Karlsruher Institut für Technologie

Lösungen für die Mobilität von morgen

KIT-ZENTRUM MOBILITÄTSSYSTEME

Innovative Mobilitätskonzepte: Die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien wie alternative Antriebssysteme, Leichtbau und Energieeffizienz stehen auf der wissenschaftlichen Tagesordnung des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme.

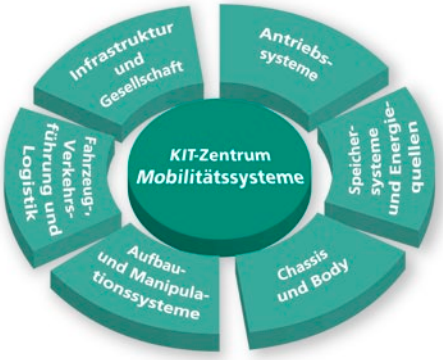
Mobilitätsforschung am Karlsruher Institut für Technologie

Von den Mobilitätskonzepten der Zukunft wird in vieler Hinsicht abhängen, ob der Transport von Gütern und Menschen mit den sich ändernden Anforderungen an Umweltverträglichkeit, Energieeffizienz und Lebensqualität vereinbar bleibt. Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) spielen Themen mit Bezug zur Mobilität in nahezu allen Forschungsfeldern eine Rolle. Im KIT-Zentrum Mobilitätssysteme werden die vielfältigen Kompetenzen und Ressourcen in Zusammenhang mit bodengebundenem Verkehr vernetzt und zusammengeführt, um über Fachgrenzen hinweg Lösungen für die Mobilität und den Verkehr von morgen zu erarbeiten. Das KIT-Zentrum Mobilitätssysteme ist mithin ein profilbildendes Standbein des KIT.

Zu den Alleinstellungsmerkmalen des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme gehören Systemsicht und Systemverständnis sowie die Implementierung der entsprechenden Methoden und Prozesse. Eine breit aufgestellte, tiefgehende Forschung sowie interdisziplinäre Lehrangebote werden zu einem durchgängigen Innovationsprozess zusammengeführt. Dieser reicht von der grundlagengetriebenen Erkenntnis über die Entwicklung von Anwendungsideen und einem systemorientierten Produktentstehungsprozess bis hin zur Fertigung von Kleinserien. Das große Innovationspotenzial des KIT wird auf diese Weise nachhaltig gestärkt und nach innen und außen sichtbar gemacht. Forschung, Lehre und Innovation sind auch im KIT-Zentrum Mobilitätssysteme die drei tragenden Säulen, auf die sich die erfolgreiche Arbeit mit Forschungsinstituten, Studierenden und externen Kooperationspartnern aus der Wirtschaft stützt.

Die Aktivitäten des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme gliedern sich in sechs Topics:

- Antriebssysteme
- Speichersysteme und Energiequellen
- Chassis und Body
- Aufbau- und Manipulationssysteme
- Fahrzeug-, Verkehrsführung und Logistik
- Infrastruktur und Gesellschaft



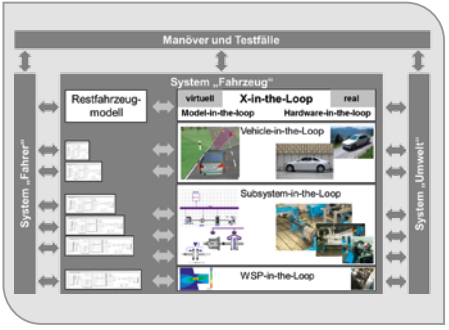
Intelligenztest: Auf dem Prüfstand wird der Einsatz eines Car-to-X-Systems getestet, mit dem Fahrzeuge, z.B. über Funk, untereinander oder mit Ampeln kommunizieren können.

Antriebssysteme

Die nachhaltige Bereitstellung und Wandlung von Antriebsenergie in mobilen Systemen ist eine der zentralen Herausforderungen für zukunftsfähige Mobilitätssysteme. Das Topic „Antriebssysteme“ beschäftigt sich mit den notwendigen Entwicklungsmethoden, Entwicklungsprozessen und Technologien, um neue, ökonomisch und ökologisch zukunftsfähige Lösungen für die Mobilität von morgen bereitzustellen.

