

Hannover Messe: Innovative Technologien für Industrie 4.0, E-Mobilität und Energiewende

KIT stellt Innovationen an zwei Ständen vor: auf der Leitmesse „Research & Technology“ in Halle 2 sowie auf der Leitmesse „Energy“ in Halle 27



Robotergriffarm mit taktilen Näherungssensoren: Die multimodale Sensorik verbesserte die Kooperation zwischen Mensch und Roboter – und macht sie sicherer. (Foto: Amadeus Bramsiepe, KIT)

Intelligente Sensoren für die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter, eine flexible Testplattform für das Stromnetz der Zukunft sowie innovative Energiespeicher und Elektromotoren: Das sind nur einige der Themen, die das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) auf der Hannover Messe 2018 präsentiert, die in diesem Jahr unter dem Leitthema „Integrated Industry – Connect & Collaborate“ steht. Vom 23. bis 27. April 2018 ist das KIT erneut auf zwei großen Leitmessen vertreten: auf der „Research & Technology“ (Halle 2, Stand B16) und auf der „Energy“ (Halle 27, Stand K51). Die multimodale Sensorik für Industrieroboter stellt das KIT bereits am 22. April ab 12 Uhr bei der Presse-Highlight-Tour der Hannover Messe vor.

„Die Energiewende und die Industrie 4.0 sind zwei große Bausteine eines umfassenden Wandels, der uns vor große Herausforderungen stellt. Gleichzeitig ergeben sich aber gerade hier enorme Chancen für positive und nachhaltige Entwicklungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt“, sagt der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka. „Um die unterschiedlichen Bausteine sinnvoll zusammenzufügen, brauchen wir die passenden Technologien. Diese zu entwickeln und

Monika Landgraf
Pressesprecherin,
Leiterin Gesamtkommunikation

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Tel.: +49 721 608-21105
E-Mail: presse@kit.edu

Weiterer Pressekontakt:

Margarete Lehné
Stv. Pressesprecherin
Tel.: 0721 608-21175
margarete.lehne@kit.edu

Martin Heidelberger
Pressereferent/Redakteur
Tel.: 0721 608-21169
martin.heidelberger@kit.edu

Weitere Materialien:

Digitale Pressemappe „Das KIT auf der Hannover Messe 2018“:

www.kit.edu/hannovermesse2018

einzuführen, kann nur in enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gelingen. Ich freue mich sehr, dass das KIT, als die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft, seine Innovationen auf der Hannover Messe wieder an zwei großen Ständen vorstellt: innovative Prozesse und Verfahren für die industrielle Fertigung auf der Leitmesse ‚Research & Technology‘ und zukunftsweisende Lösungen für die Energieversorgung auf der Leitmesse ‚Energy‘.“

Informationen zu den Ständen und Exponaten des KIT auf der Hannover Messe 2018 finden Sie auch in unserer digitalen Pressemappe: www.kit.edu/hannovermesse2018

KIT in Halle 2, B16 – „Research and Technology“

TNS: Multimodale Sensorik für Industrieroboter

Intelligente Roboter nehmen ihre Umgebung wahr und reagieren auf sie. Dazu benötigen sie Sensoren, die verschiedene physikalische Ereignisse simultan erfassen. Die bisher an Armen und Greifern von Robotern eingesetzten Sensoren sind dagegen meist auf eine Funktion beschränkt: Sie erkennen entweder Bewegungen durch Annähern eines Objekts oder durch Berühren in Form von Druck. Forscher des KIT haben multimodale Sensoren entwickelt, die beides gleichzeitig detektieren und damit optische Systeme wie Kameras ideal ergänzen. Mit solchen kapazitiven taktilen Näherungssensoren (TNS) lassen sich Flexibilität und Agilität der automatisierten industriellen Produktion deutlich erhöhen sowie die Sicherheit verbessern. Sie erkennen herankommende Menschen auch dann, wenn Kameras verdeckt oder durch ungünstige Lichtverhältnisse beeinträchtigt sind. Wird ein vorher definierter Sicherheitsabstand überschritten, können sie Warnsignale auslösen oder die Bewegung eines Roboters abbremsen. Die TNS können damit einen wichtigen Beitrag zu einer sicheren Mensch-Roboter-Kooperation leisten, bei der Mensch und Roboter gleichzeitig am selben Werkstück arbeiten.

