese Zielgruppe entwickeln will, benötigt ein differenziertes Alters- und Alternskonzept. Das Selbstverständnis der Älteren hat sich in den letzten 30 Jahren deutlich verändert. Die Altersgrenzen verschieben sich: Jüngere Ältere – Personen zwischen 60 und 75 Jahren – fühlen sich in der Regel zehn bis fünfzehn Jahre jünger, sie sind nur bedingt vergleichbar

Fotos: Peter Winandy

Mobilität im Alter

Umwelt

mit älteren Alten. Junge Alte wollen reisen, aktiv sein und konsumieren. Auffällig sind gestiegene Ansprüche an die Qualität von Technik und sorgfältige Kosten-Nutzen-Erwägungen.

Was bis ins hohe Alter bleibt, ist der tiefverwurzelte Wunsch nach Unabhängigkeit und Mobilität. Das Verfügen-Können über einen PKW wirkt positiv auf das Lebensgefühl. Wer nicht mehr fahren kann oder lange Strecken scheut, steigt um auf Bus und Bahn. Die Lust am Fahren und Reisen wird gemindert durch nachlassende Konzentrations- und Belastungsfähigkeit, etwa bei Fahrten im Stadtverkehr oder auf Autobahnen, aber auch durch Orientierungs- und Planungsunsicherheit bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel.

Elektronisch assistierte Mobilität bietet vielfältige Möglichkeiten, diese Barrieren zu überwinden. Studien zeigen, dass die Gruppe der heute und/oder in absehbarer Zeit Älteren Innovationen in diesem Bereich durchaus aufgeschlossen gegenübersteht. Die Akzeptanz scheint deutlich abhängig vom Typ der Assistenz und häufig emotional besetzt.

In einem Projekt zum Zusammenhang von Technik, Alter und Kultur wurden verschiedene Assistenzsysteme im Auto untersucht. Die Ergebnisse zeigen hohe Akzeptanz für Navigationsgeräte – bei weiblichen wie männlichen Älteren zwischen 55 und 80 Jahren. Einparkhilfen wurden dagegen kontrovers diskutiert. Die geringste Akzeptanz genießen überraschenderweise Systeme für autonomes Fahren, die – objektiv betrachtet – ein hohes Maß an Sicherheit und Ressourcenschonung bieten. Die tendenziell negative Bewertung wurde in den meisten Fällen mit dem Fahrgenuss begründet. Die Freude am Fahren scheint nach wie vor ein wesentliches Moment aus der Sicht der heute Älteren zu sein. Andere Studien wie Mobil 2030 belegen positive Werte für Spurwechselsysteme, die als hilfreich und sinnvoll erachtet werden. Als Nutzungs- und Kaufbarrieren gelten schwer bedienbare wie auch zu komplex gestaltete Assistenzsysteme.

Die Entwicklung alterssensitiver Assistenzsysteme ist in mehrfacher Hinsicht eine Herausforderung. Sie bedingt, die Anforderungen, Bedürfnisse und Wünsche älterer Autofahrer und -fahrerinnen zu verstehen und adäquat zu berücksichtigen. Damit dies gelingt, ist es erforderlich, Nutzer systematisch in den Entwicklungsprozess einzubeziehen, das heißt ihre Interaktion, Kommunikation und Zufriedenheit mit dem System empirisch zu untersuchen und die Ergebnisse iterativ in den Produktentwicklungszyklus einzubeziehen. Eine von vielen Herausforderungen ist der Umgang mit unterschiedlichen Fahrertypen. Eine experimentelle Studie zum Verhältnis

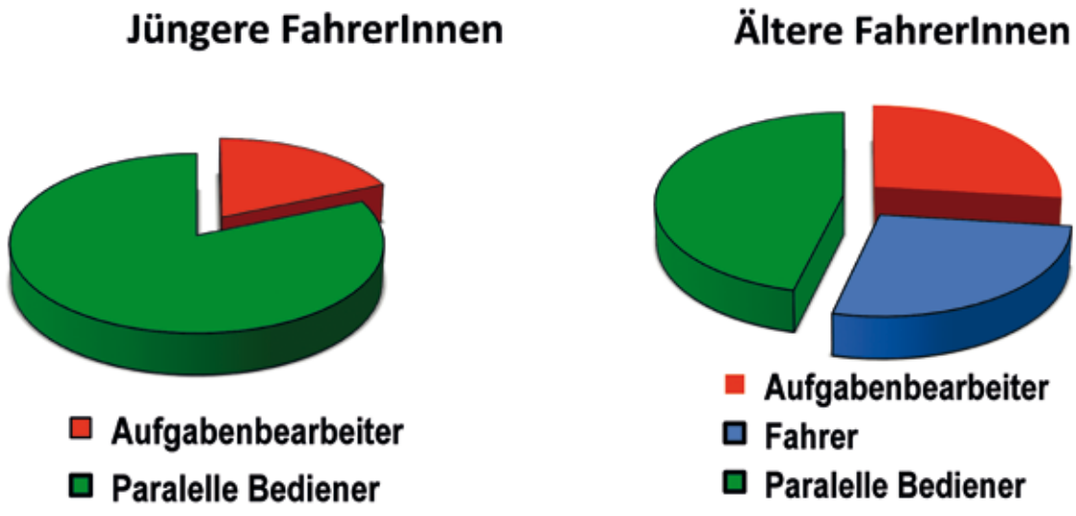


Bild 1: Verarbeitungsstile bei jüngeren und älteren Fahrern.

von Unterstützung (Fahrerassistenz) und Fahren im Straßenverkehr ergab große Unterschiede in der Bewältigung dieser Multitasking-Situation.

Der Genauigkeitsverlust beim Spurhalten bei gleichzeitiger Bedienung des Assistenzsystems variiert zwischen den Probanden im Bereich ein bis 21 Prozent. Eine Detailanalyse ergab drei unterschiedliche Fahr- beziehungsweise Informationsverarbeitungstypen: (1) „Fahrer", konzentrieren sich auf das Fahren und unterbrechen bei erlebter Überlastung die Bedienung des Fahrerassistenzsystems; (2) „Aufgabenbearbeiter", konzentrieren sich auf das Fahrerassistenzsystem und vernachlässigen den Verkehr; (3) „Parallele Bediener" harmonisieren beide Anforderungen. Gerade Ältere haben bei der parallelen Verarbeitung unterschiedlicher Anforderungen große Schwierigkeiten, siehe Bild 1.

Wichtig scheint auch die Kommunikation von Technologien. Trotz grundlegender Offenheit für innovative Autotechnik wird Technik, die dezidiert nachlassende Fähigkeiten adressiert, als stigmatisierend empfunden.

Wenn Ältere auf das eigene Fahrzeug verzichten und auf öffentliche Verkehrssysteme umsteigen, müssen sie umdenken. Barrieren betreffen die Reiseplanung, das Buchen von Tickets, die Orientierung im Raum, wie beispielsweise das Finden und Wechseln von Bahnsteigen, sowie die Änderung der Planung bei Verspätungen und Zugausfall. Neue Generationen von Informations- und Interaktionsangeboten zum Reisen ermöglichen Unterstützung durch die Nutzung dynamischer Daten für internetbasierte Dienste.

In dem interdisziplinären Forschungsprojekt „CAIRO – context aware intermodal routing" wurden mit der Deutschen Bahn und Industriepartnern technische Lösungen entwickelt, die es Nutzern erlauben, Abfragen raum- und zeitabhängig zu generieren. An wichtigen Stationen der Reise – zum Beispiel Umstiegspunkte – werden zu diesem Zweck relevante Informationen unterschiedlicher Quellen, etwa Fahrpläne, Durchsagen oder Standorte von Waren- und Dienstleistungsanbietern, auf das Mobilgerät abgebildet. Die Anwendung wird mit einer stationären Web-Applikation vernetzt, die Informationen zu örtlich verfügbaren, zielgruppenspezifischen Mobilitätsangeboten, Aktivitäten und Reisezielen anzeigt.

Aufgabe des Teilprojekts „Navigation und Lokalisierung" war es, die kontextabhängige mobile Information für Reisende durch Personalisierung, Ortung und Routing intelligent zu verknüpfen. Hierfür müssen Nutzer physikalisch (Geo-Koordinaten) und logisch (Zuordnung von Adresse, Gebäude und Raum)

Foto: Peter Winandy

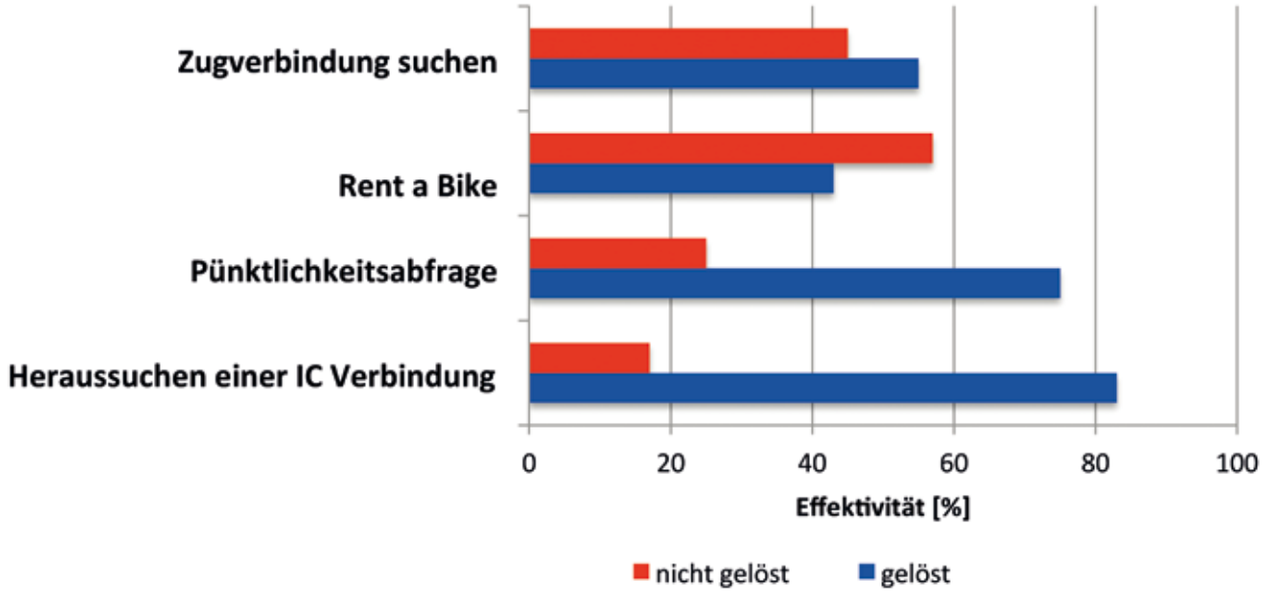


Bild 2: Effektivität bei der Bearbeitung der Navigationsapp.

geortet werden. Die Ortung bietet die Grundlage für ein statisches und dynamisches Routing, um Fahrplandaten abzubilden und Routen bei Verspätungen zu modifizieren. Teilziele betrafen die Lokalisierung von Nutzern im Freien, in Gebäuden und in Fahrzeugen über ihr Endgerät, die Bestimmung des Nutzerkontextes wie räumliche Umgebung, geplante oder aktuelle Tätigkeit und Uhrzeit über ihr Endgerät sowie die statische und dynamische Routenplanung mit einer Planungs- und Navigationsapp auf dem Smartphone.

Im Teilprojekt „Konzeption und Entwicklung einer benutzerfreundlichen Applikation“ wurde aus kognitiv-ergonomischer und sprachlich-kommunikativer Sicht untersucht, wie solche Systeme gestaltet sein müssen, um von Älteren akzeptiert und genutzt zu werden. Die empirischen Studien fokussierten die Bedienbarkeit der App und die Informationsdarstellung auf dem Display des Smartphones. In mehreren Iterationen wurde geprüft, ob Reisende mit dem System die gewünschten Funktionen bewältigen können und wie das System bewertet wird.

Bild 2 zeigt die Ergebnisse für die erste Iteration. Die Ergebnisse wurden an die Interfacedesigner gemeldet und das System in mehreren Optimierungsschleifen verbessert.

Interessanterweise orientierte sich die Bewertung der Informationsdarstellung der Auswahlmenüs, Abfahrts- und Ankunftszeiten und Umsteigeoptionen an der Website der Deutschen Bahn, die offenbar eine Art Leitmedium für Reiseinformation darstellt. Je höher die Übereinstimmung der erwarteten Muster mit denen der App, desto höher fielen die Akzeptanzwerte aus.

Wer neue digitale Angebote entwickelt, scheint gut beraten, vorab zu erheben, woran sich die Erwartungshaltung seiner Klientel orientiert. Eine interessante Frage ist, wann und warum Artefakte den Status von Leitmedien erhalten und wann und warum sie ihn verlieren.

Zukünftige Herausforderungen ergeben die Kombination und Zusammenführung mobiler multimodaler Informations-, Kommunikations- und Interaktionsangebote verschiedener Mobilitäts-Anbieter in einem Nutzernetz und die Harmonisierung einerseits ähnlicher, andererseits differierender Interfaces für integrierte Mobilitätssysteme, also Bahn, Bus, Mietwagen, Taxi, Fahrrad und Flugzeug. Sie sind Gegenstand des interdisziplinären Projektes „econnect Germany“, einem Leuchtturmprojekt der Elektromobilität, in dem neuartige mediale Werkzeuge für innovative Verkehrs- und Energiekonzepte entwickelt werden, die App-basiert genutzt werden können. Am Standort Osnabrück wird Elektromobilität, beispielsweise ein Car Sharing System für Elektromobile, in bestehende Verkehrssysteme integriert mit dem Ziel, die Bevölkerung für regenerative Energien und entsprechende ÖPNV-Angebote zu sensibilisieren. Teil des Projektes ist die Entwicklung eines mobilen Fahrgastinformationssystems CityNavigator, das mit nutzerzentrierten Anforderungen abgestimmt ist.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.phil. Eva-Maria Jakobs betreut das Lehr- und Forschungsgebiet Textlinguistik und Technikkommunikation.
Dr.rer.nat. Karl-Heinz Krempels ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informatik 5 (Informationssysteme und Datenbanken).
Univ.-Prof. Dr.phil. Martina Ziefle ist Inhaberin des Lehrstuhls für Kommunikationswissenschaften.

Dirk Vallée

Bus oder Bahn?

Gesellschaftliche Veränderungen, die Vielfalt persönlicher Lebensgewohnheiten, wachsende Flexibilität von Wohn- und Arbeitsplatzstandorten sowie Einkaufs- und Freizeitaktivitäten führen zu einer zunehmenden individuellen Mobilität. Die Nutzung des Autos deckt diese Bedürfnisse zwar flexibler und oft wirtschaftlicher ab als der Öffentliche Personennahverkehr ÖPNV, aber der motorisierte Individual- sowie der Güterverkehr verursachen massive Umweltbelastungen, insbesondere Lärm und Abgase. Um die geforderten Grenzwerte europäischer Luftreinhalte- und Umgebungslärmrichtlinien einzuhalten, müssen viele Städte Umweltzonen mit Fahrverboten und Geschwindigkeitsreduzierungen einrichten. Von ganz besonderer Bedeutung für die Angebotsgestaltung bei urbanen Verkehren sind der demografische Wandel sowie die oft knappe Finanzsituation der Kommunen. Darüber hinaus muss mit einer deutlichen Einschränkung der frei verfügbaren Einkommen gerechnet werden, was sich auf das Mobilitätsverhalten auswirken wird. Prinzipiell wäre zu erwarten, dass dadurch eine erhöhte Preissensitivität der Bevölkerung oder persönliche Einschränkungen – wie weniger Verkehr – die Folge sind. Bisher lassen sich dafür allerdings keine eindeutigen Trends erkennen. Für den ÖPNV hat das zur Konsequenz, dass die Möglichkeiten für Tarifsteigerungen begrenzt sind und bei Familien- oder Gruppenreisen der Pkw wegen der subjektiv wahrgenommenen geringeren Betriebskosten vorgezogen wird, was wiederum Fahrgastrückgänge erwarten lässt.