Geforscht wird an Antriebssystemen und deren Komponenten, wobei das Antriebssystem als komplexes, mit dem Gesamtfahrzeug wechselwirkendes Teilsystem verstanden wird. Durch grundlagenorientierte, praxisnahe Erforschung von Technologiedemonstratoren und Verfahren sollen neue, energieeffiziente Antriebssysteme entwickelt werden, bis hin zur Realisierung von Prototypen. Die Analyse der intrasystemischen Wechselwirkungen, beispielsweise von Verbrennungskraftmaschine und Schwingungsisolation, wie auch von intersystemischen Wechselwirkungen, etwa zwischen Antriebssystemen und Fahrwerk, dient dazu, neue Antriebssysteme inklusive Steuerung und Regelung zu entwickeln oder bestehende Systeme zu optimieren. Verbindendes Element der Forschungsfelder sind Validierungsmethoden und -prozesse zur komplexen Systemanalyse und -synthese, in die auch die Wechselwirkungen mit dem Fahrer und der Umwelt einbezogen werden.

Im Bereich der Kraftmaschinen wird beispielsweise an Brennverfahren und hybriden Antriebstechnologien geforscht. Dabei kommen auch geeignete Maßnahmen zur Schwingungstilgung und -isolation zum Einsatz. Mit Arbeiten zur Leistungsverteilung und neuen Getriebekonzepten werden Fragestellungen der Leistungsübertragung ebenso gelöst wie durch die Integration von Gleit- und Friktionssystemen. In gleicher Weise erarbeitet das Topic durch NVH-Analysen und NVH-Design Lösungen für unerwünschte Vibrationen, Schwingungen und Nebengeräusche unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Antriebssystem und Gesamtfahrzeug. Übergreifende Fahrstrategien mit Blick auf Betriebsstrategie, Fahrdynamik und Condition Monitoring zielen auf energie- und sicherheitsoptimierten Kundennutzen.



X-in-the-Loop-Framework zur komplexen Antriebssystemanalyse und -synthese.

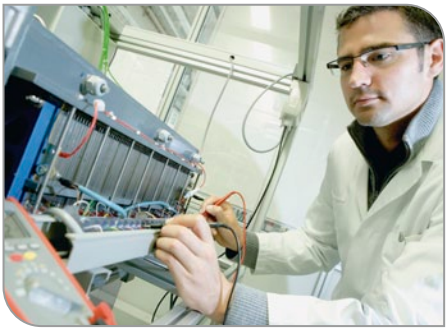
TOPIC 2:

Mehr Batterieleistung: Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt Kathodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien, dessen elektrochemische Eigenschaften durch eine spezielle Behandlung verbessert wurden.

Speichersysteme und Energiequellen

Für die zukünftige Energieversorgung und für Mobilitätskonzepte, die ohne fossile Energieträger auskommen, sind Batterien, Brennstoffzellen und Speichersysteme für Wasserstoff von zentraler Bedeutung. Im Topic „Speichersysteme und Energiequellen" werden neue Materialien, Technologien und Designkonzepte für Lithium-Ionen-Batterien (LIB) entwickelt und deren Beitrag zur Hochleistungsfähigkeit mit speziellen Messverfahren und Modellen überprüft und optimiert. Ein Fokus liegt dabei auf innovativen Materialien und Strukturen, beispielsweise steigern Nanokomposite die Ein- und Ausbaukinetik der Lithium-Ionen in den Elektroden und damit die spezifische Leistungsdichte erheblich. Die Arbeiten zu Lithium-Ionen-Batterien erstrecken sich jedoch entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Auswahl der Materialien über Synthese, Processing und Systemintegration bis zum kompletten Batteriemodul. So wird ein systemübergreifendes, modellbasiertes Verständnis für großformatige Batterien mit hoher Leistungsdichte erarbeitet, die in Elektromobilen der Zukunft eingesetzt werden.

In Speichersystemen für den Energieträger Wasserstoff sind Reversibilität, spezifische Speicherdichte und Speichergeschwindigkeit ausschlaggebend. Reversible Speicherung von Wasserstoff in Feststoffen bietet gegenüber Druckgasspeichern höhere Sicherheit, wogegen die Kapazität noch erhöht und die Beladungszeiten verkürzt werden müssen. Dies gelingt immer besser mit neuartigen Speichern aus nanoskaligen Hydridkompositen. Um ihre Alltagstauglichkeit zu prüfen, werden sie bereits mit Brennstoffzellen kombiniert und Sicherheitstests unterzogen. Brennstoffzellen sind wichtige Komponenten zukünftiger Hybridkonzepte, da sie als hocheffiziente Wandler das Potenzial besitzen, den Verbrennungsmotor zu ergänzen oder zu ersetzen und damit den Verbrauch fossiler Energieträger und die Kohlendioxid-Emissionen drastisch zu senken. Die Entwicklung physikalisch basierter Modelle, die in echtzeitfähige Algorithmen einfließen, erlaubt zukünftig on-board-Diagnose und Lebensdauervorhersage dieser komplexen elektrochemischen Systeme.