Die multimodale Sensorik für Industrieroboter stellt das KIT bereits am 22. April ab 12 Uhr bei der Presse-Highlight-Tour der Hannover Messe vor.

ProLemo: Produktionstechnologien für Leichtbaumotoren

Bisherige Elektromotoren höherer Leistung sind für den Antrieb von Maschinen und Anlagen optimiert. Hier liegt der Schwerpunkt auf Dauerlastfestigkeit und Lebensdauer, dagegen spielen Baugröße, Wirkungsgrad und Gewicht oft nur eine untergeordnete Rolle. Für den Einsatz in Fahrzeugen sind diese Motoren deshalb meist zu schwer,

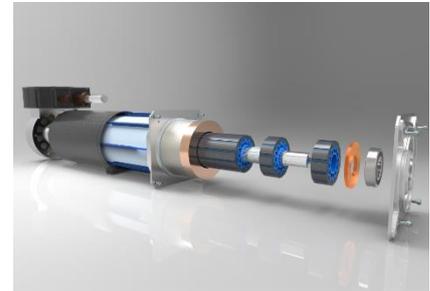
zu groß und zu teuer. Im Verbundvorhaben ProLemo entwickeln Ingenieure neue Produktionstechniken für besonders leichte Elektromotoren und setzen dabei für Gehäuse und Rotor statt Metallen Leichtbaumaterialien ein (faserverstärkte Verbundwerkstoffe, *Soft Magnetic Composites*). Zudem haben sie die automatisierte Kupferdraht-Wicklung auf einen hohen Füllfaktor hin optimiert. Der Motor, den Ingenieure des KIT mit Partnern aus der Wirtschaft entwickelt haben, ist 20 Prozent leichter als ein vergleichbarer Referenzmotor der gleichen Leistungsklasse.

Forschung 4.0: Virtueller Zerstäuberprüfstand für volldigitale Strömungsexperimente

Die Strömung von Flüssigkeiten und Gasen ist entscheidend für viele industrielle Prozesse, etwa bei der Benzin- und Dieseleinspritzung in Verbrennungsmotoren, die maßgeblich die Bildung von umweltbelastenden Stickoxiden und Ruß beeinflusst. Computergestützte Systeme zur Strömungssimulation unterstützen dabei, die optimale Strömung für bestimmte Anwendungen zu finden. Bei Mehrphasenströmungen stoßen herkömmliche Methoden allerdings an ihre Grenzen. Forscher des KIT haben eine Simulationsmethode entwickelt, die auf *Smoothed Particle Hydrodynamics*, einem numerischen Verfahren basiert: Hierbei werden Fluide und Gase in Massepakete – genannt Partikel – aufgeteilt, die sich gemäß den Gesetzen der Strömungsmechanik bewegen. Durch Bewegung und Interaktion einzelner Partikel lassen sich Strömungsfelder realitätsgetreu simulieren. Basierend auf diesem Ansatz haben die Forscher einen virtuellen Prüfstand entwickelt, der alle wichtigen Schritte der Strömungssimulation umfasst: von der Aufbereitung der CAD-Daten über die Berechnung der Strömung bis hin zur Visualisierung. Neben gängigen Animationstechniken ist es durch das Nutzen virtueller Realität möglich, die Simulationsergebnisse aus allen möglichen Perspektiven zu betrachten und als Betrachter mit ihnen zu interagieren.

IPEK-PTP: Automatisiertes Power-Tool-Prüffeld zur Analyse und Abbildung des Anwendereinflusses auf Power-Tools

Weil das Zusammenspiel von Anwender, Power-Tools, beispielsweise Bohrhämmer, und dem zu bearbeitenden Untergrund in Testreihen nur schwer reproduzierbar ist, sind Tests während der Entwicklung neuer Power-Tools sehr aufwendig und teuer. Im Power-Tool Prüffeld (PTP) am KIT lassen sich diese komplexen Wechselwirkungen untersuchen. Herzstück ist der automatisierte Power-Tool-Prüfstand, der einen Industrieroboter mit einem mechanischen Hand-Arm-Modell kombiniert. Der Roboter bildet die aktiven Bewegungen des Anwenders nach, während das Hand-Arm-Modell die passive Wirkung des menschlichen Bewegungsapparates realistisch simuliert. So reduzieren die Tests die Streuung von Versuchsergebnissen