Innovationspotenziale und -erfordernisse von Bus- und Bahnsystemen

Eine nachhaltige urbane Mobilität muss somit folgenden Anforderungen genügen: Nutzerfreundlichkeit, soziale Sicherheit, Barrierefreiheit aufgrund der Alterung der Bevölkerung; leiser und emissionsarmer Betrieb aufgrund der zunehmenden Umwelt- und Umfeld anforderungen in den Städten; geringe Betriebs- und Investitionskosten aufgrund der zuvor dargestellten ökonomischen Entwicklungen.

Die zentrale Herausforderung besteht zudem darin, auf Veränderungen bei der Nachfrage und hier insbesondere bei Rückgängen möglichst flexibel reagieren zu können. So rechtfertigten sich hohe Investitionen in langlebige Infrastrukturen immer seltener beziehungsweise nur noch bei erkennbaren langfristig hohen Auslastungen. Insofern ist der Neu- und Ausbau von Stadt- und U-Bahn-Systemen nur noch in Ballungsräumen mit schon heute hohen Nachfragen oder deutlichen Kapazitätsengpässen zu rechtfertigen. In jedem Fall sind vor jeder Investition sowohl die Systemfrage als auch die Ausbaustufen auf mittel- und langfristige Risiken eines Nachfragerückgangs zu prüfen. Diese Analysen müssen auch die Berücksichtigung der Unterhaltungskosten und der Re-Investitionen im Sinne einer Life-Cycle-Betrachtung umfassen, denn finanzielle Förderungen dafür sind eher unwahrscheinlich.

Zu erwarten ist, dass die hohe Flexibilität und leichtere Anpassungsfähigkeit der Bussysteme zukunftsfähiger ist als die von Bahnsystemen. Zudem sind Bus-Systeme aus ökonomischer Sicht vorteilhafter als schienengebundene, da sie geringere beziehungsweise keine Infrastrukturkosten für die Fahrwege verursachen, flexibel auf Nachfrageschwankungen oder Änderungen der Streckenführung angepasst werden können und die Gesamtkosten je Fahrzeugkilometer deutlich niedriger sind.

Aber die heute üblichen, mit Verbrennungskraft angetriebenen Busse, haben auch Nachteile, wie zum Beispiel die Abgas- und Lärmemissionen sowie die eingeschränkten Platzkapazitäten. Oberleitungs- beziehungsweise Trolleybusse sowie Hybridbusse gleichen diese Nachteile zum Teil aus, verursachen aber höhere Investitions- und auch Betriebskosten. Bussysteme bewältigen in der Regel bis zu 20.000 Fahrgäste pro Linie und Tag. Bei infrastruktureller Flankierung mit Busspuren und Priorisierungen sowie dichtesten Takten und Großraumfahrzeugen können bis zu 60.000 Fahrgäste pro Tag und Line erreicht werden. Straßen- und Stadtbahnen sind regelmäßig in der Lage, bis zu 50.000 oder gar 100.000 Fahrgäste pro Tag und Linie zu bewältigen. Die Betriebskosten aus Fahrzeugvorhaltung und -wartung sowie Personal- und Energiekosten erreichen bei so hohen Nachfragewerten für beide Systeme ähnliche Dimensionen. Allerdings genießen Bahnsysteme aufgrund des höheren Komforts eine höhere Akzeptanz und lassen damit eine bessere Ausschöpfung der Nachfragepotenziale erwarten.

Hinsichtlich der Umweltwirkungen sind elektrische Bahnsysteme vorteilhafter, da sie lokal keine Abgasemissionen verursachen und auch leiser sind als Busse mit Verbrennungskraftantrieb. Im herkömmlichen Strom-Mix in Deutschland ist die Gesamtbilanz hinsichtlich des CO_2-Ausstoßes oder auch der Schadstoffe für die Bahnen günstiger. Hinsichtlich Nutzerfreundlichkeit und Barrierefreiheit verfügen beide Systeme über gleichwertige Ausstattung, was aber bei Bussystemen kaum konsequent umgesetzt wird. Verbesserungserfordernisse sind bei Bussystemen insbesondere bei der Verfügbarkeit und Pünktlichkeit sowie der Fahrgastinformation zu sehen. Während bei Bahnsystemen dynamische Haltestelleninformationen und Anschlussinformationen an Haltestellen schon fast zum Standard zählen, ist dieses in Bussystemen nur selten vorhanden. Zudem leiden Bussysteme unter einer erhöhten Verspätungsanfälligkeit, weil sie den Störungen durch den Straßenverkehr an den innerstädtischen Knoten und auf vielen Strecken stärker ausgesetzt sind als Bahnsysteme, die häufiger über einen eigenen oder besondere Bahnkörper verfügen als Busspuren vorhanden sind. Das System Bus müsste hier stärker als System erkannt und in allen seinen Komponenten optimiert werden, was bei Neu- und Ausbauten von Bahnsystemen Standard ist. Beispiele hierfür stellen Express-Bus-Systeme in vielen lateinamerikanischen Städten dar.

Konzepte und Chancen zur Lösung urbaner Verkehrsprobleme

Foto: Peter Winandy

Zukunftsfähige Bus- und Bahnsysteme

Vernetzung, Umweltqualität, Umfeldeinbindung und Kostenoptimierung sind somit die wesentlichen Herausforderungen für zukunftsfähige urbane Transportsysteme. Dazu tragen Entwicklungen wie Großraumbusse mit induktiver Spurführung bei, wie beispielsweise das System Phileas im niederländischen Eindhoven, moderne Trolley-Systeme in Zürich, Esslingen oder Solingen, Elektro- und Hybridbusse sowie der in Frankreich praktizierte Ansatz eines umfassenden „Urban Design" von Fahrzeugen, Trassen, Stationen und des Umfeldes beim Neu- und Ausbau städtischer Bahnsysteme. Induktive Stromübertragung für Bahnen tragen dazu bei, die oft aus städtebaulicher Sicht nachteiligen Wirkungen der Oberleitungen zu überwinden.

Aus betrieblicher und Kundensicht sind bei Bussystemen allerdings umfangreiche Verbesserungen erforderlich, um diese auch langfristig attraktiv zu gestalten und an die wachsenden Komfortbedürfnisse der Kunden anzupassen. Aufgrund der Wettbewerbssituation zu immer komfortabler ausgestatteten Pkws und Innovationen bei Fahrrädern, wie beispielsweise Pedelecs, müssen auch bei Bussystemen Innovationen und Qualitätsverbesserungen erfolgen, um die Wettbewerbsfähigkeit zu

Bild 1: Mobilitätsverbund
Quelle: Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr

erhöhen. Solche Innovationen betreffen in erster Linie leisere, abgasärmere und komfortablere Fahrzeuge mit vielen Sitzplätzen und Klimaanlage. Zudem muss der ÖPNV stärker vernetzt werden, um den wachsenden Mobilitätsansprüchen der Menschen zu genügen. Dazu zählen Echtzeit-Fahrgast- und Anschlussinformationen an allen Haltestellen und in den Fahrzeugen, Maßnahmen zur Pünktlichkeitssicherung und zum Verspätungsabbau und vor allem für den Kunden zuverlässige, schnelle und transparente Informationen sowie eine attraktive Tarifgestaltung.

Zwar existieren in vielen Ballungsräumen inzwischen Verkehrsverbünde, jedoch nur selten in ländlichen Bereichen. Insbesondere in strukturschwachen, dünn besiedelten Räumen ist die Vollintegration aller Bedarfs- und Schülerverkehre erforderlich. Insgesamt kann in der Ergänzung der Mobilitätsangebote des ÖPNV um Taxi, CarSharing und Fahrrad-Vermietdienste ein umfassender Mobilitätsverbund, siehe Bild 1, erreicht werden.

Damit kann im Sinne eines One-Stop-Shoppings eine Kundenfreundlichkeit in vergleichbarer Flexibilität, Qualität und Einfachheit zur Pkw-Nutzung erreicht werden. Dazu sind organisatorische Voraussetzungen, Abrechnungs- und Tarifierungskonzepte sowie Verkehrserfassungssysteme erforderlich, die eine deutliche Weiterentwicklung bisheriger Ansätze darstellen.

Schlussfolgerungen und Handlungserfordernisse

Aus den beschriebenen Bevölkerungs- und Finanzentwicklungen sind für die Stadt-, Regional- und Verkehrsplanung folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

1. Planungs-, Unternehmens- und Entwicklungsstrategien dürfen nicht auf die prognostizierbaren kurzen Zeiträume bis 2020 oder 2030 begrenzt werden, besonders in den Räumen, die bis dahin ein Wachstum von Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Verkehr erwarten lassen. Als Beurteilungsgrundlagen sind langfristige und robuste Abschätzungen sowie Sensitivitätsbetrachtungen heranzuziehen. In diesem Zusammenhang sind auch Überlegungen zu Bausteinkonzepten, maximalen Ausbaustufen, qualifizierten Zwischenstadien und gegebenenfalls auch Rückbauplanungen anzustellen.
2. Zur Flankierung und Stützung des ÖPNV ist eine konsequente Abstimmung der Siedlungs- und Verkehrsplanung erforderlich. Integrierte Planungskonzepte zur Siedlungs-, Verkehrs- und Freiraumentwicklung mit fachübergreifenden Konzepten sind robuster gegenüber vielen Herausforderungen im Vergleich zu den bisher bekannten sektoralen Ansätzen. Das Beispiel Stuttgart 21 lehrt, dass eine Planungsbeschleunigung und eine verstärkte öffentliche und transparente Kommunikationsstrategie erforderlich sind. Dadurch können das Bewusstsein für die teilweise bitteren Wahrheiten und restriktiven Notwendigkeiten gestärkt, die Akzeptanz für Lösungen gesteigert und kreative Ideen in die Lösungssuche eingebracht werden. Hier setzt ein neu beginnendes Forschungsvorhaben unter Beteiligung von Kommunikations- und Verkehrswissenschaften mit der Frage an, welches Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren bei Kommunikationsstrategien sind.
3. Im Hinblick auf die zu stärkende Integration von Siedlungs- und Verkehrsplanung werden sich die Herausforderungen dahingehend wandeln, dass die Siedlungen an die vorhandene Infrastruktur angepasst werden. Neue Infrastrukturen und Bahnsysteme lassen sich allenfalls noch in prosperierenden Ballungszentren langfristig auslasten und damit finanzieren und rechtfertigen. Die Umgestaltung bestehender Systeme muss sich an dem Machbaren und der langfristigen Nachfrage orientieren.
4. Die Attraktivität und Lebensqualität von Städten und Stadtregionen, die Teilhabe einer alternden Bevölkerung am täglichen Leben sowie wirtschaftliche Austauschprozesse müssen erhalten und verbessert werden. Dazu bedarf es gemeinsamer Anstrengungen bei allen Verkehrsmitteln, der Siedlungsplanung zur Einhaltung von Umweltqualitätszielen, aber auch der Sicherung von Mobilität und Erreichbarkeit. Hier ist ein regionales Vorgehen mit einem abgewogenen Maßnahmenmix aus Standortplanung, Mobilitäts- und Verkehrsmanagement und der Priorisierung von Ausbaumaßnahmen zum Abbau von Kapazitätsengpässen erforderlich.
5. Ein umfassender Mobilitätsverbund sowie ein integriertes Verkehrsmanagement sind besonders geeignet, die kurzfristig noch anwachsende Nachfrage zu bewältigen. Hier bestehen aber viele Schnitstellen und unterschiedliche Interessen der beteiligten Akteure, was aktuell in einem von der EU geförderten Forschungsprojekt am Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr aufgearbeitet wird. Sie eröffnen zudem nachhaltige Perspektiven für den ÖPNV, ohne in teure und langfristig eventuell nicht finanzierbare Infrastruktur oder Betriebsmittel zu investieren.

Autor:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Vallée hat den Lehrstuhl für Stadtbauwesen und Stadtverkehr inne.

Anzeige

AUCH GROSSE ZIELE?

HEILBRONN – FÜR HELLE KÖPFE & ZUKUNFTSGESTALTER

Heilbronn in 3 Minuten:

Bei einem Weltmarktführer arbeiten?
Die eigene Hightech-Firma gründen?
Spannende Zukunftsprodukte entwickeln?

www.regiojobs24.de
www.innovationsfabrik.de
www.wohlgelegen.de

Standort Heilbronn
Create your Business!

Kontakt:
Stabsstelle Wirtschaftsförderung
Tel.: 07131 / 56-2277
wirtschaftsfoerderung@stadt-heilbronn.de

Stadt Heilbronn

Heilbronn-Franken
Baden-Württemberg

Lutz Eckstein, Philipp Themann, Adrian Zlocki

Sicher und zügig

Fahrerassistenzsysteme gestalten eine

Mobilität wird häufig als Grundbedürfnis des Menschen angesehen und folglich von der Gesellschaft gefordert. Das deutsche Bruttoinlandsprodukt korreliert stark mit der erbrachten Beförderungsleistung, was zum Ausdruck bringt, dass auch der Wohlstand einer Gesellschaft durch den Faktor Mobilität beeinflusst wird. Dem persönlichen, sozialen und ökonomischen Nutzen der Mobilität müssen die durch die Gesellschaft getragenen Aufwände und Nebeneffekte gegenübergestellt werden. Diese manifestieren sich hauptsächlich durch den hohen Energiebedarf sowie unerwünschte Emissionen und Verkehrsunfälle, siehe Bild 1. Die Reduzierung der Anzahl von Verkehrstoten bleibt eine wesentliche Herausforderung im Straßenverkehr, da weltweit jährlich mehr als 1,2 Millionen Menschen bei Verkehrsunfällen sterben.