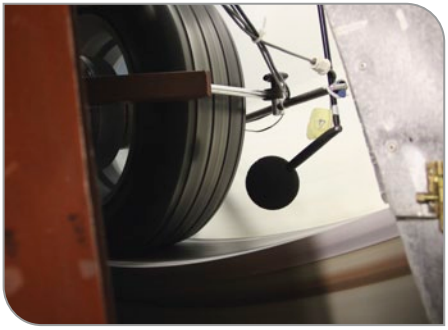


Energiespeicherung: Test an einer Brennstoffzelle.

Technologie in kompetenten Händen: Mit Hilfe universeller, modular konfigurierbarer Hard- und Software für Messdatenerfassungs-, Steuerungs- und Regelungsaufgaben erproben die Ingenieure am Versuchsfahrzeug neuartige Systeme im Bereich Fahrerassistenz.

Chassis und Body

Im Topic „Chassis und Body“ werden die vielfältigen Forschungsaktivitäten rund um das Gesamtfahrzeug mit besonderer Betonung des Fahrwerks und des Fahrzeugaufbaus zusammengeführt und Lösungen in den Bereichen Sicherheit, Energieeffizienz, Fahrverhalten und Benutzerfreundlichkeit inklusive NVH (Schwingungen und Geräusche) erarbeitet. Im Mittelpunkt stehen die Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten innerhalb des mechatronischen Systems „Fahrzeug“, die Fahrer-Fahrzeug-Interaktion sowie das Fahrzeug in seinem Mobilitätsumfeld. Darüber hinaus geht es um Methoden zum Umgang mit Systemwechselwirkungen im Fahrzeugentwicklungsprozess, wofür tiefgängige Analysen des Komponentenverhaltens und der physikalischen Mechanismen Voraussetzung sind.



Hörtest: Am Reifenprüfstand wird das Reifen-Fahrbahn-Geräusch untersucht.

Die Komplexität des Systems „Gesamtfahrzeug“ wird durch die Bandbreite der im Topic bearbeiteten Themen deutlich: Übergreifende Aspekte wie Fahrzeugkonzepte, Betriebsstrategien und Energiemanagement werden ebenso erforscht wie die Wechselwirkung zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche oder Konzepte für Fahrwerk, Federung, Dämpfung, Lenkung, Bremsen, elektrische/elektronische Architekturen (E/E-Architekturen), Licht-, Lüftungs- und Klimasysteme. Weitere Forschungsschwerpunkte sind innovative Leichtbauwerkstoffe und deren Einsatz in der Gesamtfahrzeugentwicklung sowie der konstruktive Leichtbau.

Die breite, anwendungsorientierte Arbeit auf dem Gebiet des Gesamtfahrzeugs macht die Partnerinstitute des Topics „Chassis und Body“ zu attraktiven Kooperations- und Forschungspartnern für die Industrie. Das Zusammenwirken der verschiedenen beteiligten Disziplinen bewirkt eine Systemkompetenz, die in dieser Tiefe und Vielfältigkeit auch in der internationalen Hochschullandschaft kaum eine Entsprechung hat.

Systeme optimieren: Am KIT entwickeln Wissenschaftler Technologien, um Arbeitsmaschinen wie diese Spezialtiefbaumaschine energieeffizienter und leistungsfähiger zu machen.

Aufbau- und Manipulationssysteme

Im Topic „Aufbau und Manipulationssysteme“ werden zum einen Technologien für die Nutzung und den Einsatz von Aufbau- und Manipulationssystemen erforscht, zum anderen Technologien für die Herstellung bzw. die industrielle Produktion dieser Systeme entwickelt. Das Topic betrachtet dabei ein sehr weites wissenschaftliches Gebiet von der Feldrobotik bzw. dem Arbeitsantrieb über die allgemeine Produktionstechnik bis hin zu Technologien und Prozessen aus der Verfahrenstechnik. In diesen Kernbereichen des Topics gelten gleiche Randbedingungen für die zu erforschenden Technologien, dazu zählen beispielsweise Energieeffizienz, Automatisierung und Automatisierbarkeit, Arbeitsergonomie und deren Wirksamkeit, Stückzahl- und Variantenflexibilität, Wiederholbarkeit und Qualität bzw. Qualitätssicherung.