Aufbau des Leichtbaumotors, der etwa 20 Prozent leichter als ein vergleichbarer Referenzmotor ist. (Grafik: ProLemo)



Analyse einer zerstäubten Flüssigkeit mit VR-Brillen am virtuellen Prüfstand. (Foto: KIT)



Das Power-Tool-Prüffeld (PTP) ermöglicht reproduzierbare Testbedingungen bei der Produktentwicklung. (Foto: IPEK, KIT)

gegenüber handgeführten Versuchen genauso wie die Vibrations-, Lärm- und Staubbelastrung des Testpersonals. Weitere Komponenten des PTP sind ein Anwender-Interaktion-Prüfstand zum Erforschen der Schwingungseigenschaften des Anwenders und ein flexibles Untergrundpositionierungssystem, mit dem sich Power-Tools an verschiedenen Untergründen und räumlichen Orientierungen testen lassen.

IPEK-sCiL: Leistungsskaliertes Testing von Prototypen

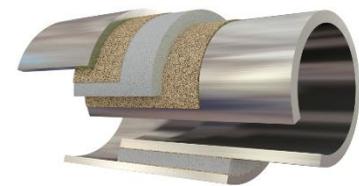
Produktentwickler verwenden, beispielsweise auch bei Power-Tools, häufig Baureihen, um Komponenten in Produkten unterschiedlicher Leistungsklasse bei gleicher Funktion aber mit anderen Abmessungen und Baugrößen wiederverwenden zu können. Häufig stehen für Produkttests aber nur Prototypen zur Verfügung, deren mechanische Beanspruchbarkeit nicht exakt den tatsächlichen Komponenten aus dem Serienprodukt entspricht. Mit dem IPEK-scaled-Components-in-the-Loop-Ansatz (IPEK-sCiL) haben Ingenieure des KIT eine Methode entwickelt, mit der solche Prototypen, angepasst an deren tatsächliche Leistungsfähigkeit, in einen Hardwareprüfstand integriert und hinsichtlich der Leistung skaliert betrieben werden können. Dabei lassen sich die Wechselwirkungen der vorhandenen Systemkomponenten mit einem virtuell eingebundenen physischen Prototyp auf dem Prüfstand abbilden. Der Ansatz ermöglicht so eine frühe Bewertung des Gesamtsystems, etwa eines Power-Tools, noch bevor alle Serienteile verfügbar sind.



*Prüfstand mit skaliert integrierten Prototyp-Bauteilen gemäß des sCiL-Ansatzes.
(Foto: IPEK, KIT)*

Hybride Klebverbindung: Neuartige Verbindungstechnik zum Kleben von Konstruktionsbauteilen

Bauteile aus Stahl, Leichtmetall oder Kunststoff werden derzeit durch Schweißen, Schrauben und Nieten verbunden. Bei Schraub- und Nietverbindungen etwa schwächen die Bohrungen allerdings das Bauteil, beim Schweißen wirkt sich der lokale Energieeintrag ungünstig auf die Formbeständigkeit, Stabilität und Ermüdungsfestigkeit aus. Klebverbindungen haben diese Nachteile nicht, sind jedoch bei den beispielsweise im Bauwesen erforderlichen Klebspaltdicken ungeeignet. Wissenschaftler des KIT haben eine neuartige, robuste und kostengünstige Verbindungstechnik zum Kleben von Konstruktionsbauteilen entwickelt, welche diese Schwachpunkte beseitigt. Die hybride Klebverbindung kombiniert anorganische mit organischen Klebschichten und ist damit wesentlich kostengünstiger und weist gleichzeitig eine höhere Beanspruchbarkeit auf. Sie eignet sich in der Fügetechnik insbesondere zur Verbindung von Konstruktionsbauteilen wie Hohlprofilen aus Stahl, Leichtmetallen oder Kunststoff. Anwendungsgebiete sind der Hochbau, Infrastrukturbau, Brückenbau, Kranbau, Turmbau und Windenergieanlagenbau, aber auch der Automobil- und Maschinenbau.



*Schematischer Aufbau einer hybrid gefügten Überlappverbindung zweier Rohre.
(Grafik: Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine – KIT Stahl- und Leichtbau)*

Technologiebörse

RESEARCH TO BUSINESS, die Technologiebörse des KIT, ist mit weiteren 90 Technologieangeboten am Stand des KIT vertreten.