Die Adaption der Automobilhersteller an diese Rahmenbedingungen wird durch die Politik gefördert. Neben Anreizen für den Käufer zum Erwerb eines umweltfreundlichen Fahrzeuges existieren Regularien zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs. Die Nichteinhaltung der Emissionsobergrenze von 130 g CO_2/km führt dabei ab dem Jahr 2015 zu Strafzahlungen. Dieses dynamische Umfeld bestimmt die Rahmenbedingungen und die

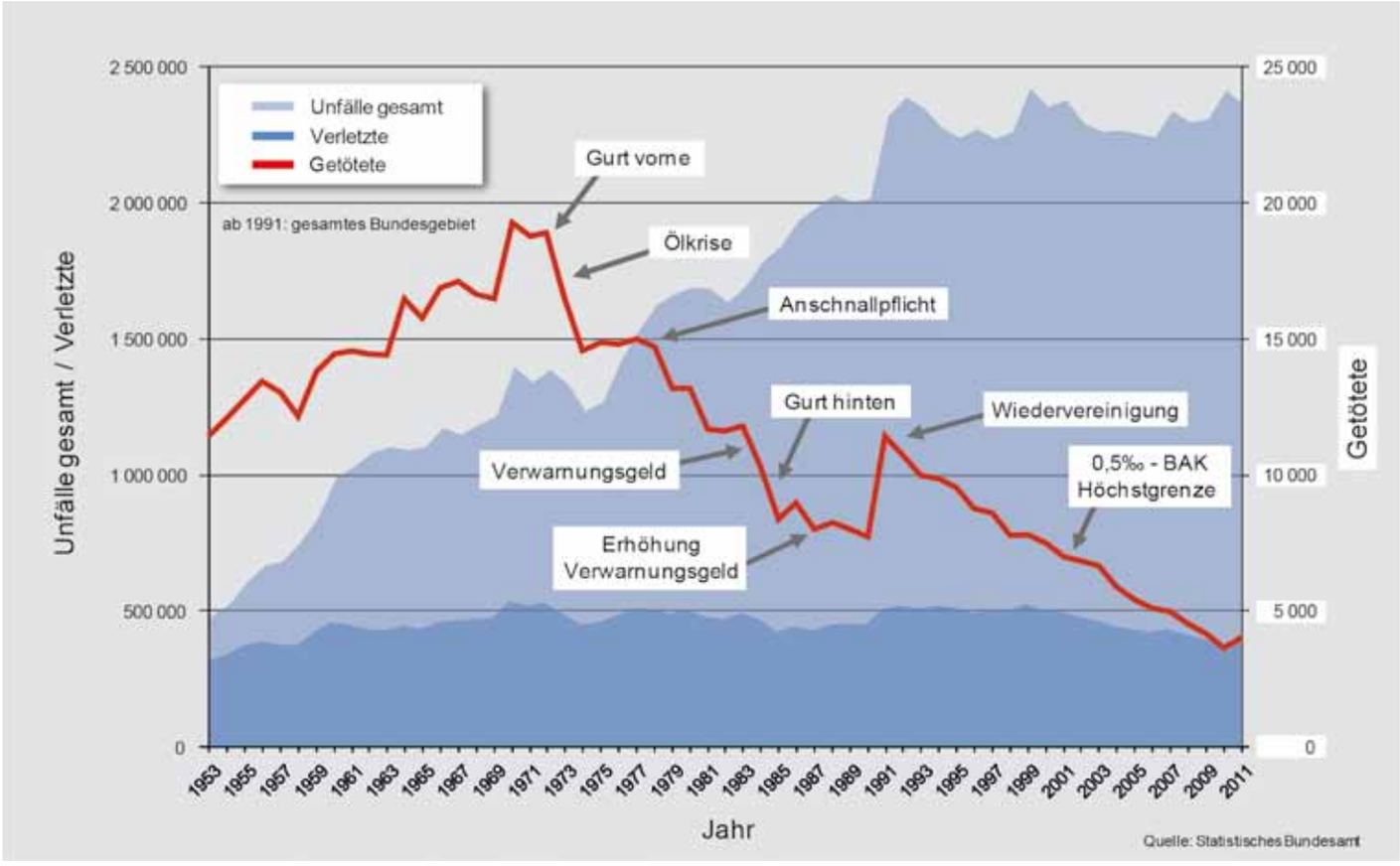


Bild 1: Entwicklung der Zahl der Verkehrsunfälle und Getöteten in Deutschland.

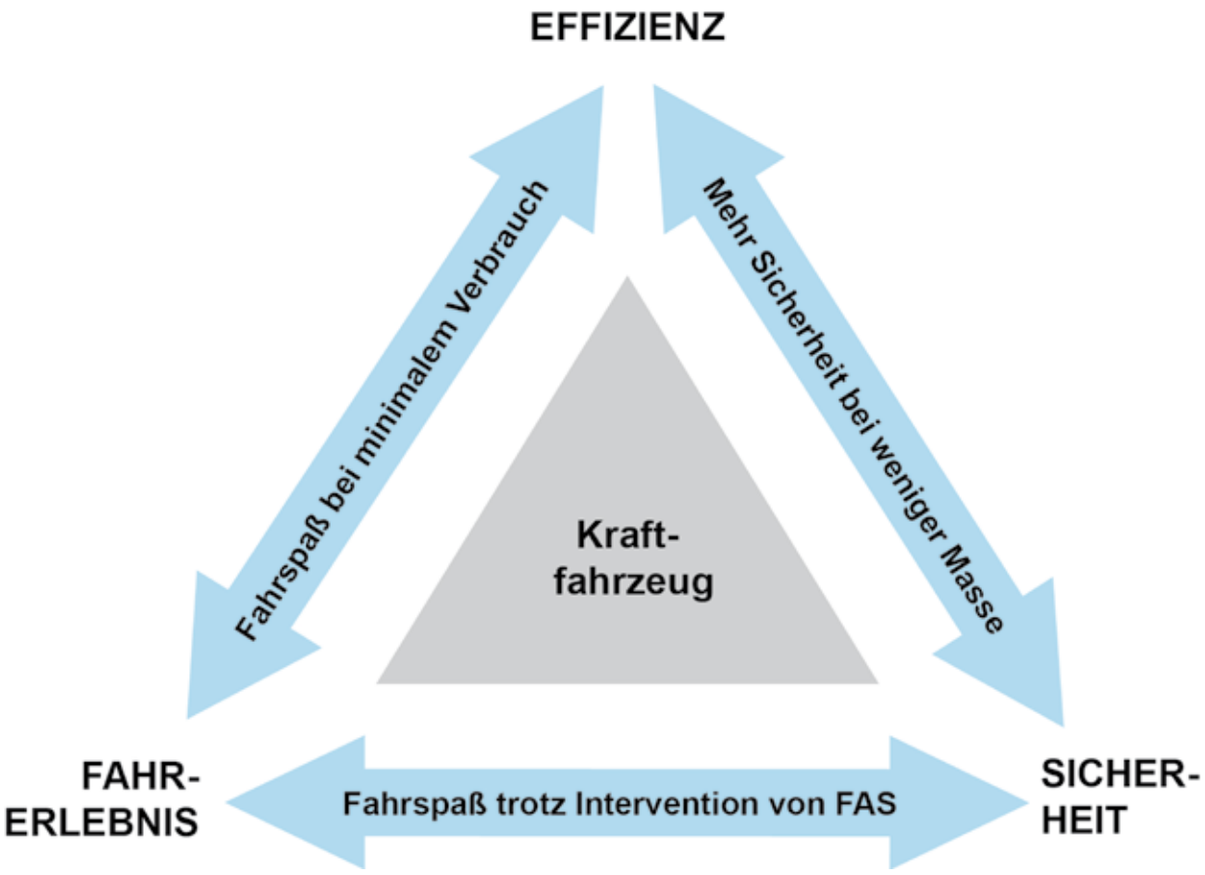


Bild 2: Das Spannungsfeld künftiger Anforderungen an das Kraftfahrzeug. FAS steht für Fahrerassistenzsysteme.

Notwendigkeit zur Entwicklung neuer technischer Systeme. Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit hat die Europäische Kommission für 2020 eine Reduktion der Anzahl der Getöteten um 50 Prozent ausgehend von 2010 vorgegeben. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, alle Potenziale zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auszureizen. Die Möglichkeiten der passiven Sicherheit sind bereits heute schon sehr gut umgesetzt, bieten aber dennoch weitere Optionen. Maßnahmen der aktiven Fahrzeugsicherheit mit dem Ziel der Unfallvermeidung eröffnen hingegen ein ungleich größeres Potenzial und sind zudem mit geringeren volkswirtschaftlichen Kosten verbunden. Fahrzeuge sollten dabei natürlich auch die spezifischen Kundenanforderungen nach einem komfortablen und sportlichen Automobil erfüllen. Insgesamt muss das Kraftfahrzeug heute folglich die drei Hauptanforderungen nach Effizienz, Fahrsicherheit und Fahrerlebnis erfüllen, wobei sich diese teilweise konträr zu einander verhalten, siehe Bild 2.

Unterstützung des Fahrers bei der Bewältigung der Fahraufgaben

Seit Beginn seiner Entwicklung – häufig auf die Erteilung des Deutschen Reichspatents an Carl Benz am 29. Januar 1886 datiert – haben Systeme Einzug in das Automobil gehalten, die den Fahrer bei der Bewältigung seiner Fahraufgabe unterstützen sollen. Viele dieser Systeme, die zu ihrer Zeit große Fortschritte darstellten, sind aus keinem modernen Fahrzeug mehr wegzudenken: Anlasser, Bremskraft-

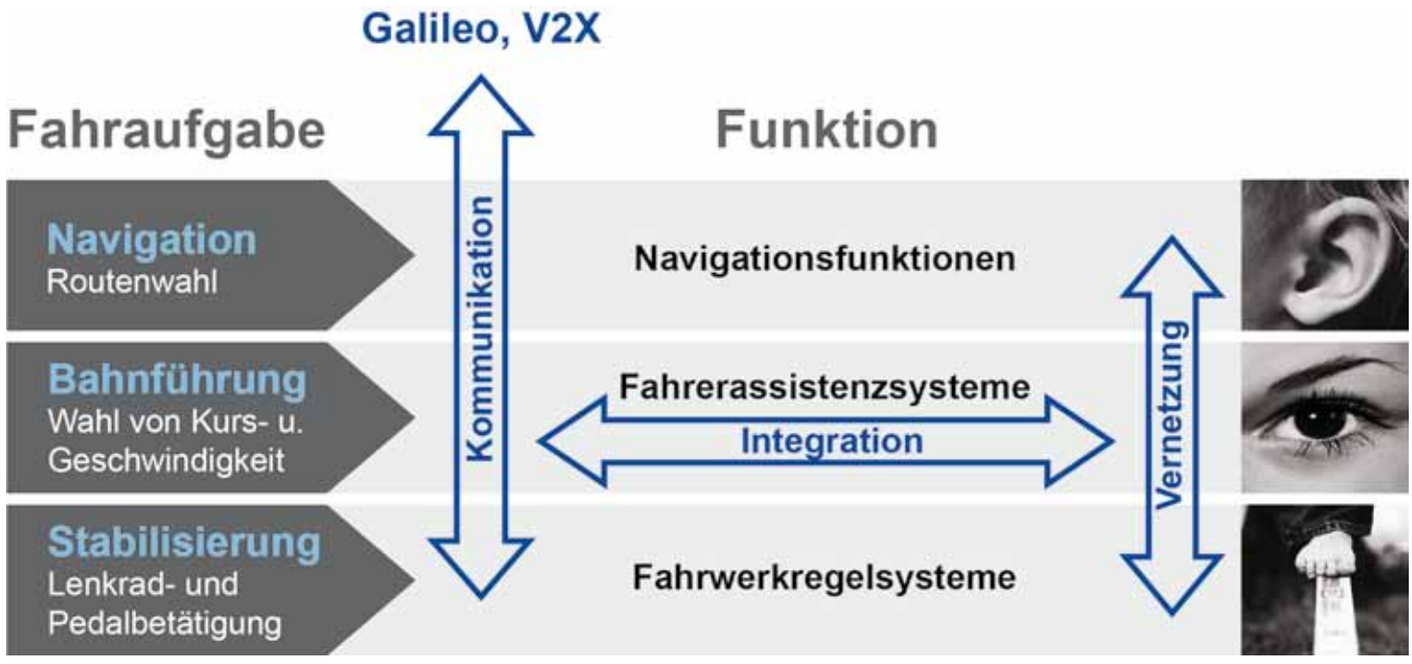


Bild 3: Zuordnung von Assistenzfunktionen zu den drei Ebenen der Fahraufgabe.

Bild 4: Wirkung von Fahrerassistenzsystemen im Regelkreis Fahrer-Fahrzeug.

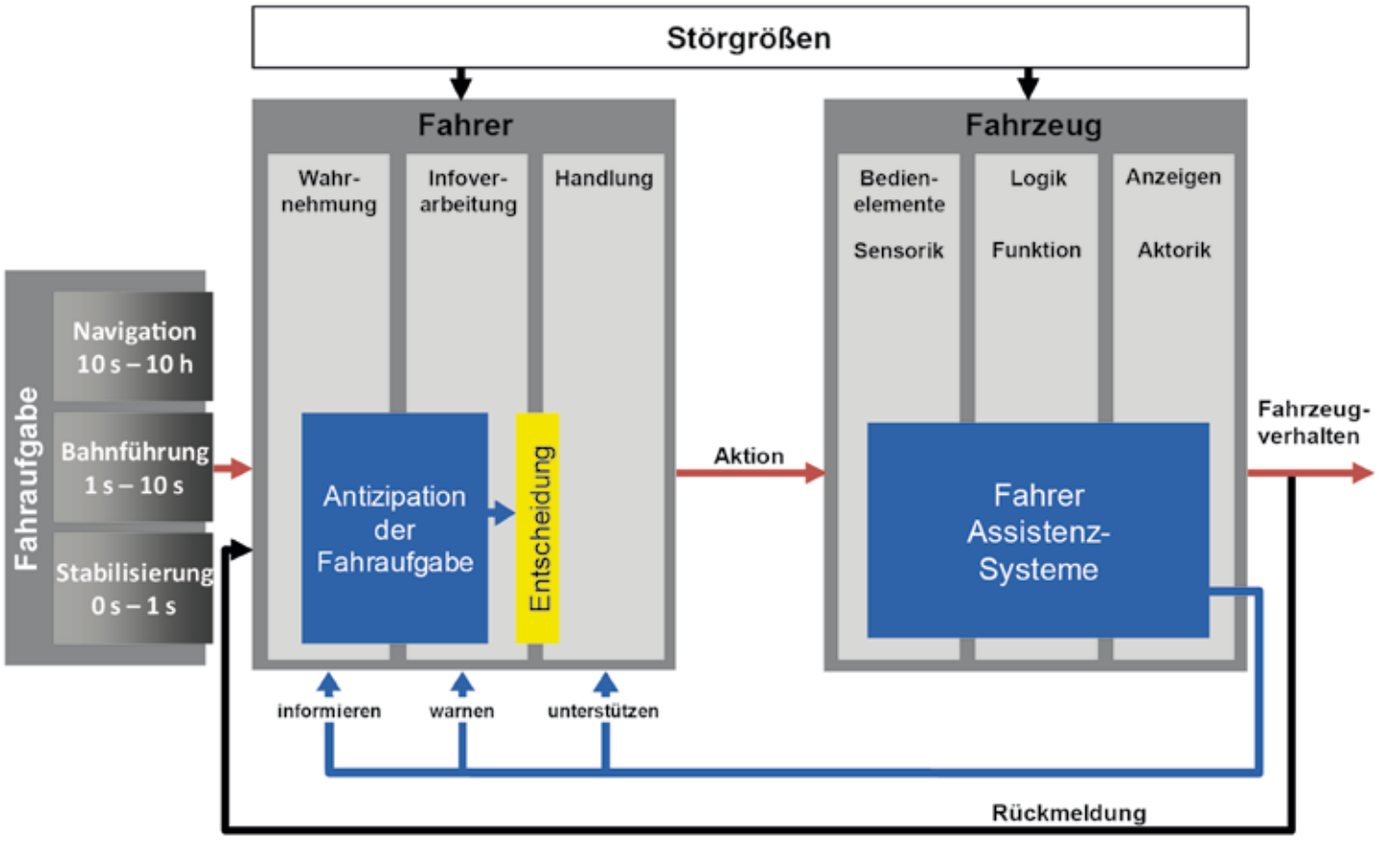


Bild 5: Automatische Notbremsung in der Anwendung Foto: Peter Winandy

verstärker oder Servolenkung bedürfen als Ausstattungsmerkmale heutzutage keiner gesonderten Erwähnung mehr.

Heute wie damals zielen Assistenzsysteme auf die Unterstützung des Fahrers ab. Er steht im Mittelpunkt des Verkehrsgeschehens, da er gemäß der Wiener Konvention für das Führen des Kraftfahrzeugs ultimativ verantwortlich ist. Die Fahraufgabe lässt sich dabei gemäß dem Drei-Ebenen-Modell in entsprechende hierarchisch gestufte Hauptfahraufgaben einteilen:

• Auf der Navigationsebene entscheidet der Fahrer über seine Route innerhalb eines bestehenden Straßennetzes, die er während der Fahrt verfolgt. Der Zeitbedarf für Aufgaben aus dem Bereich Navigation kann entsprechend der Fahrtdauer bis zu mehreren Stunden betragen. Der minimale Zeitbedarf liegt etwa bei 10 bis 30 Sekunden und orientiert sich an der Zeit, die benötigt wird, um sich anhand von Hilfsmitteln zu orientieren und eine Navigationsentscheidung zu fällen. Fahraufgaben, die der Navigationsebene zugerechnet werden, sind also in der Regel nicht zeitkritisch.