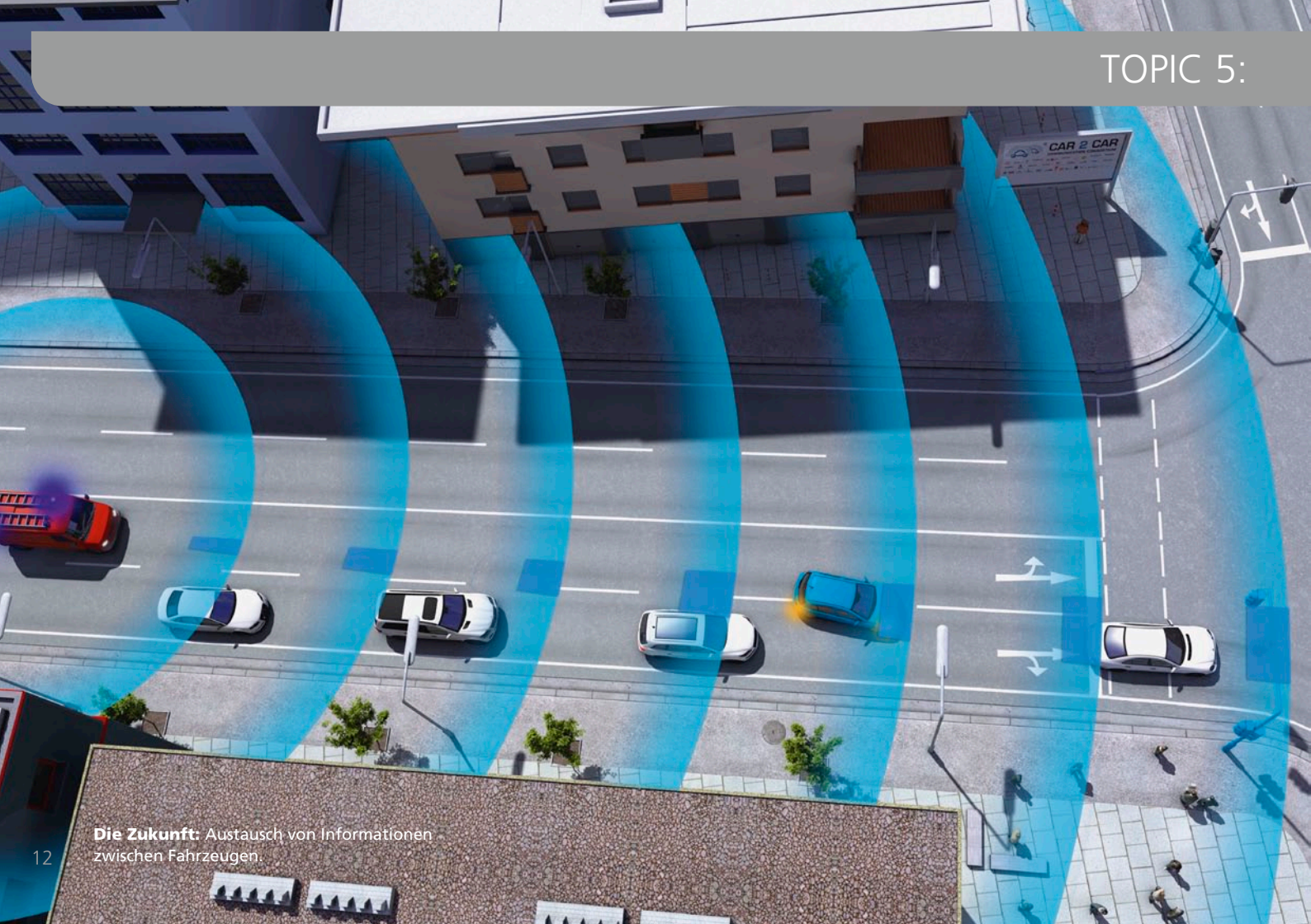
Folgende Forschungsfelder wurden dazu zusammengeführt:

- Arbeitssysteme von mobilen Arbeitsmaschinen: hydraulische, elektrische und mechanische Systeme
- autonome Systeme und Feldrobotik: Umfelderkennung, Automatisierungsansätze und intersystemische Kommunikation
- mechatronische Mobilitätssysteme: drahtlose Energie- und Informationsübertragung, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Simulationstechnik und Condition Monitoring
- Produktionstechnologie: Metall- und Kunststoffleichtbau, Stückzahl- und variantenflexible Fertigung, Qualitätssicherung und Fertigungsprozessentwicklung