KIT in Halle 27, Stand K51 – „Energy“

PHiL: Flexibles Testfeld für die Leistungselektronik der Zukunft

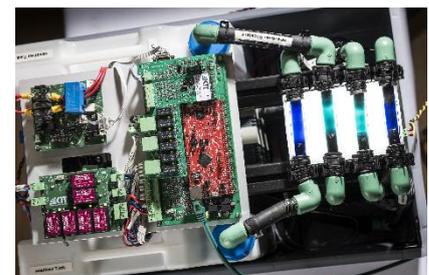
Die Energiewende erfordert die Entwicklung neuer Netzstrukturen. Das Gewinnen von Energie aus erneuerbaren Quellen und das Nutzen dieser Energie in verbrauchsintensiven Anwendungen wie der Elektromobilität werden erst mit leistungselektronischen Frequenzumrichtern möglich. Durch das hochpräzise Einstellen von Spannungen und Stromstärken ermöglichen sie das bedarfsgerechte Bereitstellen von Energie. Zum frühzeitigen Testen neu entwickelter Frequenzumrichter unter realen Betriebsbedingungen entwickeln Wissenschaftler des KIT deshalb ein Power-Hardware-in-the-Loop-System (PHiL). Als Prüfumgebung ermöglicht es das zuverlässige Nachbilden des elektrischen Energienetzes und aller darin auftretenden Fehlerfälle. Die kontinuierlich verbesserte Hard- und Software des Testfelds erlaubt dabei ein flexibles Anpassen und Abstimmen aller Komponenten des Gesamtsystems.



Einphasige Spannungsquelle des modular aufgebauten Power-Hardware-in-the-Loop-Systems (PHiL) zur leistungsstarken und hocheffizienten Nachbildung des elektrischen Energienetzes. (Foto: ETI, KIT)

Redox-Flow-Batterien: Verlässliche Speicher für erneuerbare Energie

Die Energiewende braucht technische Lösungen, mit denen sich die Energie aus der Solar- und Windstromproduktion dezentral speichern und schwankende Produktionskapazitäten ausgleichen lassen. Neben der etablierten Lithium-Ionen-Technologie, bietet die Redox-Flow-Batterie, die elektrische Energie in flüssigen chemischen Verbindungen speichert, dafür eine innovative Lösung. Die Flow-Batterie bietet eine Reihe von Vorteilen, welche sie für mittlere bis große Speicherprojekte prädestiniert: So können Leistung (kW) und Energie (kWh) unabhängig voneinander skaliert werden. Ein einfaches Beispiel für die Anwendung ist das „Verschieben“ von Sonnenenergie in die Nacht. Wissenschaftler des KIT forschen an Möglichkeiten, die Flow-Batterie-Technologie günstiger und zuverlässiger zu machen. So musste bisher jede zu installierende Batterie für ein spezifisches Anwendungsszenario manuell angepasst werden. Mit einer neuen am KIT entwickelten Steuerung lassen sich dagegen ganze Batterie-Cluster dezentral managen. Damit können Batterie-Module vorgefertigt werden, die am Aufstellungsort nur noch angeschlossen werden müssen.



Das Batterie-Management zum dezentralen Überwachen und Regeln von Redox-Flow-Batterien macht einen einfachen „stand alone“-Betrieb möglich. (Foto: Markus Breig, KIT)

EDR: Monitoring- und Analyse-Werkzeug für Energienetze

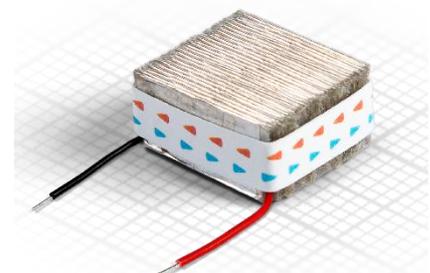
Mit dem Fortschreiten der Energiewende steigt die Zahl der Verbraucher, die gleichzeitig dezentral Strom aus Wind- und Sonnenenergie produzieren. Sie ersetzen immer größere Teile der Erzeugungskapazität, übernehmen aber nur begrenzt netzdienliche Aufgaben wie das Stabilisieren der Spannung und das Bereitstellen von Regelenergie. Smart Grids sollen diese Aufgaben künftig übernehmen. Grundlage für deren Konzeption und Steuerung sind präzise Systemmodelle und hochaufgelöste Messdaten aus dem laufenden Netzbetrieb. Elektrotechniker des KIT haben dafür einen Electrical Data Recorder (EDR) entwickelt. Im Stromnetz in der Nähe des Endverbrauchers oder in industriellen Anlagen installiert, kann dieser Netzspannung und Lastströme punktgenau aufzeichnen. Der EDR soll künftig mit einer messdatengetriebenen Modellierung von Netzsegmenten und Betriebsmitteln die Qualität von Systemmodellen und damit zum Beispiel die Steuerung von Smart Grids erheblich verbessern.