• Auf der Bahnführungsebene wählt der Fahrer entsprechend dem von ihm wahrgenommenen Straßenverlauf und dem umgebenen Verkehr eine Sollgeschwindigkeit und auch einen Sollkurs einschließlich der Entscheidungen, beispielsweise zu überholen oder anzuhalten. Die Zeitkonstante von Fahraufgaben auf der Bahnführungsebene liegt zwischen einer und zehn Sekunden, das heißt der Fahrer muss die zeitliche Entwicklung der Verkehrssituation mehrere Sekunden antizipieren, um beispielsweise sicher zu überholen.

•Die Umsetzung der auf der Führungsebene gewählten Sollgrößen geschieht auf der Stabilisierungsebene. Hierbei agiert der Fahrer als Regler, indem er die primären Bedienelemente wie Lenkrad, Fahr- und Bremspedal sowie Gangwahlhebel geeignet betätigt. Nachdem das Kraftfahrzeug in Abhängigkeit des Fahrzustands zeitverzögert auf die Fahrereingaben reagiert, muss der Fahrer insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten „vorsteuern“, indem er nicht nur die absolute Abweichung zwischen seinem Wunsch- und dem Istwert, sondern auch deren zeitliche Veränderung in sein Handlungsschema einbezieht.

Folglich kann der Fahrer insbesondere auf der Bahnführungsebene durch geeignete Informationen und Warnungen hinsichtlich der korrekten Antizipation der Fahraufgabe maßgeblich unterstützt werden. Auf der Stabilisierungsebene tragen Fahrdynamikregelsysteme durch eine Linearisierung des Fahrzeugverhaltens zu einer Steigerung der aktiven Sicherheit bei. Bleibt die erforderliche Reaktion des Fahrers dennoch aus, können moderne Fahrerassistenzsysteme unterstützend eingreifen, um einen Unfall möglichst zu vermeiden.

Eine andere Möglichkeit, den Fahrer zu entlasten, stellt die Automatisierung von Teilen der Fahraufgabe bis hin zum hochautomatisierten Fahren dar. Während heute Abstandsregeltempomaten Stand der Technik sind, wird der Fahrer in absehbarer Zukunft die Fahraufgabe beispielsweise auf der Autobahn vollständig an das Fahrzeug delegieren können, sofern die rechtlichen Voraussetzungen dafür gegeben sind.

Konzeption künftiger Assistenzsysteme

Die Konzeption von Fahrerassistenzsystemen geht von der Unfalldatenanalyse und umfangreichen Fahrerverhaltensstudien aus, wie zum Beispiel der so genannten „100-car study“. Auf dieser Grundlage werden der Unterstützungsbedarf des Fahrers analysiert und besonders kritische Situationen identifiziert.

Ausgehend davon gilt es, geeignete Fahrerassistenzfunktionen zu konzipieren, die einerseits im Zusammenspiel mit dem Fahrer die identifizierten Situationen objektiv entschärfen und dabei ein für den Fahrer akzeptables Verhalten zeigen, andererseits in Wechselwirkung mit dem übrigen Verkehr keine negativen Effekte wie zum Beispiel die Destabilisierung einer Fahrzeugko-

Bild 6: Probandin im Fahrsimulator am Institut für Kraftfahrzeuge. Foto: Peter Winandy

lonne hervorrufen. Hierzu werden insbesondere die in Bild 7 dargestellten Methoden eingesetzt. Der dynamische RWTH-Fahrsimulator (links) ermöglicht die Bewertung der Wirksamkeit und Akzeptanz innovativer Systemkonzepte in simulierten, reproduzierbaren Verkehrssituationen durch Erhebung und Analyse objektiver und subjektiver Daten. Die durch die Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen (fka) entwickelte Verkehrssimulation PELOPS (rechts) erlaubt die Analyse des Einflusses neuer Systemfunktionen auf den Verkehrsfluss und dessen Effizienz, wobei sowohl das detailliert modellierte Fahrerverhalten als auch der Anteil der mit dem innovativen System ausgestatteten Fahrzeuge variiert werden können.

Im nächsten Schritt gilt es, das Systemkonzept in einem geeigneten Versuchsträger darzustellen. Bild 8 zeigt links ein mit umfangreicher Sensorik und Aktorik ausgestattetes Versuchsfahrzeug des Instituts für Kraftfahrzeuge (ika), in welchem sich Funktionen vom automatischen Einparken bis hin zum automatisierten Fahren darstellen lassen. Rechts ist eines von mehreren Nutzfahrzeugen des Instituts für Kraftfahrzeuge zu sehen, das zum Beispiel zur Darstellung eines automatisierten Konvois geeignet ist.

Die Entwicklung der Systemfunktionen auf Basis dieser Versuchsfahrzeuge erfordert die Nutzung abgesperrter Testgelän-

de, um Fahrsituationen gezielt darzustellen und dabei ein Risiko für den Versuchsfahrer und andere auszuschließen. Neben der ika-Teststrecke stellt insbesondere das neue ATC-Testzentrum in Aldenhoven eine wertvolle Grundlage für die Erforschung innovativer Systemkonzepte dar.

Absicherung von Fahrerassistenzsystemen

Vor dem Hintergrund immer leistungsfähiger werdender Sensoren, Aktuatoren und Systeme kommt der Absicherung der Systemfunktion einerseits sowie möglicher Fehler und Fehlerauswirkungen andererseits eine wachsende Bedeutung zu.

Während die Bewertung der fahrzeuginternen Fehlerauswirkungen durch so genannte „Hardware-in-the Loop“ Prüfstände erfolgen kann, erfordert die Bewertung der Wirksamkeit, Kontrollierbarkeit und Akzeptanz von Fahrerassistenzfunktionen zwingend den Einbezug des Fahrers, der schließlich unterstützt werden soll.

Nachdem die individuellen Leistungsvoraussetzungen unterschiedlicher Fahrer stark verschieden und zudem zeitlich veränderlich sind, muss ein geeignetes Kollektiv von Versuchspersonen in die Absicherung einbezogen werden. Je nach Fragestellung können solche „Probandenversuche“ im Fahrsimulator, auf einer Teststrecke oder im Rahmen sogenannter „Field Operational Tests“ (FOT) stattfinden.

FOTs bieten die Möglichkeit, den Nutzen von Assistenzsystemen auf einer großen Datengrundlage zu bewerten. Im EU-geförderten Projekt euroFOT wurden serienreife Assistenzsysteme in etwa 1.000 Fahrzeugen europaweit getestet und ihre Wirkung auf Fahrverhalten, -sicherheit, Verkehrseffizienz und

Bild 7: Beispielhafte Methoden für Fahrerassistenzkonzepte: Der dynamische RWTH-Fahrsimulator (links) und die Verkehrssimulation PELOPS (rechts).

Kraftstoffverbrauch bewertet. Alle Fahrzeuge wurden mit Datenloggern ausgerüstet, mit denen alle relevanten Informationen aufgezeichnet, temporär gespeichert und anschließend zu einem zentralisierten Server übertragen wurden. Insgesamt beinhaltete die Aufzeichnung circa 100 Signale. Neben fahrdynamischen Signalen wurden auch Statusinformationen von verschiedenen, im Fahrzeug verbauten Systemen aufgezeichnet.

Für die Wirkungsanalyse in Feldversuchen sind neben den Fahrten mit aktivem System auch Referenzdaten aus Fahrten ohne die Benutzung des Systems erforderlich. Die Versuchsdauer des euroFOT-Feldversuchs betrug zwölf Monate. Die ersten drei dienten als Referenzphase, in der die zu testenden Assistenzsysteme nicht zum Einsatz kamen. In der anschließenden System-Aktiv-Phase wurden die Systeme aktiviert und es den Fahrern überlassen, diese nach Belieben zu nutzen. Zusätzlich zu den objektiven, fahrzeugeigenen Daten, die über den so genannten CAN-Bus zur Verfügung stehen, werden subjektive Daten aus Fragebögen für die Bewertung der Fahrerakzeptanz berücksichtigt.

Nachgewiesene Potenziale zur Steigerung der Fahrsicherheit und Energieeffizienz

Basierend auf den in euroFOT erhobenen Daten ist ein positiver Effekt der Assistenzsysteme ACC (Adaptive Cruise Control) und FCW (Forward Collision Warning) für die Verkehrssicherheit feststellbar. Ein ACC-System regelt die Fahrzeuggeschwindigkeit und hält dabei einen vom Fahrer definierten Abstand zum Vorderfahrzeug ein. Bei einer drohenden Kollision warnt ein FCW-System den Fahrer. Auf Autobahnen verminderte sich durch den Einsatz der Assistenzsysteme die Anzahl kritischer Abstände um 73 Prozent. Als Folge des sichereren Abstandsverhaltens ist auch eine geringere Frequenz von starken Bremsvorgängen (minus 67 Prozent) festzustellen. Zwei von drei starken Bremsungen können durch die Nutzung des ACC vermieden werden. Ähnliches gilt für die Anzahl kritischer Ereignisse bei Fahrten auf der Autobahn. Die kritischen Ereignisse, die aufgrund der Bewegungsgrößen des Fahrzeugs detektiert wurden, zeigen einen Rückgang um mehr als 80 Prozent.

Bild 8: Fahrerassistenz-Versuchsträger des Instituts für Kraftfahrzeuge.

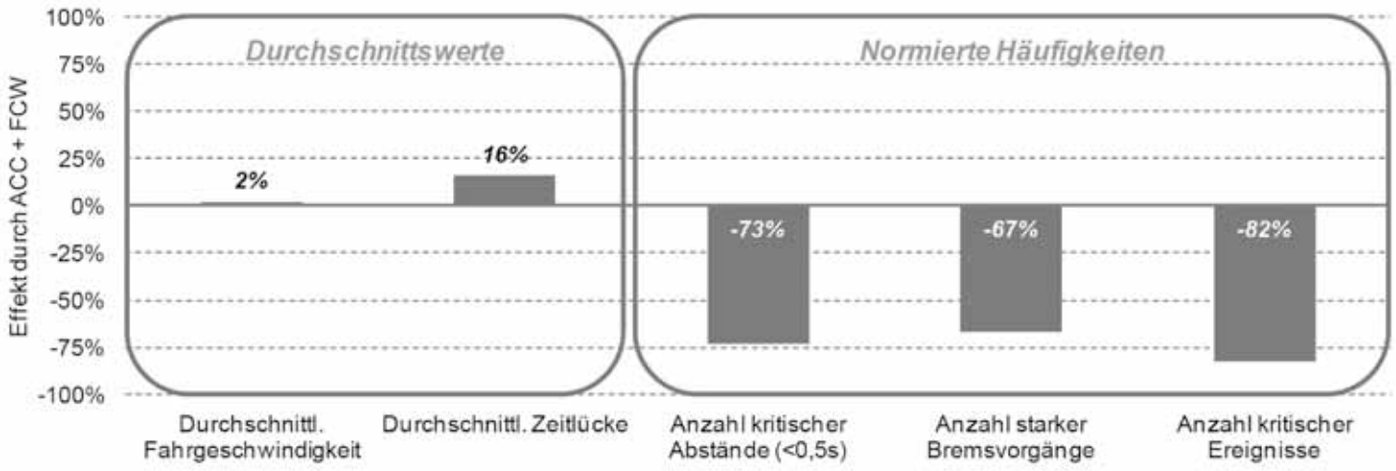


Bild 9: Die im Rahmen des euroFOT Feldversuches erhobenen Daten zeigen deutliche Sicherheitseffekte durch den Einsatz der Assistenzsysteme Adaptive Cruise Control (ACC) und Forward Collision Warning (FCW) auf Autobahnen.

Neben diesem positiven Einfluss auf die Fahrsicherheit wurde in der Auswertung der Daten für Autobahnfahrten eine signifikante Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs um 2,77 Prozent festgestellt. Hochgerechnet auf die europäische Pkw-Flotte mit einer Zusammensetzung von circa 62 Prozent benzin- und 35 Prozent dieselbetriebenen Fahrzeugen ergäbe sich basierend auf den Daten des FOT eine Verbrauchsminderung von 1,37 Prozent für Autobahnfahrten, was umgerechnet knapp 700 Millionen Liter Kraftstoff und 1,7 Millionen Tonnen CO_2 entspricht.

Diese Zahlen zeigen exemplarisch, dass Fahrerassistenzsysteme in hohem Maße dazu beitragen können, den Energieverbrauch zu senken und gleichzeitig den Verkehrsfluss optimieren können. Darüber hinaus erhöhen sie die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer, da sie insbesondere die Anzahl der durch menschliches Fehlverhalten verursachten Unfälle zu minimieren helfen.

Zur systematischen Weiterentwicklung effizienter und valider Absicherungsmethoden wurde kürzlich die Juniorprofessur „Kraftfahrzeug Systembewertung“ am Institut für Kraftfahrzeuge ika eingerichtet, welche durch die ZF Friedrichshafen AG gestiftet wurde. Diese zielt auf ein besseres Verständnis und die Operationalisierung des Fahrerverhaltens und der zugrunde liegenden kognitiven Prozesse in enger Zusammenarbeit mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern anderer Disziplinen, insbesondere der Psychologie ab.Folglich erging der Ruf am 1. April 2013 an einen Psychologen, Herrn Dr. phil. Maximilian Schwalm.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein ist Inhaber des Lehrstuhls für Kraftfahrzeuge.
Dr.-Ing. Adrian Zlocki war Geschäftsbereichsleiter Fahrerassistenz am Institut für Kraftfahrzeuge und nimmt diese Funktion jetzt in der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen Aachen wahr.
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Philipp Themann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Fahrerassistenz am Institut für Kraftfahrzeuge.

Anzeige

Lutz Eckstein, Gerrit Geulen,
Matthias Lammermann, Sebastian Mathar

In Zukunft mit Strom

Elektromobilität bildet einen

Die Belastung durch CO_2, Stickoxide, Feinstaub und Geräusche überschreitet in vielen Städten Deutschlands immer wieder die von der EU festgelegten Grenzwerte. Wie die Einführung von Umweltzonen in innerstädtischen Ballungszentren belegt, werden von der Politik weitreichende Maßnahmen ergriffen, um die Belastungen der Luft durch Feinstaub und Abgasemissionen einzudämmen. Der Einsatz von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb kann vor allem in städtischen Ballungszentren zu einer erheblichen Verbesserung der oben genannten Probleme führen. Dort, wo Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb ihre Energie lokal durch die Verbrennung von Kraftstoffen erzeugen und somit vor Ort zur Belastung der Umwelt durch Abgasemissionen und Schwebstoffe beitragen, wandeln elektrisch angetriebene Fahrzeuge Energie, die außerhalb der Ballungszentren von Kraftwerken generiert wird. Somit sind auch nahezu sämtliche Emissionen ausgelagert und fallen nicht vor Ort an. Wenn die elektrische Energie beispielsweise durch Windkraftanlagen oder Wasserkraftwerke bereitgestellt wird, entfallen die Emissionen nahezu gänzlich.

Obwohl elektrische Fahrzeuge von Politik und Gesellschaft folglich gewünscht werden, setzen sie sich im Alltag derzeit kaum durch. Im Juli 2012 waren gerade einmal 1.419 der 296.722 neu zugelassenen Fahrzeuge rein elektrisch. Das von der Bundesregierung gesteckte Ziel, dass bis 2020 in Deutschland 1.000.000 Elektrofahrzeugen angemeldet werden, liegt noch in weiter Ferne. Die Gründe hierfür sind die individuellen Kundenansprüche, insbesondere hinsichtlich Kosten und Reichweite, denen Elektroautos heute noch nicht gerecht werden. Da davon auszugehen ist, dass die Preise der verwendeten Komponenten durch Skaleneffekte und eine optimierte Produktion im Falle einer steigenden Nachfrage noch sinken und Elektrofahrzeuge somit preislich attraktiver werden, bleibt das Problem der geringeren Reichweite. Bedingt durch die niedrige Energiedichte und die hohen Kosten der Energiespeicher sind elektrisch angetriebene Fahrzeuge jenen mit konventionellem Antrieb hinsichtlich ihrer Reichweite unterlegen. Wenngleich der durchschnittliche Fahrer heutzutage weniger als 50 km am Tag mit seinem Auto zurücklegt, schränkt die geringere Reichweite die Attraktivität des Fahrzeugs ein.