Die Bearbeitung der komplexen und multitechnologischen Problemstellungen erfordert eine interdisziplinäre Kooperation. Die Verbindung zwischen der Herstellung, dem Betrieb und der Technologieentwicklung für Mobilitätssysteme ergibt eine sehr gut darstellbare, durchgängig abgebildete Kompetenz für potenzielle Kooperationspartner aus dem industriellen Umfeld. Durch die Kompetenzen der Partner können so direkt Fragestellungen aus der Industrie anwendungsorientiert und zielgerichtet gelöst werden.

Funktionstest: Fahrzeugteilsysteme wie diese Traktorvorderachsfederung können auf dem Prüfstand vermessen werden.

TOPIC 5:



Die Zukunft: Austausch von Informationen zwischen Fahrzeugen.

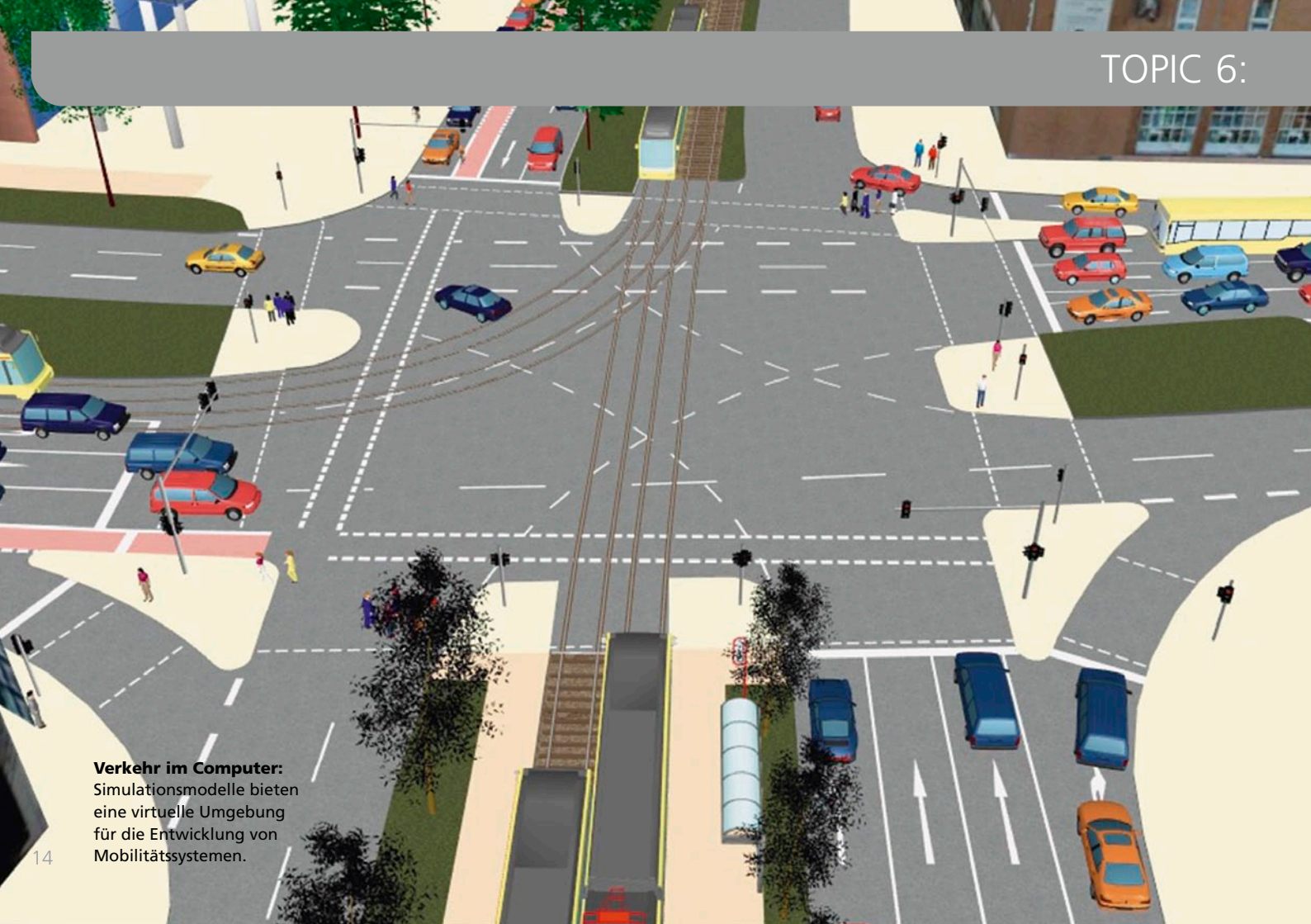
Fahrzeug-, Verkehrsführung und Logistik

Das Topic „Fahrzeug-, Verkehrsführung und Logistik“ beschäftigt sich mit dem methodischen Hintergrund, der notwendig ist, um alle Entscheidungen zu treffen, die für eine effiziente und sichere Führung von Fahrzeugen, Verkehrsströmen und Logistiksystemen gebraucht werden. Hierfür müssen die Ziele des Systems bekannt, die Umgebung erfasst und die Handlungsmöglichkeiten und Wirkungen beschrieben sein. Daher ist die Beschaffung und Verarbeitung der beschreibenden Daten einschließlich der zugehörigen Sensorik und den Erkennungsverfahren ebenfalls ein wichtiger Bestandteil dieses Topics.