Der Electrical Data Recorder liefert hochaufgelöste Messdaten aus dem laufenden Netzbetrieb – sogar während eines Spannungsverlustes. (Foto: IAI, KIT)

Das Start-up otego: Mikro-Energieversorgung ohne Batterie und Kabel

Thermoelektrische Generatoren bieten autarken Kleinstverbrauchern für Anwendungen im Internet of Things und der Industrie 4.0 eine Alternative: Statt aus Batteriespeichern oder Kabelleitungen können die Mikro-Generatoren der aus dem KIT ausgegründeten otego GmbH direkt aus umliegenden Wärmequellen elektrische Energie gewinnen und so eine kontinuierliche Versorgung gewährleisten. Das reduziert den Wartungsaufwand und schont Ressourcen. Auf den Einsatz von Schwermetallen wie Tellur wird sogar vollständig verzichtet. Ihre kompakte Bauform, das Fehlen mechanisch beweglicher Teile und die Verwendung von Kunststoffen als Basismaterial macht sie zudem besonders robust und zuverlässig. Mit der so bereitgestellten Energie lassen sich verschiedenste Sensoren, Auswertelektronik und Funkanbindungen betreiben: von einfachen Produkten wie einem elektronischen Heizkörperthermostat bis hin zur Versorgung von Sensorknoten in größeren Anlagen.



Thermoelektrischer Generator von otego – nicht größer als ein Zuckerwürfel. (Grafik: otego GmbH)

Am 23.04. um 12.30 Uhr, wird Frederick Lessmann, einer der otego-Gründer, beim „Forum Young Tech Enterprises“ (Halle 17, Stand A58) einen Vortrag zum Thema „Industrie 4.0 – Wer wird da eigentlich smart gemacht?“ halten.

Das Start-up SciMo: Innovative elektrische Antriebstechnologien

Wesentlich für die Elektromobilität ist das intensive Weiterentwickeln elektrischer Antriebe. Benötigt werden zum einen kompakte und leistungsfähige Motoren, zum anderen müssen die Auswirkungen auf die Umwelt sowie die Herstellungskosten reduziert werden. An diesen Herausforderungen arbeitet die 2017 aus dem KIT ausgegründete

SciMo – Elektrische Hochleistungsantriebe GmbH. SciMo entwickelte bereits mehrere erfolgreiche Motoren, die etwa dem Team „KA-Racing“ des KIT zum Sieg bei der „Formula Student Electric 2016“ verhalfen sowie als Antrieb für den siegreichen Prototypen der TU München beim Hyperloop-Wettbewerb von SpaceX 2017 dienen. Die Motoren zeichnen vor allem zwei Merkmale aus: Sie sind besonders klein und besonders leistungsfähig. Die kompakte Bauweise wird durch ein erhöhtes Drehzahlniveau erreicht, wobei die Drehzahl durch ein nachgeschaltetes Getriebe für verschiedene Antriebsszenarien ideal angepasst werden kann. Durch innovative Kühlverfahren wiederum, wie die von SciMo weiterentwickelte indirekte Nutkühlung, lassen sich besonders große Dauerstromdichten erreichen, was die Leistungsfähigkeit der Motoren erhöht. Mit diesen Eigenschaften könnten sie sich künftig auch als Generatoren für Flugwindkraftwerke nutzen lassen.



Hochdrehzahl-Synchrongenerator von SciMo mit einer maximalen Drehzahl von 30.000 r.p.m. (Grafik: SciMo)

Technologiebörse

RESEARCH TO BUSINESS, die Technologiebörse des KIT, ist mit 30 weiteren Technologieangeboten am Energy-Stand des KIT vertreten. Sie zeigt Innovationen aus dem KIT, aus denen marktfähige Produkte und Verfahren entstehen können.