Neben dem rein batteriebetriebenen Elektrofahrzeug existieren deshalb zahlreiche Hybridfahrzeuge: Bild 1 zeigt eine Übersicht der aktuell in der Praxis vorzufindenden Varianten: Hybridfahrzeug (HEV), PlugIn-Hybridfahrzeug (PHEV) und vollelektrisches Fahrzeug (BEV). Hybridfahrzeuge zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine Batterie mit einer vergleichsweise geringen Kapazität besitzen. Die im An-

Bild 2: Ebenen, Handlungsfelder und Disziplinen zur Gestaltung zukünftiger Mobilität.

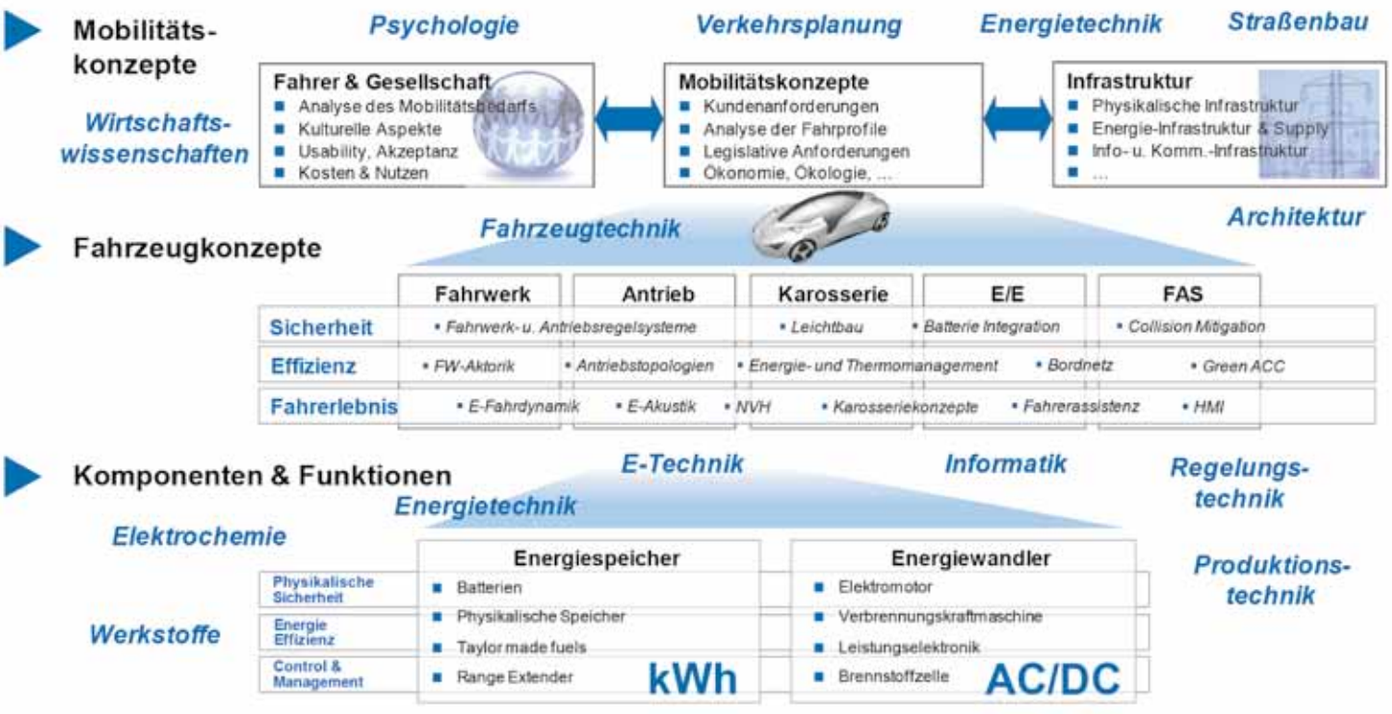
Bild 1: Übersicht aktueller Antriebskonzepte.

- Hybridfahrzeug (HEV):
  - Kleine Batterie
  - 1 bis 2 km elektrische Reichweite
  - keine externe Stromeinspeisung

- PlugIn-HEV / BEV mit Range Extender:
  - Mittelgroße Batterie
  - Externe Stromeinspeisung möglich
  - 25 bis 80 km elektrische Reichweite

- Vollelektrisches Fahrzeug (BEV):
  - Große Batterie
  - Ausschließlich externe Stromeinspeisung
    > 150 km elektrische Reichweite

wichtigen Baustein zukünftiger Mobilität



triebsstrang umgesetzte elektrische Leistung ist ebenfalls gering. Ein Nachladen der Batterie geschieht lediglich durch den Verbrennungsmotor, welcher einen Generator antreiben kann. Eine externe Stromeinspeisung ist nicht vorgesehen.

PlugIn-Hybridfahrzeuge und batterieelektrische Fahrzeuge mit Range Extender sind im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass sie über eine Batterie mit mittlerer Kapazität und einen Antriebsstrang mit mittlerer bis hoher elektrischer Leistung verfügen. Die lokale Stromerzeugung kann entweder durch einen mit dem konventionellen Verbrennungsmotor gekoppelten Generator oder durch ein in Bezug auf den Wirkungsgrad optimiertes Aggregat erfolgen, welches ausschließlich der Stromerzeugung dient und keine mechanische Kopplung mit den Antriebsrädern mehr aufweist (Range-Extender-Konzept). Im Gegensatz zum gewöhnlichen Hybridfahrzeug ist beim PlugIn-HEV und beim BEV mit Range Extender zusätzlich eine externe Stromeinspeisung möglich.

Vollelektrische Fahrzeuge (BEV) zeichnen sich dadurch aus, dass sie ausschließlich über einen elektrischen Antrieb verfügen. Das Fehlen des Verbrennungsmotors inklusive seiner Nebenaggregate reduziert einerseits im Vergleich zu einem HEV signifikant die Komplexität des Antriebsstrangs. Andererseits bringt es jedoch den Nachteil mit sich, dass keinerlei Onboard-Stromerzeugung mehr möglich ist. Möglich ist nur die Rückgewinnung von Bremsenergie (Rekuperation). Sämtliche für den Vortrieb und die Nebenaggregate, wie Heizung und Klimaanlage, Steuergeräte oder Leuchtmittel, eingesetzte elektrische Energie muss von extern in die Fahrzeugbatterie eingespeist werden.

Elektromobilität umfasst weit mehr als das originär batteriebetriebene Elektrofahrzeug: auch PlugIn Hybride, die eine Strecke von zum Beispiel 40 km rein elektrisch zurücklegen und an der Steckdose nachgeladen werden können, sowie Elektrofahrzeuge mit einem Range Extender oder einer Brennstoffzelle zählen dazu, da auch sie ein lokal emissionsfreies Fahren ermöglichen.

Die Forschung und Entwicklung zur Elektromobilität erfordert in wesentlich stärkerem Maße als bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen den Einbezug der Infrastruktur. Dies beginnt beim Städtebau und dem Straßenwesen – quasi der physikalischen Schicht – umfasst aber auch die Energieversorgung und Netze und schließlich den Informationsaustausch beziehungsweise die informatorische Vernetzung, siehe Bild 2.

Kraftfahrzeuge mit elektrischen und alternativen Antrieben werden am Institut für Kraftfahrzeuge (ika) mittlerweile seit über 40 Jahren in der nunmehr dritten Entwicklungsgeneration betrachtet: Die erste Generation stellten Fahrzeugumbauten dar, bei denen der klassische Verbrennungsmotor durch einen elektrischen oder Hybrid-Antrieb ersetzt wurde. Ein Beispiel aus vielen ist das „SmartWheels“-Projekt, in dessen Rahmen am ika ein rein elektrisch angetriebener Minibus aufgebaut wurde.

Die zweite Generation bilden technisch schlüssige Gesamtfahrzeugkonzepte, wie es beispielsweise im Projekt „e performance“ realisiert wurde.

Die dritte Generation rückt mit dem Fahrzeugkonzept „SpeedE“ die erlebbaren Vorzüge der Elektromobilität in den Mittelpunkt der Gestaltung und bringt diese in Einklang mit den komplexen Anforderungen an Effizienz und Sicherheit.

Auf der Ebene der Komponenten und Funktionen spielen bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen die Elektrotechnik und die Elektrochemie eine große Rolle, aber auch andere Disziplinen leisten ihren Beitrag, um effiziente, intelligente und wirtschaftliche Antriebe und Energiespeicher zu erforschen.

Erste Generation: Fahrzeugumbauten

Der Elektroantrieb bietet im Vergleich zu konventionellen, verbrennungsmotorischen Antrieben mehrere Vorteile, wie eine hohe Energieeffizienz, lokale Emissionsfreiheit, ein niedriges Geräuschniveau und die Möglichkeit der Energierückgewinnung beim Bremsen und Bergabfahren. Beispielsweise ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekts „SmartWheels“ von 2009 bis 2012 in einer Kooperation zweier Institute der RWTH ein batterieelektrisch betriebener Minibus aufgebaut worden, der das Potential von elektrisch betriebenen Fahrzeugen im öffentlichen Nahverkehr aufzeigt. Das Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA) hat das Batteriesystem und eine innovative Schnellladevorrichtung entwickelt. Vom Institut für Kraftfahrzeuge wurden das Gesamtkonzept, der Umbau und die Gesamtintegration des Versuchsträgers geleistet, der auf einem Mercedes-Benz Sprinter City 65 basiert.

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) ermöglicht eine für die Nutzer preiswerte und flächendeckende Mobilität. Der überwiegende Teil der in Deutschland im ÖPNV eingesetzten Fahrzeuge wird heute von Dieselmotoren angetrieben. Alternativen hierzu sind Erdgas-, Brennstoffzellen- oder Hybridantriebe sowie ein rein elektrischer Antrieb, der die notwendige Antriebsenergie aus einer Batterie oder einer entsprechenden Infrastruktur, wie zum Beispiel Oberleitungen erhält. Batterien haben jedoch eine verhältnismäßig niedrige Energiedichte, sodass ein damit betriebenes Fahrzeug eine deutlich geringere Reichweite hat als ein verbrennungsmotorisch- oder brennstoffzellenbetriebenes Fahrzeug.

Im Vergleich zu anderen Nutzfahrzeuganwendungen wie dem Fernverkehr zeichnen sich Stadtbuslinien durch eine niedrige Durchschnittsgeschwindigkeit und eine geringe Tageskilometerleistung aus. Zudem werden Stadtbusse in einem örtlich begrenzten Gebiet auf bekannten Strecken eingesetzt, deren Routenführung sich im Laufe der Zeit kaum verändert. Folglich können die Investitionen in die notwendigen Ladestationen begrenzt werden, da diese nur an wenigen Punkten im Liniennetz installiert werden müssen. Durch die angestrebte Möglichkeit der Schnellladung kann das Fahrzeug mit mehreren Ladepausen die durchschnittliche Tageskilometerleistung von Linienbussen erreichen. Innenstadtlinien im Stadtgebiet Aachen sowie eine Überlandstrecke mit ausgeprägtem Höhenprofil zwischen Aachen und der nahegelegenen Eifel sind mit dem Versuchsfahrzeug befahren worden. Ziel war es dabei, die Leistungsfähigkeit des elektrischen Antriebs zu demonstrieren sowie die tatsächliche Reichweite im realen Fahrbetrieb und die notwendigen Ladezeiten zu bestimmen.

Als Versuchsfahrzeug wurde ein elektrifizierter Minibus mit einer Passagierkapazität von 25 Personen verwendet. Der Dieselmotor des Serienfahrzeugs wurde ebenso wie das Automatikgetriebe entfernt und durch einen Hybridsynchronmotor mit einer Maximalleistung von 150 kW ersetzt. Ein einstufiges Planetengetriebe ist an der E-Maschine angeflanscht und verbindet den neuen Antrieb mit der vom Serienfahrzeug übernommenen Starrachse. Die Passagierkapazität ist aufgrund des gestiegenen Leergewichts und der geänderten Gewichtsverteilung gegenüber dem Serienfahrzeug reduziert. Der Austausch des Antriebs erfordert geringe Modifikationen an der Karosserie des Minibusses, der Passagierraum bleibt jedoch unverändert und unterscheidet sich nicht von der dieselbetriebenen Variante.

Die Batterie besteht aus zwei gleich großen Blöcken, die elektrisch parallel geschaltet sind und von einem gemeinsamen Flüssigkeitskreislauf ebenfalls parallel gekühlt oder beheizt werden. Im Batteriekreislauf ist ein sogenannte PTC-Heizelement (Positive Temperature Coefficient) verbaut, um die Batterie bei niedrigen Temperaturen zu erwärmen. Über einen Wärmetauscher kann das PTC-Heizelement auch genutzt werden, um den Innenraum aufzuheizen. Da der Heizbedarf bei einem Bus aufgrund des großen Innenraumvolumens und der häufigen Haltestellenstopps im Vergleich zu einem Pkw sehr groß ist, verfügt der Bus auch über den im Serienfahrzeug eingebauten dieselbetriebenen Zusatzheizer. Die Kraftstoffversorgung erfolgt über einen Zusatztank mit einem Fassungsvermögen von rund 30 Litern. Dadurch wird sichergestellt, dass die Reichweite im Winter nicht durch den Energiebedarf zum Heizen reduziert wird, wenngleich damit geringe, lokale Emissionen verbunden sind.

Die Hochvoltkomponenten des Antriebs, Elektromotor, Antriebsumrichter und Gleichspannungswandler, werden über einen weiteren Kreislauf flüssigkeitsgekühlt. Eine Nutzung der Abwärme erfolgt nicht, da sowohl der Batteriekreislauf als auch der Motorkühlkreislauf ein zu geringes Temperaturniveau haben. Zudem sind die anfallenden Verlustleistungen aufgrund der hohen Antriebseffizienz deutlich geringer als bei einem Verbrennungsmotor.

Der Antriebsstrang wurde so ausgelegt, dass die maximale Zugkraft dem des Serienfahrzeugs im ersten Gang entspricht, um auch bei maximaler Beladung oder Überladung ein Anfahren bei einer Steigung von mehr als 20 Prozent zu gewährleisten. Die Höchstgeschwindigkeit liegt mit 74 km/h nur knapp unter der des Serienfahrzeugs (80 km/h) und ist für einen Stadtbus ausreichend. Eine Änderung der Antriebscharakteristik hin zu einer höheren Endgeschwindigkeit oder einer höheren Zugkraft bei niedrigen Geschwindigkeiten kann mit Hilfe der verschiedenen, serienmäßig verfügbaren Differentialübersetzungen an der Hinterachse erzielt werden.

Bild 3: Im „Smart Wheels"-Projekt entwickelter Elektrobus. Foto: Peter Winandy

Die Antriebseinheit bestehend aus Elektromotor und Planetengetriebe ist im Bereich des für das Serienfahrzeug optional erhältlichen Retarders, einer verschleißfreien Zusatzbremse, eingebaut. Der Antriebsumrichter und die Hochvoltverteilerbox sind unterhalb des Niederflurbereichs zwischen den Längsträgern installiert. Der vordere Batterieblock befindet sich hinter der Vorderachse im Bauraum, der beim Dieselantrieb für die 12 V-Batterie, das Automatik- und das Versatzgetriebe benötigt wird.