Im Topic werden sowohl Verfahren für die automatisierte Entscheidungsfindung betrachtet als auch die Entscheidungsunterstützung von Menschen. Diese müssen in die Lage versetzt werden, gute Entscheidungen zu treffen. Angesichts begrenzter Ressourcen, die den derzeitigen Mobilitätssystemen zur Erzeugung der notwendigen Energie zur Verfügung stehen, ist neben der Erschließung neuer und erneuerbarer Energiequellen die effiziente Verwendung vorhandener Energie notwendig. Hierzu gehören die Auswahl der angemessenen Verkehrsträger, die Optimierung der Auslastung, die Wahl effizienter Routen, die sensorische Erkennung und automatische Interpretation der Umgebung sowie die Beeinflussung des Fahrverhaltens im Hinblick auf einen effizienten Energieeinsatz. Gleichzeitig stellt insbesondere der individuell gesteuerte inner- und zwischenbetriebliche Verkehr nach wie vor ein großes Gefährdungspotenzial dar, weshalb gleichzeitig eine Unterstützung der Fahrzeug- und Verkehrsführung im Hinblick auf sicheres Fahren bis hin zum autonomen Fahren angestrebt wird.

Völlig autonom: Das Transportsystem KARIS kann im Raum selbstständig kommunizieren und navigieren.

Um diese Ziele zu erreichen, ist das Zusammenwirken von Forschern verschiedener Disziplinen nötig, weshalb sich in diesem Topic Maschinenbauer, Elektrotechniker, Bauingenieure und Wirtschaftswissenschaftler zusammengefunden haben.



Verkehr im Computer:
Simulationsmodelle bieten eine virtuelle Umgebung für die Entwicklung von Mobilitätssystemen.