ENSURE auf der Hannover Messe

Das vom KIT koordinierte Konsortium ENSURE, das die Bundesregierung als eines von vier Kopernikus-Projekten für die Energiewende fördert, wird am Donnerstag, 26.04.2018, ebenfalls auf der Hannover Messe präsent sein. Dann wird Referent Rik W. De Doncker (RWTH Aachen) im begehbaren Showroom des „Integrated Energy Plaza“ für Fragen zur Verfügung stehen. Außerdem wird Referent Sascha Altschäffl (TenneT) von 12:30-13:00 Uhr im Forum „Life needs Power“ über ENSURE sprechen.

KIT bei weiteren Themenständen

BIOKON-Gemeinschaftsstand A01 in Halle 2: Die Körpersprache der Bauteile

Anhand von Professor Claus Matthecks neuem Buch „Pauli Explains the Form in Nature“ zeigt das KIT verschiedene von natürlichen Strukturen abgeleitete innovative Methoden beim Leichtbau und bei der Optimierung technischer Bauteile.

FZI-Stand B01 in Halle 2: Neue Robotik-Lösungen und vernetztes Fahren

Das Forschungszentrum Informatik (FZI) am KIT zeigt eine komplexe Roboter-Anwendung, die einfach und schnell programmiert werden kann. Außerdem wird das Testfeld Autonomes Fahren Baden-Württemberg vorgestellt, genauso wie ein System, das manipulierte Kommunikation zwischen Fahrzeugen aufzeigt.

Netzwerkpark Halle 17, Stand B74: Gründerteams des KIT stellen sich vor

Der Ausstellungsbereich „Young Tech Enterprises“ gibt der dynamischen Tech-Gründerszene eine Plattform. An allen Messtagen präsentieren sich hier auch Ausgründungsprojekte und Start-ups aus dem KIT: Coral Innovation, µyPrint (Mo, 23.04.); Knowtion UG, Re-Test GmbH (24.04.); Heisenberg, Usertimes (Mi, 25.04.); Smartivate, robodev (Do, 26.04.), robodev (Fr, 27.04.). Weitere Informationen: <http://www.hannovermesse.de/de/rahmenprogramm/specials/young-tech-enterprises/>

„Zukunft der Arbeit“: Top-Thema auch im Forschungsmagazin und im Podcast des KIT

Pünktlich zur Hannover Messe erscheint die aktuelle Ausgabe des Forschungsmagazins „lookKIT“ – ebenfalls mit einer Reihe von Beiträgen rund um das Thema „Integrated Industry“: von Smart Factories über digitales Gebäudemanagement bis hin zu Führung und Personalmanagement im Industrie-4.0-Zeitalter. Zum Anschauen und Lesen unter: www.sek.kit.edu/kit_magazin.php



Für den Forschungspodcast KIT.audio hat der Kölner Autor Heiko Bahr mit Expertinnen und Experten des KIT aus Informatik, Arbeitswissenschaft, Klimaforschung und Technikfolgenforschung gesprochen. In Szenarien von der Industrieproduktion bis zur Altenpflege zeigen sie auf, was die Arbeit der Zukunft ausmachen könnte – und wie wir die mal vielversprechende, mal bedrohliche Entwicklung steuern sollten. Nachzuhören ab Donnerstag, 29.3.2018, auf www.kit.edu/audio



Informationen zu den Ständen und Exponaten des KIT auf der Hannover Messe 2018 finden Sie auch in der digitalen Pressemappe: www.kit.edu/hannovermesse2018

Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten rund 9 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf einer breiten disziplinären Basis in Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften zusammen. Seine 26 000 Studierenden bereitet das KIT durch ein forschungsorientiertes universitäres Studium auf verantwortungsvolle Aufgaben in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft vor. Die Innovationstätigkeit am KIT schlägt die Brücke zwischen Erkenntnis und Anwendung zum gesellschaftlichen Nutzen, wirtschaftlichen Wohlstand und Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen.

Das KIT ist seit 2010 als familiengerechte Hochschule zertifiziert.

Diese Presseinformation ist im Internet abrufbar unter:
www.sek.kit.edu/presse.php

Die Fotografien und Grafiken stehen in der höchsten uns vorliegenden Qualität auf www.kit.edu zum Download bereit und können angefordert werden unter: presse@kit.edu oder +49 721 608-21105. Die Verwendung der Bilder ist ausschließlich in dem oben genannten Zusammenhang gestattet.