Die Hochvoltbatterie kann über ein im Fahrzeug installiertes 230 V-Ladegerät an einer handelsüblichen Haushaltssteckdose aufgeladen werden. Die maximale Ladeleistung von 3 kW bei einer nachzuladenden Energiemenge von ungefähr 35 kWh führt jedoch zu einer Ladezeit von rund zwölf Stunden. Um die Verfügbarkeit und die mögliche Tageskilometerleistung des Fahrzeugs zu erhöhen, ist im Rahmen des Projekts vom ISEA eine Schnellademöglichkeit entwickelt worden. So ist im Fahrzeug eine zweipolige Buchse verbaut, die vom mechanischen Aufbau dem so genannten CHAdeMO-Standard entspricht und Ladeleistungen von bis zu 60 kW bei 400 V Gleichspannung ermöglicht. Beim Laden wird die Buchse über eine Schützbox direkt mit dem Hochvoltzwischenkreis verbunden. Die benötigte Zeit zum Laden kann so auf 35 Minuten reduziert werden, sie hängt jedoch von weiteren Randbedingungen wie der aktuellen Batterietemperatur und dem Ladegrad ab.

Zweite Generation: Gesamtfahrzeugkonzepte

Elektrische Antriebe eröffnen die Möglichkeit, Fahrzeugkonzepte neu zu denken, da die Komponenten frei vom starren Gerüst eines verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs neu angeordnet werden können. Deshalb förderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung ab Oktober 2009 das Forschungsprojekt „e performance“ mit rund 23 Millionen Euro. Ziel war es, eine skalierbare Systemarchitektur für elektrisch angetriebene Perso-

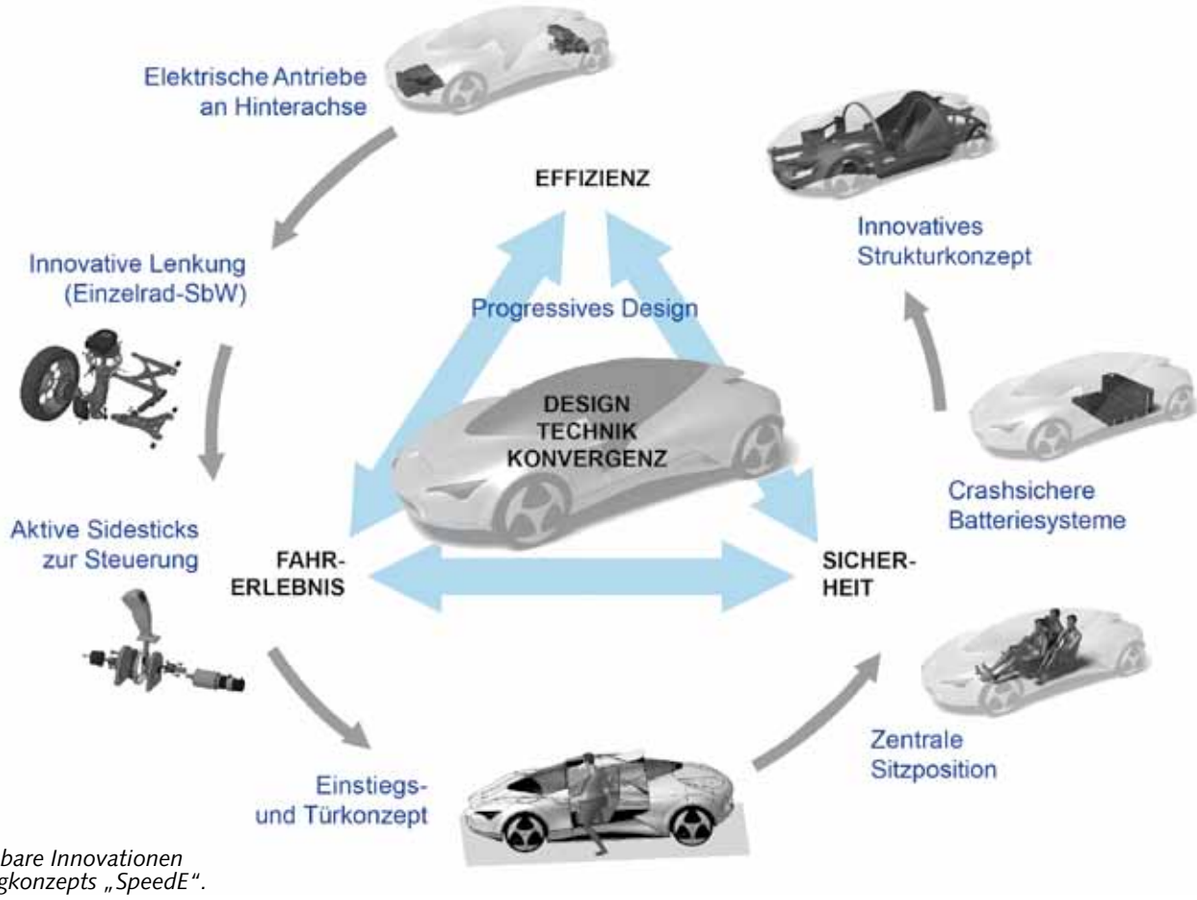


Bild 4: Erlebbare Innovationen des Fahrzeugkonzepts „SpeedE“.

nenkraftwagen zu entwickeln, im Sinne eines flexiblen Technikbaukastens, der auch einen PlugIn-Hybridantrieb beinhaltet. Die Einsatzmöglichkeiten sollen dabei vom Sportwagen über die Limousine bis zum City-Auto reichen. Neben dem ika waren die RWTH-Institute IEM (Institut für Elektrische Maschinen) und ISEA beteiligt. Die Audi AG sowie die Robert Bosch GmbH waren ebenfalls Partner in dem Projekt.

Das Projekt „e performance“ war in zwölf Arbeitspakete aufgeteilt: vom Gesamtkonzept über den Energiespeicher und das Bedienkonzept bis hin zur Fahrdynamikregelung. In den ersten Phasen arbeiteten die Beteiligten vor allem mit hochmodernen Simulationstools, bevor sie Teilmodule und schließlich ein fahrfähiges Auto aufbauten, den so genannten F12. Der Sportwagen sieht von außen aus wie ein Audi R8 der Serienproduktion, er wird jedoch rein elektrisch angetrieben. Innerhalb des modularen Systembaukastens repräsentiert der F12 die Ausführung „e Sport“.

Ein Schwerpunktthema des Projekts stellte die Hochvoltbatterie dar. Im F12 besteht sie aus zwei separaten Blöcken mit insgesamt mehr als 38 kWh Kapazität, die aus 200 Makrozellen bestehen. Diese Makrozellen lassen sich mit ihren schrägen Wänden gegeneinander verschieben und sorgen so bei einem Unfall für besondere Sicherheit. Bei einem Crash absorbieren Aluminiumstrangpressprofile im Batteriesystem einen Großteil der Aufprallenergie. Dieses innovative Sicherheitskonzept hält laut Berechnungen und ersten Versuchen auf Komponentenebene selbst einem seitlichen Pfahlaufprall stand. Beim Antrieb des Forschungsautos wirken drei Elektromotoren unterschiedlicher Bauart zusammen. Sie lassen sich separat ansteuern. Bei langsamer Fahrt ist nur die Synchronmaschine an der Vorderachse aktiv, bei höherem Tempo kommen die leistungsoptimierten Asynchronmotoren an der Hinterachse mit ins Spiel. Gemeinsam erzielen die drei E-Maschinen 150 kW (204 PS) Leistung und 550 Nm Drehmoment. Ihr Zusammenspiel macht den F12 zum vollelektrischen Quattro.

Ein weiteres Novum des Technikträgers ist das schaltbare Hochvolt-Bordnetz. Die beiden Batterien liefern mit 144 beziehungsweise 216 Volt unterschiedliche Ausgangsspannungen. Ein Gleichstrom-Wandler (DC/DC) regelt die erforderliche einheitliche Systemspannung. Im Teillastbereich liegt sie der Effizienz zuliebe bei etwa 200 Volt, mit steigender Leistungsanforderung und Geschwindigkeit erreicht sie bis zu 440 Volt.

Zudem nutzt der F12 eine effiziente Wärmepumpe, die das Thermomanagement für Antrieb und Innenraum übernimmt. Sie temperiert die Batterien situationsabhängig und speichert Wärme auch in den Akkus, um bei der nächsten Fahrt den Innenraum energiesparend aufzuheizen. Der Fahrer des F12 steuert die grundlegenden Funktionen des Antriebs – Parken, Rückwärtsfahren, Leerlauf und Vorwärtsfahren – mit Tasten auf der Konsole des Mitteltunnels. Alle weiteren Bedienschritte laufen über einen Tablet-Computer, der sich aus der Mittelkonsole herausnehmen lässt. Ein frei programmierbares Kombiinstrument stellt alle wichtigen Informationen dar. Dank moderner Entwicklungswerkzeuge und neuartigem Wissensmanagement konnten

Bild 5: 1:1-Modell des Konzeptfahrzeugs „SpeedE" mit Side-Stick-Lenkung. Foto: Peter Winandy

sich die Projektpartner sehr flexibel vernetzen. Die Forscher dokumentierten jeden Aufbauschritt per Kamera und stellten ihre Erkenntnisse auf einem Server allen Kooperationspartnern in ganz Deutschland zur Verfügung. Diese Transparenz und enge Vernetzung machte „e performance" zu einem Forschungsprojekt, das einen starken Einfluss auf den Forschungs- und Industriestandort Deutschland erhöht hat. Auch nach der Fertigstellung des F12 laufen die Partnerschaften weiter. Erste Nachfolgeprojekte haben bereits begonnen, die sich auf spezielle Technikthemen wie das Thermomanagement und die Batteriesicherheit konzentrieren. Einzelne Lösungen wie etwa das Gehäuse aus Kohlefaser für die Heckbatterie haben gute Aussichten, später in Serien gefertigt zu werden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung will auch in Zukunft die Entwicklung neuer Automobilkonzepte unterstützen, vor allem in den Forschungsbereichen Batterie und leistungsfähige Elektroniksysteme bis hin zum Gesamtenergiemanagement.

Dritte Generation: SpeedE
Vor dem Hintergrund der vielfältigen Herausforderungen hinsichtlich der zukünftigen Mobilität haben das Institut für Kraftfahrzeuge und der Fachbereich Transportation Design der Hochschule Pforzheim eine strategische Kooperation vereinbart. Ziel ist die gemeinsame Gestaltung wegweisender Konzepte für zukünftige Kraftfahrzeuge. Die Pforzheimer Professoren James Kelly und Lutz Fügener zeichnen für das Design verantwortlich, die Aachener Fahrzeugingenieure unter Leitung von Professor Lutz Eckstein für die Technik.

Durch diese Kooperation entstehen innovative Fahrzeugkonzepte, die einerseits höchste gestalterische Ansprüche und andererseits die komplexen technischen Anforderungen erfüllen. Das erste Produkt dieser interdisziplinären Zusammenarbeit ist das Fahrzeugkonzept „SpeedE", dessen Exterieur und Interieur von Masterstudenten der Hochschule Pforzheim gestaltet wird. Mittlerweile beteiligen sich auch andere Lehrstühle und Institute der RWTH an diesem Projekt, das seitens der Automobilindustrie als eine hoch innovative Forschungs- und Entwicklungsplattform betrachtet wird.

„SpeedE" läutet die dritte Generation von Elektrofahrzeugen ein, die am Institut für Kraftfahrzeuge entsteht. Das Konzept beinhaltet Innovationen vom kontaktlosen Laden über die Integration von Fahrwerk und Antrieb bis hin zur revolutionären Gestaltung von Exterieur und Interieur. Das sportlich anmutende Fahrzeug wurde im Rahmen des Aachener Kolloquiums Fahrzeug- und Motorentechnik im Oktober 2012 als 1:1-Modell vorgestellt.

Bei diesem Konzept sitzt der Fahrer mittig im Fahrzeug. Dies ermöglicht eine bessere Übersicht sowie ein einfaches Aus- und Einsteigen von beiden Seiten, was besonders im oft unübersichtlichen und engen Stadtverkehr von Vorteil ist. Mit Hilfe von Versuchen und Simulationen wurden Tür und Sitz dahingehend optimiert, dass trotz der größeren Entfernung vom Fahrersitz zur Tür ein bequemes Einsteigen möglich ist.

Ein weiterer Vorzug des „SpeedE" ist seine Lenkung: Diese erlaubt es, die vorderen Räder individuell um 90° einzuschlagen. An den beiden hinteren Rädern befinden sich zwei unabhängige Motoren, welche gemeinsam mit der Lenkung bislang unbekannte Bewegungsformen ermöglichen. So dreht sich das Auto praktisch auf der Stelle und kann auch in engsten Parklücken manövrieren. Die Eingaben hierzu kommen nicht wie beim herkömmlichen Auto von Lenkrad und Gaspedal, sondern von einem intuitiv zu bedienenden Sidestick.

Möglich wird dies alles durch eine völlige Neuentwicklung, ausgehend von den Möglichkeiten, die ein elektrischer Antrieb bietet. Bei der Auslegung wurde neben Effizienz und Sicherheit auch das Fahrerlebnis in den Vordergrund gestellt. Der „SpeedE" soll Spaß machen und sieht daher nicht nur sportlich aus, sondern kann auch in Sachen Leistung mit Sportlichkeit überzeugen. Insgesamt wurde ein Forschungsfahrzeug konzipiert, welches Elektromobilität in Emotionen verwandeln soll.

Trotzdem ist „SpeedE" für das Institut für Kraftfahrzeuge kein Produkt für die Serienfertigung, sondern ein Demonstrator für verschiedene Technologien. Ziel ist es, Aufmerksamkeit für Innovationen zu erzeugen und die vielfältigen Möglichkeiten bei der Entwicklung von Elektrofahrzeugen aufzuzeigen. Der „SpeedE" wird in den kommenden Jahren als Entwicklungsplattform dienen, um zukunftsweisende Konzepte aus dem Bereich der Elektromobilität in ihrer Anwendung zu zeigen.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein hat den Lehrstuhl für Kraftfahrzeuge inne.
Dipl.-Ing. Gerrit Geulen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Elektrik/Elektronik am Institut für Kraftfahrzeuge.
Dipl.-Ing. Matthias Lammermann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Elektrik/Elektronik bei der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen.
Dr.-Ing. Sebastian Mathar war bis Anfang 2013 Teamleiter Energiesysteme und Koordinator Elektromobilität bei der Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH Aachen (fka).

ERC Starting Grant für zwei RWTH-Wissenschaftler

Univ.-Prof. Dr. Dieter Enders vom Institut für Organische Chemie hat einen der hoch dotierten ERC-Advanced Grants des Europäischen Forschungsrates (ERC) erhalten. Die damit verbundene Förderung beträgt fast 2,5 Millionen Euro für fünf Jahre. Der ERC unterstützt mit dieser Förderung die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der „Asymmetrischen Organodomino-Katalyse". Seit etwa der Jahrtausendwende hat sich das Forschungsgebiet der „Organokatalyse" mit atemberaubender Geschwindigkeit entwickelt und kann bereits jetzt als dritte Säule der Katalyse neben der Bio- und Metallkatalyse angesehen werden. Der Vorteil ist hierbei, dass man kleine organische Moleküle, wie beispielsweise die Aminosäure Prolin, als Katalysatoren einsetzen kann. Wenn ein solcher Organokatalysator in einem Reaktionskolben gleich mehrere Reaktionen hintereinander kontrolliert, spricht man von Dominoreaktionen oder auch einer Reaktionskaskade. Dies bringt große Vorteile mit sich, da Zwischenprodukte nicht mehr einzeln im Stop and Go-Verfahren isoliert und gereinigt werden müssen. Die Organodomino-Katalyse ist daher eine sehr umweltfreundliche und kostengünstige Synthesemethode. Sie weckte große Erwartungen in der chemischen Industrie.