Infrastruktur und Gesellschaft

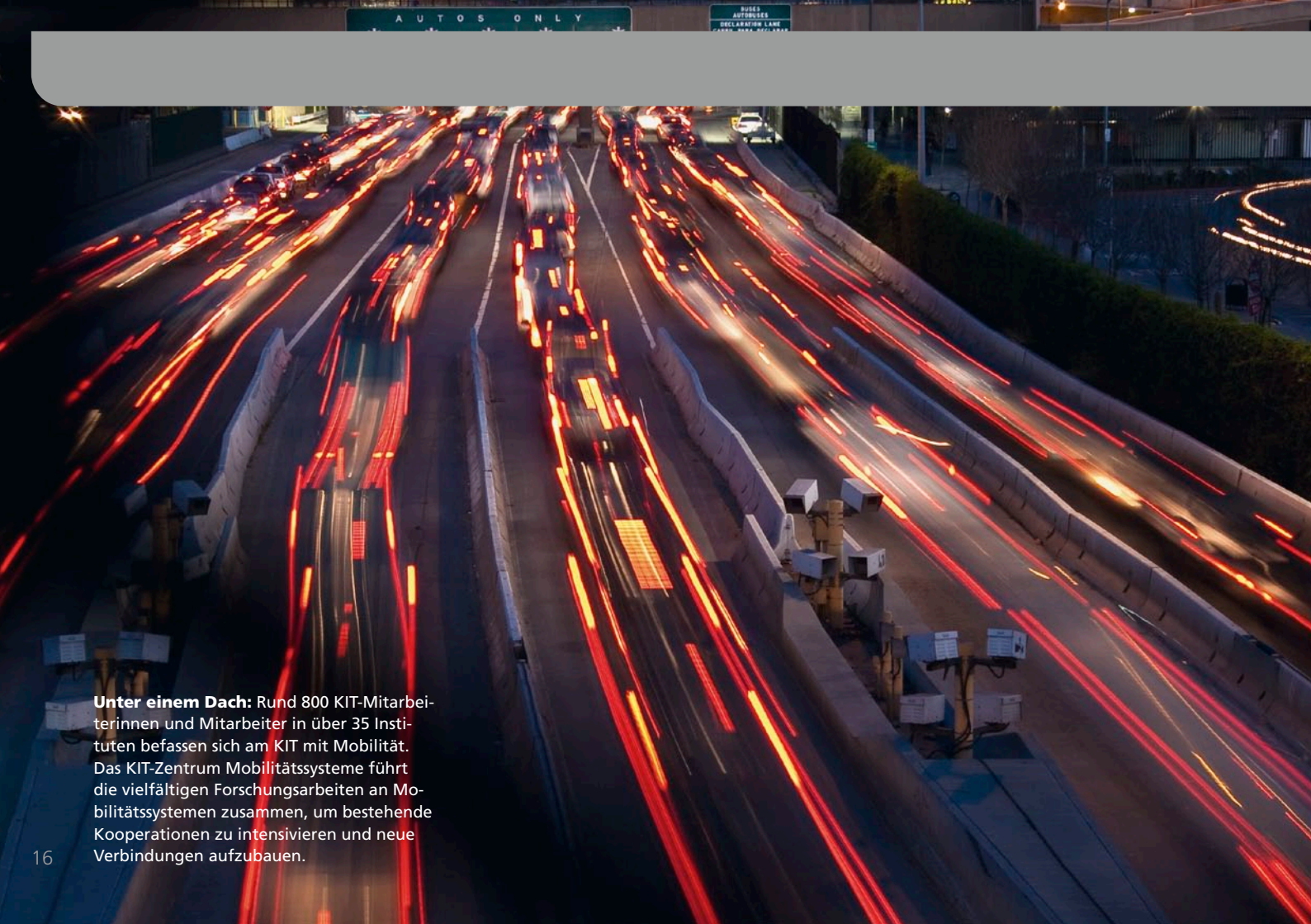
Mobilität ist an eine leistungsfähige Infrastruktur gebunden. Das Angebot an Verkehrswegen bestimmt das Leben der Menschen ebenso wie ihr Bedürfnis nach Mobilität in ihren unterschiedlichen Ausprägungen. Das Topic „Infrastruktur und Gesellschaft“ beschäftigt sich daher sowohl mit dem Bau, der Erhaltung und dem Betrieb von Infrastruktur als auch mit Wechselwirkungen der Infrastruktur mit den Mobilitätssystemen und deren Nutzern. Ziel ist neben der wissenschaftlichen Analyse die Optimierung des Gesamtsystems Mensch-Mobilitätssystem-Infrastruktur.

In diesem Topic werden Mobilitätssysteme in ihrer realen Umgebung unter den Randbedingungen der Verkehrsinfrastruktur betrachtet. Damit wird neben den rein technologischen Aspekten insbesondere die gesellschaftliche Akzeptanz innovativer Mobilitätssysteme berücksichtigt. Das Topic liefert damit einen wesentlichen Beitrag zum zentralen Feld „Impact on Society“ im KIT. Grundlagen dafür schafft die empirische Mobilitätsforschung. Gezielte Beobachtung und Befragung von Personen liefern sowohl die Eckwerte der Mobilität als auch detaillierte Einsichten in das individuelle Entscheidungsverhalten der Verkehrsteilnehmer. Die gesamtgesellschaftliche Betrachtung geschieht dann durch volkswirtschaftliche und verkehrspolitische Analysen und Prognosen.

Mobilität braucht Infrastruktur: Bau und Erhaltung von Verkehrswegen werden optimiert.

Das Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage im Verkehr kann auf unterschiedlichen Skalen in Simulationsmodellen abgebildet werden: So können solche Modelle einerseits die Wirkung der Bevorrechtigung der Straßenbahn an einer einzelnen Kreuzung bestimmen, andererseits können damit Ausbaumaßnahmen am Fernstraßennetz im nationalen Kontext beurteilt werden.