Die zweite Auszeichnung des Europäischen Forschungsrates geht an Dr. Twan Lammers, Arbeitsgruppenleiter in der Abteilung für Experimentelle Molekulare Bildgebung am Uniklinikum Aachen und am Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik. Er erhält den Starting Grant für sein Forschungsvorhaben „Neoadjuvant Nanomedicines for vascular Normalization" (NeoNaNo). Der ERC Starting Grant geht an Nachwuchskräfte ab dem zweiten bis dem zwölften Jahr nach der Promotion. Ziel ist der Aufbau und die Stärkung eines unabhängigen exzellenten Forschungsteams. Das von Lammers koordinierte NeoNaNo-Projekt wird mit einem Gesamtvolumen von 1,4 Millionen Euro bis 2017 gefördert. Lammers entwickelt mit Nanowirkstoffen Methoden zur Darstellung des Tumorwachstums, die körperliche Eingriffe wie Schnitte nicht mehr erforderlich machen.

Auszeichnung für Dr. Tobias Sauter

Dr. Tobias Sauter vom Lehr- und Forschungsgebiet Physische Geographie und Klimatologie erhielt den Dissertationspreis des Verbandes der Geographen an Deutschen Hochschulen (VGDH). Dieser wurde vergeben für die beste Doktorarbeit in der Physischen Geographie in Deutschland aus den Jahren 2009 bis 2011. Die Auszeichnung gilt als die bedeutendste ihrer Art in der deutschen Geographie. Die Dissertation mit dem Titel „Application, optimization and uncertainty estimation of global nonlinear nonparametric prediction algorithms: case studies in Physical Geography" erschien 2011. Sauter forschte zur Entwicklung und Bewertung mathematischer Methoden zur Modellierung räumlicher und zeitlicher Strukturen, wie Schneedeckenverteilung in deutschen Mittelgebirgen, Niederschlagsmuster in Nordrhein-Westfalen und dem Wasserabfluss vergletscherter Einzugsgebiete in Patagonien. Dabei hat er so genannte nichtlineare Verfahren, unter anderem neuronale Netzwerke eingesetzt. Um die Ungewissheit in den Zeitreihen und räumlichen Mustern zu analysieren und die physikalischen Zusammenhänge in den geostatistischen Ansätzen zu ergründen, führte er Sensitivitätsstudien durch, bei denen modernste mathematische Ansätze zur Anwendung kamen.

Professor Barben in Bioökonomierat berufen

Univ.- Prof. Dr. Daniel Barben wurde als Mitglied in den Bioökonomierat der Bundesregierung berufen. Der Politik- und Sozialwissenschaftler hat die vom VDI geförderte Professur für Zukunftsforschung und die Leitung des gleichnamigen Lehrstuhls inne. Gemeinsam mit 17 weiteren hochkarätigen Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen der Wissenschaft und der Wirtschaft gibt Barben jetzt Empfehlungen an die involvierten sieben Ministerien zu nötigen Weichenstellungen auf dem Weg zur biobasierten Wirtschaft auf nationaler und internationaler Ebene.

Institut für Biologie II forscht in DFG-Schwerpunktprogramm

Die neuronale Verarbeitung von auditorischen Informationen im Gehirn verstehen ist Ziel eines neuen Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Ein Team vom Lehrstuhl für Biologie II (Zoologie) unter Leitung von Dr. Thomas Künzel arbeitet in den nächsten drei Jahren in diesem interdisziplinären Verbund. Die DFG unterstützt die Aachener Forschung mit 250.000 Euro. Untersucht werden die Nervenzellen in einem auditorischen Kerngebiet der Säuger, dem so genannten Nucleus cochlearis. Die Feinstruktur des Schalls wird hier mit hoher Präzision kodiert, diese Kodierung ist für die weitere neuronale Verarbeitung von großer Bedeutung. Einige Eigenschaften der primären Eingänge zu den Nervenzellen im Nucleus cochlearis sind bisher gut verstanden, welche Auswirkungen andere Eingänge oder gar die Hemmung eintreffender Information auf diese Nervenzellen haben, ist kaum erforscht. Die Arbeitsgruppe untersucht am Modelorganismus der Wüstenrennmaus, wie diese sekundären Eingänge die Nervenzellen im Nucleus cochlearis beeinflussen und was dies für die Weiterleitung der auditorischen Information bedeutet. Mit Hilfe der gewonnen Daten soll ein Modell entwickelt werden, welches das Verständnis verbessert, wie das auditorische System über den weiten Bereich der Umwelt die zeitliche Information derart präzise, schnell und effektiv verarbeiten kann.

Auszeichnung für Peter Quadflieg

Das Parlament der Deutschsprachigen Gemeinschaft Belgiens zeichnete Peter M. Quadflieg mit dem Preis des Parlaments 2012 aus. Quadflieg ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehr- und Forschungsgebiet Wirtschafts-, Sozial- und Technikgeschichte. Die Auszeichnung, die seit 1976 verliehen wird, ist mit 2.000 Euro dotiert. Über die Vergabe entschied eine Jury aus Fachwissenschaftlern und Parlamentariern. Das Parlament würdigt mit der Auszeichnung die Arbeit „‚Zwangssoldaten' und ‚Ons Jongen'. Eupen-Malmedy und Luxemburg als Rekrutierungsgebiet der deutschen Wehrmacht im Zweiten Weltkrieg". In ihr vergleicht Quadflieg anhand von rund 680 Personalakten die Geschichte der Wehrmachtsoldaten aus den beiden Untersuchungsgebieten. Dabei zeichnet er die Sozialstrukturen nach, die beide Gruppen prägten, und untersucht das Verhalten der Soldaten im Spannungsfeld zwischen Anpassung und Widerstand.

Namen

Sonderforschungsbereich zum Internet der Zukunft
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat den Sonderforschungsbereich „MAKI – Multi-Mechanismen-Adaption für das künftige Internet“ bewilligt. Dort arbeiten seit Januar 2013 Wissenschaftler der TU Darmstadt, der University of Illinois und der RWTH Aachen gemeinsam für das Internet der Zukunft. Die Ingenieure, Informatiker und Wissenschaftler der Stadt- und Raumsoziologie wollen die Voraussetzungen dafür schaffen, dass sich zukünftige Kommunikationssysteme sehr viel einfacher und im laufenden Betrieb an Veränderungen anpassen können. Der RWTH-Lehrstuhl für Informatik 4 (Kommunikation und verteilte Systeme) unter Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Wehrle erhält hierzu in vier Jahren Fördermittel in Höhe von rund 650.000 Euro. Sprecherhochschule des Sonderforschungsbereichs ist die TU Darmstadt.

Metallurgen mit Rohstoffeffizienz-Preis ausgezeichnet
Im Namen des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie hat Staatssekretär Dr. Bernhard Heitzer herausragende Projekte aus Wirtschaft und Forschung mit dem Deutschen Rohstoffeffizienz-Preis 2012 prämiert. Dabei sind die Accurec Recycling GmbH aus Mülheim und das Institut Metallhüttenkunde und für Elektrometallurgie der RWTH. Ausgezeichnet wurden sie für die gemeinsame entwickelte Rückgewinnung von Rohstoffen aus elektronischen Altgeräten, insbesondere aus Batterien. Bei diesem Verfahren werden beispielsweise Altbatterien stufenweise erhitzt und verdampft. Die zum Teil umweltsensiblen Stoffe werden während der Verdampfungsphase hermetisch von der Außenwelt getrennt. Das gewährleistet einen sicheren und emissionsfreien Umgang. Außerdem verdampfen Stoffe im Vakuum bei deutlich geringeren Temperaturen, was Energie erspart. Zudem lassen sich die Stoffe selektiver trennen – dieser Effekt kommt der Produktreinheit zu Gute. Von Accurec und den RWTH-Experten wurde für diese Technologie ein ganzheitliches Verwertungskonzept entwickelt.

Stiftung Mercator fördert
Mit ihrem Antrag „Lernen am medizinischen Sammlungsobjekt: Instrumente und Geräte in der ärztlichen (Aus-)Bildung“ gehört die RWTH zu den Gewinnern der Ausschreibung „SammLehr - an Objekten lehren und lernen“ der Stiftung Mercator. 96 Konzepte wurden zur Förderung eingereicht, neun Hochschulen erhalten jetzt eine Förderung durch die private Stiftung. Professor Dominik Groß, Inhaber des Lehrstuhls für Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin und verantwortlich für die Medizinhistorische Sammlung, freut sich über die Bewilligung von 52.000 Euro: „Hiermit finanzieren wir Personal und Sachmittel, um unsere Studierenden auf der Grundlage moderner Lehrkonzepte am medizinischen Sammlungsobjekt zu unterrichten.“

Erster Preis beim Hochschulwettbewerb ZukunftErfinden
Der alljährlich ausgeschriebene HochschulWettbewerb vom MIWF zeichnet Hochschulerfindungen aus, die ein hohes Marktpotenzial für die Praxis aufweisen. Beworben haben sich 131 Forscherteams von NRW-Hochschulen mit ihren Erfindungen. Eine namhafte Jury mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Wissenschaftsministerium ermittelte die vier Preisträger. Der mit 15.000 Euro dotierte erste Preis ging an das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen unter Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Thomas Gries für einen Neuartigen Leichtbauwerkstoff mit hoher Wärmeleitfähigkeit. Das Leichtbau-Composite besteht aus Pech-basierten Kohlenstofffasern, die in einer Wabenstruktur angeordnet sind. Es zeichnet sich durch hohe Wärmeleitfähigkeit (in Faserrichtung) aus, obwohl keine Metallanteile enthalten sind. Diese Eigenschaft gerichteter Pech-basierter Kohlenstofffasern ist bekannt, doch ist die Verarbeitung schwierig. Durch die neu entwickelte Technologie wird eine zerstörungsfreie Verarbeitung der durch eine Kunststoffmatrix geschützten Faserbündel ermöglicht. Die Temperaturbeständigkeit des neuen Werkstoffs reicht je nach Auswahl der Matrix bis 180° Celsius, der Wärmeleitwert liegt mit über 27 W/mK im Bereich legierten Stahles. Der Werkstoff ist überall dort hervorragend geeignet, wo leichte Bauweise und hohe Wärmeleitfähigkeit gefordert sind.

Nachrichten

Carmen Leicht-Scholten in Jury für Deutschen Diversity Preis
Univ.-Prof. Dr.phil. Carmen Leicht-Scholten vom Lehr- und Forschungsgebiet Gender und Diversity in den Ingenieurwissenschaften wurde in die Jury des Deutschen Diversity Preises berufen. Sie hat seit Januar 2012 die Professur an der RWTH inne, die an der Fakultät für Bauingenieurwesen angesiedelt ist. Aufgabe ist es, Gender- und Diversity-Perspektiven in die Breite der ingenieurwissenschaftlichen Fächer hineinzutragen. Das Lehr- und Forschungsgebiet ist weiterhin darauf ausgerichtet, die interdisziplinäre Kommunikation zwischen Technik-, Natur-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften zu intensivieren. Für den Deutschen Diversity Preis 2013 können sich Arbeitgeber und Einzelpersonen bewerben.

Ausgezeichnet werden innovative Projekte, die Diversity und Diversity Management zielgerichtet erfolgreich nutzen und sich für eine Arbeitskultur der Vielfalt in Deutschland einsetzen. Der Preis wird durch McKinsey und die WirtschaftsWoche vergeben. Als Schirmherrin fungiert Dr. Kristina Schröder, Bundesministerin für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Sie gehört gemeinsam mit Prof. Dr. Rita Süssmuth, Frank Mattern (McKinsey) und Roland Tichy (WirtschaftsWoche) als Mitglied der Jury an.

Lothar-Cremer-Preis für Janina Fels
Prof. Dr.-Ing. Janina Fels wurde von der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V. mit dem Lothar-Cremer-Preis ausgezeichnet, dieser wird jährlich für herausragende Leistungen verliehen. Fels erhielt die Auszeichnung für „ihre innovativen und wegweisenden Arbeiten auf den Gebieten der Binauraltechnik und der medizinischen Akustik“. Die Juniorprofessorin für das Fach Medizinische Akustik arbeitet als Gastwissenschaftlerin am Institut für Neurowissenschaften und Medizin, Strukturelle und funktionelle Organisation des Gehirns (INM-1) im Forschungszentrum Jülich. Sie studierte Elektrotechnik an der RWTH und promovierte am Institut für Technische Akustik. Die Wahrnehmung komplexer Schallszenen – beispielsweise von Klassenräumen und Großraumbüros – und deren Verarbeitung stehen im Mittelpunkt ihrer Forschung.

JARA-Seniorprofessor für Karl Zilles
Der Neurowissenschaftler und Mediziner Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h.c. Karl Zilles übernimmt eine JARA-Seniorprofessur. Diese Auszeichnung kann bei herausragenden Verdiensten um die Entwicklung von JARA, der Jülich Aachen Research Alliance, nach dem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst vergeben werden. Damit können Universitätsprofessorinnen und -professoren nach der Pensionierung ihre Forschung sowohl an der RWTH als auch am Forschungszentrum Jülich fortzusetzen. Darüber hinaus werden durch die JARA-Seniorprofessur der Wissensaustausch und die Zusammenarbeit zwischen erfahrenen und jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gefördert.

Seit Jahren arbeitet Karl Zilles zusammen mit Univ.-Prof. Dr. med. Katrin Amunts an einem dreidimensionalen Modell des menschlichen Gehirns, welches auf Tausenden mikroskopisch feinen Gewebeschnitten beruht. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt ist dabei die Analyse der molekularen Grundlage der Signalübertragung in den verschiedenen strukturellen und funktionellen Organisationseinheiten des menschlichen Gehirns und im Gehirn von transgenen Tieren, die als Modelle psychischer und neurologischer Erkrankungen dienen. Die Gewebeproben werden mit Hilfe moderner Bildauswertungsmethoden analysiert. Anschließend wird die unterschiedliche Expression – das heißt das für die Hirnregionen jeweils individuelle Verteilungsprofil der mehr als 20 verschiedenen Rezeptoren für Signalübertragungsmoleküle - in den funktionellen und strukturellen Zusammenhang übertragen. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die Abläufe im gesunden und kranken Gehirn – etwa bei Parkinson, Demenz oder Schizophrenie – besser zu verstehen.

Zilles war von 1998 bis 2002 Direktor des Instituts für Medizin, danach bis Ende 2012 Direktor des Instituts für Neurowissenschaften und Medizin am Forschungszentrum Jülich. Parallel leitete er das C.& O. Vogt Institut für Hirnforschung an der Universität Düsseldorf. Seit August 2007 intensivierte Zilles im Rahmen des neu gegründeten Hirnforschungsverbunds JARA-BRAIN seine Zusammenarbeit mit der Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik am Uniklinikum Aachen.

Namen

Matthias Jarke in CONNECT Advisory Forum
Univ.-Prof. Dr.rer.pol. Matthias Jarke, Inhaber des Lehrstuhls für Informatik 5 (Informationssysteme und Datenbanken) und Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds IuK-Technologien, wurde in das neu geschaffene CONNECT Advisory Forum, kurz CAF, berufen. Dieses soll die Generaldirektion Communications Networks, Content and Technology (CONNECT) der Europäischen Kommission beraten.

Connect ist für die Umsetzung der Digitalen Agenda Europa verantwortlich. Dem CAF gehören 28 Mitglieder an, die aus 350 Kandidaten ausgewählt wurden. Aus Deutschland sind neben Jarke zwei Vertreter der Wirtschaft vertreten. Thematisch unterstützt das Gremium vor allem die Ausgestaltung des Forschungsprogramms HORIZON 2020 in den Bereichen Informatik, Informations- und Kommunikationstechnik. Beispielsweise geht es um die Frage, wie die Informations- und Kommunikationstechnik zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft – wie der demographische Wandel, die Energiewende oder die Sicherheit – beitragen kann. Auch die weitere Stärkung der Innovationskraft der europäischen Informations- und Kommunikationstechnikbranche im globalen Wettbewerb sowie die Exzellenz der wissenschaftlichen Grundlagenforschung in Informatik, Informations- und Kommunikationstechnik sind Ziele der Förderung. Neben der Forschungsförderung gehören auch Fragen der Regulierung, der Vereinfachung der Förderbürokratie und der Analyse von Chancen und Risiken für die Bürgerinnen und Bürger, die sich aus der Informations- und Kommunikationstechnik ergeben, zum Aufgabenfeld des Gremiums.

Studierenden im Wettbewerb zur Marketingkommunikation
Studierende der RWTH und FH Aachen erreichten als „Team Aachen“ bei der 21. GWA Junior Acency den dritten Platz. Die GWA Junior Agency ist ein Nachwuchswettbewerb im Bereich Marketingkommunikation. Im Rahmen des Wettbewerbs arbeiten Studierende einer betriebswirtschaftlichen und einer künstlerischen Fakultät beziehungsweise Hochschule gemeinsam mit einer Werbeagentur. Die Berliner Werbeagentur „Heimat“ war Partnerin der Aachener Studierenden bei ihrer Urheberrechts-Kampagne „LEGAL? ILLEGAL? NICHT EGAL!“. Diese wurde besonders gelobt für den gelungenen Sichtwechsel: Von der Anklage derjenigen, die das Urheberrecht verletzen, hin zur Position als Produzent von Ideen. Beispiele für Ideen waren Kuchenrezepte, Bilder und Texte, die ebenfalls dem Urheberrecht unterliegen. So zeigten die Studierenden einen TV-Spot, in dem „Oma Käthe“ das Rezept ihres Käsekuchens gestohlen wird. Der Spot endete mit dem Aufruf: „Was Ihnen gehört soll auch Ihres bleiben. Respektiere Urheber!“ Seitens der RWTH wurden die Teilnehmer vom Lehrstuhl für Marketing unter Leitung von Univ.-Prof. Dr.oec. Daniel Wentzel betreut.

Rankings bestätigen RWTH
Gleich zwei Rankings bestätigen den Ruf der RWTH: Das Uni-Ranking des Magazins „Wirtschaftswoche“, kürte die Aachener Hochschule zur Nummer Eins in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Die RWTH erzielt in fünf von insgesamt neun Bereichen den Spitzenplatz: In den Bereichen Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Elektrotechnik und den Naturwissenschaften und Informatik ist die RWTH führend. Rund 500 Personalverantwortliche der größten deutschen Unternehmen bewerten im Ranking die Absolventen der deutschen Universitäten. Im Fokus steht die Praxisrelevanz der Studiengänge und die Fragestellung, an welchen Hochschulen die Studierenden optimal auf Job und Karriere vorbereitet werden. Der RWTH Aachen wird erneut eine erstklassige Ausbildung ihrer Absolventinnen und Absolventen sowie eine exzellente Vorbereitung auf ihren späteren Berufsweg bescheinigt.

Das Centrum für Hochschulentwicklung, kurz CHE, veröffentlichte das Ranking „Vielfältige Exzellenz 2012“, bei dem bundesweit die naturwissenschaftlichen Fächer an Universitäten und Fachhochschulen untersucht wurden. Viele Fächer der RWTH Aachen wurden als deutschlandweit führend eingestuft: Die Fachgruppe Biologie ist herausragend im Anwendungsbezug. Dies belegen sowohl die absoluten wie die relativen Drittmittel aus der Privatwirtschaft sowie eine überdurchschnittliche Bewertung des Berufsbezugs durch die Studierenden. Auch bei der Studierendenorientierung gehört die Biologie zu den Besten in Deutschland: Sowohl bei der Studiensituation insgesamt, bei der Betreuung als auch bei der Studierbarkeit gehört sie zur Spitzengruppe. Als besonders forschungsstark wird die Chemie beurteilt. Zur bundesweiten Spitzengruppe gehört sie bei der absoluten und der relativen Vergabe der Drittmittel, den absoluten Zahlen an Publikationen und Promotionen sowie den Zitationen pro Wissenschaftler. Auch beim Anwendungsbezug des Chemie-Studiums gehört Aachen zu den Top-Hochschulen in Deutschland. Die hohen Drittmittel, die die RWTH-Institute aus der Privatwirtschaft erhalten, sind auch ein Grund dafür, dass die Aachener Geowissenschaften als führend im Anwendungsbezug ausgezeichnet wurden. Auch von den Studierenden wird die RWTH geschätzt, dies zeigen die exzellenten Beurteilungen in der Medizin und der Mathematik. Das Mathematik-Studium zeichnet sich nach Meinung der Studierenden vor allem durch eine sehr gute Studierbarkeit und eine hervorragende Studiensituation insgesamt aus. In der Medizin gehört Aachen sogar in allen vier Kategorien zur Spitzengruppe: Bei der Betreuung, dem Lehrangebot, der Studierbarkeit und der Studiensituation insgesamt werden der Hochschule herausragende Bedingungen bescheinigt.

Nachrichten

Zusammenarbeit mit Hochschule Madras
RWTH-Rektor Ernst Schmachtenberg und Professor Bhaskar Ramamurthi, Direktor des Indian Institute of Technology Madras (IITM), unterzeichneten in Berlin ein Memorandum of Understanding. Sie trafen sich dort anlässlich der deutsch-indischen Regierungskonsultationen auf Einladung von Bundesbildungsministerin Johanna Wanka.

Schmachtenberg und Ramamurthi leiten gemeinsam das im Jahr 2010 initiierte Indo-German Centre for Sustainability, kurz IGCS. Dieses wurde am IITM gegründet, um gemeinsam interdisziplinär im Bereich der Nachhaltigkeit zu forschen. Der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) fördert dieses Projekt innerhalb der internationalen Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung „A New Passage to India". Das jetzt unterzeichnete Memorandum of Understanding sichert die zweite Förderphase bis zum Jahr 2016. Ramamurthi besuchte nach Vertragsunterzeichnung die RWTH und das Forschungszentrum Jülich. Im Rahmen der Zusammenarbeit findet vom 2. bis 13. Juli 2013 eine Summer School für 20 indische und deutsche Master- und Ph.D.-Studierende zum Thema „Sustainable Development of Future Urban Environments – Integrated Approaches for Sustainable Waste and Water Management" in Aachen statt. Diese wird von Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Dr.h.c. Rafig Azzam und seinem Team am RWTH-Lehrstuhl für Ingenieurgeologie und Hydrogeologie organisiert.

Höchststand bei Studierendenzahl
An der RWTH Aachen sind 37.917 Studierende eingeschrieben, darunter 31 Prozent Frauen. Damit ist der bisherige absolute, historische Höchststand aus dem Jahr 1991 um 641 Studierende überschritten. Für einen Bachelorstudiengang haben sich 4.777 neue Studierende eingeschrieben. 999 Studierende, die ihren Bachelor-Abschluss an einer anderen Hochschule erlangt haben, beginnen einen Masterstudiengang an der RWTH Aachen. In gleicher Größenordnung führen Bachelor-Absolventinnen oder -Absolventen der RWTH das Studium mit dem Ziel Master weiter. 469 neue Studierende nehmen ein Lehramtsstudium auf, ein Studium mit dem Abschluss Staatsexamen an der Medizinischen Fakultät treten 300 an. Außerdem gibt es über 400 neue Austauschstudierende und 200 Neueinschreibungen mit dem Ziel der Promotion. Es haben sich 2.526 Frauen neu eingeschrieben, sie machen damit einen Anteil von 34,7 Prozent an den Neueinschreibungen aus. Die Zahl der neuen internationalen Studierenden liegt bei 1.595 und macht damit einen Anteil von 21,9 Prozent der Neueingeschriebenen aus.

EU fördert zwei visionäre Forschungsinitiativen
Im Rahmen des Förderprogramms „Future and Emerging Technologies" – das so genannte FET Flagship-Programm – werden zwei Großvorhaben als „visionäre Forschungsinitiativen" von der Europäischen Union gefördert. Diese groß angelegten Forschungsplattformen sollen jeweils mit bis zu 100 Millionen Euro pro Jahr bei einer Laufzeit von zehn Jahren finanziert werden. Ziel ist es, maßgeblich zum technologischen Fortschritt beizutragen, wissenschaftliche Exzellenz und neue Kooperationen in Forschung und Entwicklung zu fördern. Die RWTH Aachen ist Projektpartner bei beiden Initiativen: Ein Projekt zur Simulation des menschlichen Gehirns, um so Wege zur Heilung von Erkrankungen wie Alzheimer finden zu können, und das Projekt Graphene, ein neues Material, dem „revolutionäre" Eigenschaften beispielsweise beim Einsatz für flexible und transparente Elektronik zugeschrieben werden.

Namen

RWTH Aachen ist Gründerhochschule
Im Hochschulwettbewerb „EXIST Gründerkultur – Die Gründerhochschule“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie wurde die RWTH Aachen für ihr Konzept zum Aufbau einer Gründerkultur ausgezeichnet. In den nächsten fünf Jahren stehen bis zu 3,5 Millionen Euro zur Umsetzung der Strategie zur Verfügung. Bundeswirtschaftsminister Dr. Philipp Rösler übergab in Berlin die Urkunde. 49 Hochschulen hatten am Wettbewerb teilgenommen, die zwölf besten wurden ausgezeichnet. Gemeinsam stellten Rektor Ernst Schmachtenberg, Prorektor Malte Brettel und Karsten Beneke, Stellvertretender Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, das Konzept „RWTH Aachen: Die Hochschule für technologieorientierte Gründungen“ vor. Kern des Antrags ist der systematische Ausbau der Gründungsförderung und die Schaffung eines integrierten Transfer- und Gründerzentrums. Dieses soll alle Leistungen von der Ideenfindung, über die Beratung bis hin zur Finanzierung und Nachgründungsbetreuung aus einer Hand bieten. Darüber hinaus sollen die Fakultäten eng in die Gründungsförderung integriert und ein Inkubator zur besseren Betreuung von Gründerteams eingerichtet werden. Zudem wird das Angebot von Lehrveranstaltungen im Bereich Unternehmertum ausgebaut und das Forschungszentrum Jülich verstärkt in die Gründungsförderung an der RWTH eingebunden. Bereits bei der Erstellung des Konzeptes arbeiteten die Hochschule und das Forschungszentrum Jülich eng zusammen. Mit der Umsetzung des Konzepts wird ab April 2013 begonnen.

Sonderforschungsbereich zu Mikrogelen
Die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert den Sonderforschungsbereich „Funktionelle Mikrogele und Mikrogelsysteme“ in den nächsten vier Jahren mit 10,5 Millionen Euro. In 17 Teilprojekten, die in den Polymerwissenschaften, der Verfahrenstechnik und den Lebenswissenschaften angesiedelt sind, wollen die Wissenschaftler komplexe Mikrogele designen, sie mit unterschiedlichen Funktionen ausstatten und diese in neue Anwendungssysteme integrieren. Sie arbeiten zum Beispiel an einem Mikrogel, das bei der Behandlung von Durchfallerkrankungen helfen soll. Die für die Beschwerden verantwortlichen Bakterien setzen schädliche Toxine im Darm frei und werden in der Regel mit Antibiotika bekämpft. Ein neues Mikrogel könnte die Heilung beschleunigen: Ausgestattet mit speziellen Rezeptoren als Andockstationen sollen die Toxine direkt gebunden und dadurch unschädlich gemacht werden. Anschließend verlassen sie mit dem Mikroschwamm den Körper. Hierzu sind zahlreiche fachübergreifende Lösungen erforderlich: Chemiker „bauen“ das Mikrogel, Mediziner und Biotechnologen suchen nach möglichen Bindungen für die Toxin-Rezeptoren während Physiker erforschen, wie sich der beladene Nanoschwamm bewegt. Die Produktion solcher funktionalen Stoffe in einem für die therapeutische Anwendung relevanten Maßstab klären schließlich die Verfahrenstechniker. Sprecher des Sonderforschungsbereichs ist Univ.-Prof. Dr.rer.nat. Walter Richtering, Leiter des Instituts für Physikalische Chemie.

Auszeichnung für drei RWTH-Professoren
Die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste hat jetzt 18 neue Mitglieder aufgenommen, darunter drei RWTH-Angehörige: Jochen Kreusel, Jun Okuda und Stefanie Reese beraten jetzt unter anderem die Landesregierung in Fragen der Forschungsförderung.

Univ.-Prof. Dr. Jun Okuda, geboren 1957 in Osaka/Japan, studierte Chemie an der RWTH. Nach Promotion und Habilitation an der TU München übernahm er zunächst eine Professur an der Philips-Universität Marburg, anschließend folgte eine Professur an der Johannes Gutenberg Universität Mainz. Seit 2003 ist Okuda Professor für Metallorganische Chemie an der RWTH Aachen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanie Reese ist seit 2009 Professorin für Angewandte Mechanik der RWTH Aachen. Reese, 1965 in Hameln geboren, studierte Bauingenieurwesen an der Leibniz-Universität Hannover und promovierte an der Technischen Universität Darmstadt. Danach war sie wissenschaftliche Assistentin und Oberingenieurin an der Leibniz-Universität Hannover. Einem Ruf an die Ruhr-Universität Bochum folgte eine Professur an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig.

Professor Dr. Jochen Kreusel studierte an der Aachener Hochschule. Er ist seit 2000 Lehrbeauftragter für „Energiewirtschaft in liberalisierten Elektrizitätsmärkten“ und seit 2008 Honorarprofessor der RWTH Aachen.

VDI zeichnet RWTH-Doktorarbeit aus
Der Verein Deutscher Ingenieure zeichnete jetzt Catarina Caetano da Rosa mit dem Conrad-Matschoß-Preis für ihre Dissertation aus. Der Preis wird alle zwei Jahre verliehen und ist mit 3.000 Euro dotiert. Caetano da Rosa promovierte zwischen 2006 und 2011 am Lehrstuhl für Geschichte der Technik unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. Walter Kaiser. Die Doktorarbeit ist unter dem Titel „Operationsroboter in Aktion. Kontroverse Innovationen in der Medizintechnik“ als Buch erschienen. Caetano da Rosa ist aktuell an der Technischen Universität Darmstadt, Abteilung Technikgeschichte, als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig.

Nachrichten

Biologie und Biotechnologie

IN DER NÄCHSTEN AUSGABE

Pflanzenschutzmittel der Zukunft

Wie kleine Pilze große Pflanzen kontrollieren

Pflanzenimpfstoffe gegen HIV

Pflanzenschutzmittel am Yangtze Staudamm –
Vom Reisfeld in den Fisch auf den Teller

Wie Bakterien Pflanzen füttern

Von der Biomasse zum maßgeschneiderten Kraftstoff

Proteine in der Biotechnologie –
Vom molekularen Design bis zur industriellen Anwendung

SuSy und die Golgi Glykan Fabrik

Neue Enzyme für Biokraftstoffe aus Lignocellulose

The nose knows – Sozialverhalten und Gerüche

Das (fast) perfekte Navi

Cherchez la femme:
Partnerfindung beim Malariaparasiten

Wovon Sie früher auch träumten: Jetzt ist die Zeit, es wahr zu machen.

Sie wollten schon immer an wegweisenden Projekten mitwirken? Bei uns können Sie das. Vom ersten Tag an. Einer guten Idee ist es schließlich egal, wer sie hat: der Junior oder der Abteilungsleiter. Und gute Ideen – die brauchen wir. Sie haben uns zu dem gemacht, was wir sind: einer der wichtigsten technologischen Schrittmacher. Im Mobilfunk. Im Digital-Fernsehen. In der Funktechnik. Auch bei Flugsicherung, drahtloser Automobiltechnik oder EMV sind wir federführend – und praktisch in allen unseren Geschäftsgebieten einer der drei Top-Player am Weltmarkt. Damit wir das auch bleiben, brauchen wir Sie. Als frischgebackenen Hochschulabsolventen, Praktikanten, Werkstudenten (m/w) oder fertigen Sie Ihre Abschlussarbeit (Bachelor, Master, Diplom) bei uns an.
Wir freuen uns auf Sie!

www.career.rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ

Mobility