Bodengebundener Verkehr braucht Tragsysteme, die belastbar, sicher, geräuscharm, effizient und haltbar sind. Materialien für Beton- und Asphaltstraßen sind ebenso Forschungsgegenstand wie die Herstellungsprozesse beim Bau von Straßen und Schienenwegen und die technische und betriebswirtschaftliche Optimierung bei deren Betrieb und Erhaltung.



Unter einem Dach: Rund 800 KIT-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in über 35 Instituten befassen sich am KIT mit Mobilität. Das KIT-Zentrum Mobilitätssysteme führt die vielfältigen Forschungsarbeiten an Mobilitätssystemen zusammen, um bestehende Kooperationen zu intensivieren und neue Verbindungen aufzubauen.

Das KIT-Zentrum Mobilitätssysteme

Rund 800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in über 35 Instituten befassen sich ganz oder teilweise mit Fragestellungen im Bereich der Mobilität. Ziel des KIT-Zentrums Mobilitätssysteme ist es, die vielfältigen Forschungsarbeiten an Mobilitätssystemen am KIT zu vernetzen und damit bestehende Kooperationen zu intensivieren und neue Verbindungen aufzubauen. Die mit dem Bereich „Mobilität" assoziierten Projekte und Cluster existieren und arbeiten bereits, werden aber unter dem Dach des Zentrums zusammengeführt. Das Zentrum besitzt die Struktur eines „dynamischen Holding-Modells" und stellt somit eine effiziente Ausgangsbasis dar. Die sechs Topics sind gemeinsam im Lenkungsausschuss, der für die fachliche und wissenschaftliche Koordination verantwortlich ist, vertreten. Er wird repräsentiert durch den wissenschaftlichen Sprecher. Daneben besteht die Geschäftsstelle als operative Einheit.

Die so geschaffene Struktur erlaubt es, die bestehende Zusammenarbeit der beteiligten Institutionen und Strukturen deutlich zu intensivieren und gleichzeitig die verfügbaren Informationen auf eine breitere Grundlage zu stellen. Über eine im Zentrum erarbeitete Kompetenzkartierung ist es möglich, umfassende Zahlen und Fakten über die Forschung im Bereich der Mobilität innerhalb und außerhalb des KIT abzurufen, um so gleichzeitig das an vielen Stellen erarbeitete Wissen zu pflegen, zu erhalten und auszubauen. Auch die effizientere Nutzung vorhandener Ressourcen wird durch die Arbeit im Zentrum nachhaltig gefördert. Nach außen tritt das KIT-Zentrum Mobilitätssysteme darüber hinaus als sichtbare Anlaufstelle für direkte Kontakte mit Industriepartnern und öffentlichen Einrichtungen auf.

Information
E-Mail: info@mobilitaetssysteme.kit.edu
www.mobilitaetssysteme.kit.edu

Kontakt
Dipl.-Ing. Sascha Ott
E-Mail: sascha.ott@kit.edu

Dr. phil. Thomas Meyer
E-Mail: thomas.meyer@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ist der Zusammenschluss des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft und der Universität Karlsruhe (TH). Im KIT arbeiten insgesamt rund 8.800 Beschäftigte mit einem jährlichen Budget von 650 Millionen Euro.

Durch die Fusion zum KIT entstand in Karlsruhe eine der weltweit größten Forschungs- und Lehreinrichtungen mit dem Potenzial auf ausgewählten Forschungsgebieten eine weltweite Spitzenstellung einzunehmen. Das Ziel ist eine Institution international herausragender Forschung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie hervorragender Lehre, Nachwuchsförderung und Weiterbildung. Das KIT arbeitet als Innovationspartner eng mit der Wirtschaft zusammen. Es ist ein führendes europäisches Zentrum in der Energieforschung und spielt eine weltweit sichtbare Rolle in den Nanowissenschaften. Das KIT setzt auf das Wissensdreieck Forschung, Lehre und Innovation.

Impressum

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Presse, Kommunikation und Marketing (PKM)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Telefon: +49 721 608-22861
E-Mail info@kit.edu
www.kit.edu

Redaktion Regina Link,
Dr. phil. Thomas Meyer

Fotos Markus Breig, Andrea Fabry, Oliver Krauss, Martin Lober, Markus Schön, Philip Thiebes, Gabi Zachmann, photocase.de, Institut für Verkehrswesen (IfV), Institut für Produktentwicklung (IPEK)

Gestaltung, Layout Eva Geiger (SCC-PPM)

Druck Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein

Februar 2011