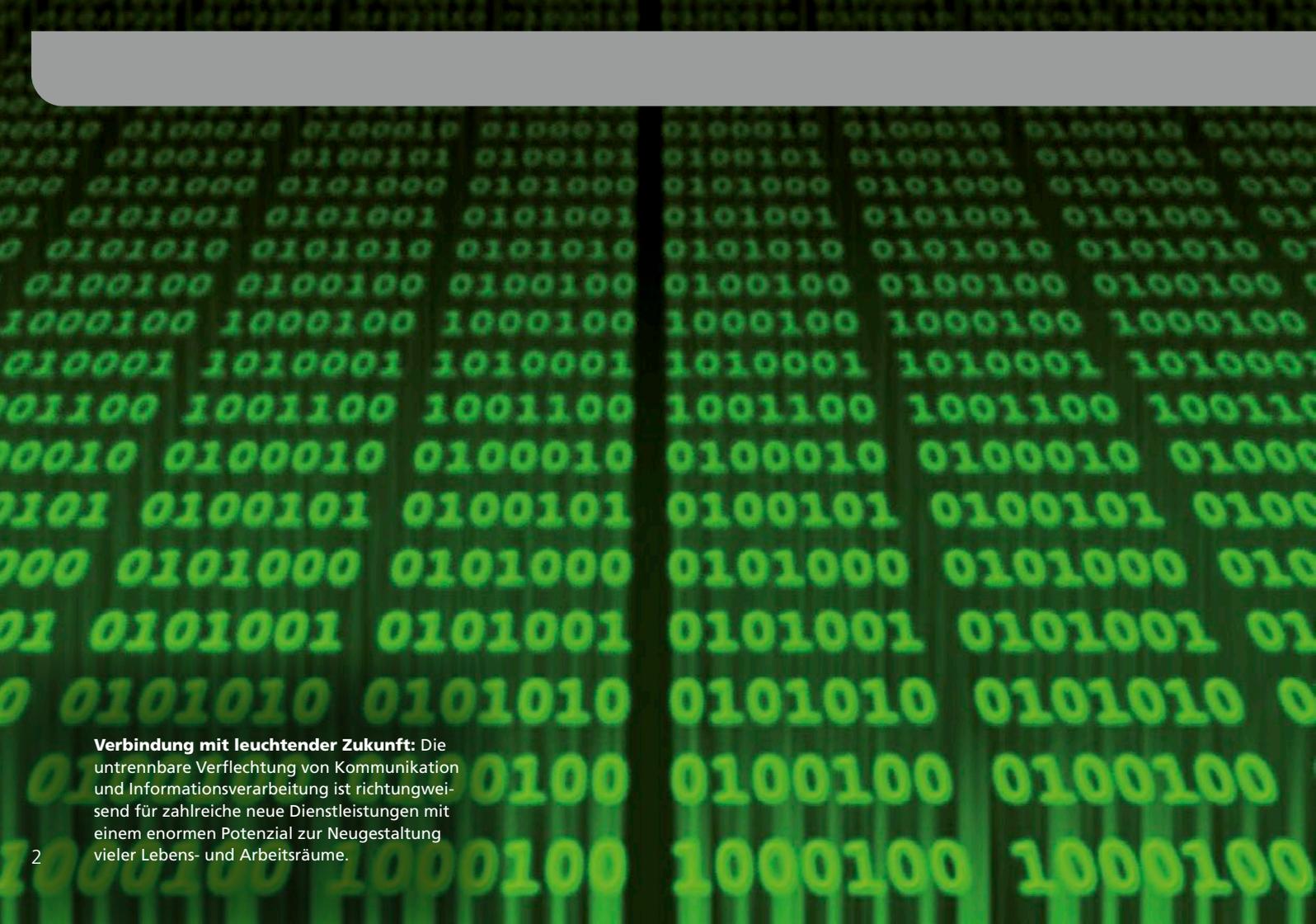


# COMMputation = COMMunication + COMputation

KIT-SCHWERPUNKT COMMPUTATION





**Verbindung mit leuchtender Zukunft:** Die untrennbare Verflechtung von Kommunikation und Informationsverarbeitung ist richtungweisend für zahlreiche neue Dienstleistungen mit einem enormen Potenzial zur Neugestaltung vieler Lebens- und Arbeitsräume.

Kommunikation und leistungsfähige Informationsverarbeitung sind untrennbar verbunden mit dem technologischen Fortschritt, der unsere Welt verändert: Wir sind umgeben von einer wachsenden Anzahl intelligenter Geräte, die Objekte und Gegenstände in unserem Umfeld mit der Fähigkeit zur Interaktion, Umgebungswahrnehmung und Anpassung ausstatten. Die damit einhergehenden Herausforderungen erfordern ein ineinander greifendes Verständnis und eine intelligente Nutzung von Kommunikation und Informationsverarbeitung. Deren inhärente Verflechtung ist das Leitthema des Schwerpunkts COMMputation.

## **KIT-Schwerpunkt COMMputation: Mission und Strategie**

Der KIT-Schwerpunkt COMMputation befasst sich mit der Gestaltung und Kontrolle komplexer technischer Systeme und den damit verbundenen Herausforderungen. Mit der gebündelten, interdisziplinären

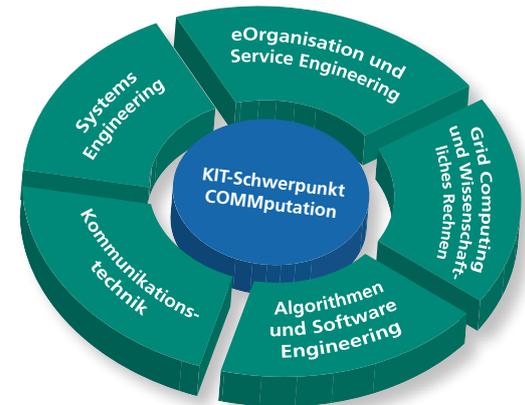
Fachkompetenz aus Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Wirtschaftswissenschaften nimmt der Schwerpunkt in zahlreichen Forschungsprojekten Konzepten, Architekturen, Verfahrenen, Werkzeuge und Anwendungen der Informationsverarbeitung und Kommunikationstechnik sowie organisatorische und dienstleistungsorientierte Grundsätze in den Blick, um die Vertrauenswürdigkeit, Robustheit und Effizienz komplexer Anwendungssysteme gewährleisten zu können.

Die Aktivitäten im Schwerpunkt stützen sich auf fünf Themenbereiche (Topics):

- Topic 1: eOrganisation und Service Engineering
- Topic 2: Grid Computing und Wissenschaftliches Rechnen
- Topic 3: Algorithmen und Software Engineering
- Topic 4: Kommunikationstechnik
- Topic 5: Systems Engineering

## **Wissensdreieck**

Wie die Europäische Union betont auch das KIT das Wissensdreieck Forschung – Lehre – Innovation. Die Nähe zur Spitzenforschung macht ein Studium am KIT höchst attraktiv. Zugleich nutzt das KIT sein enormes Innovationspotenzial als Kooperationspartner der Wirtschaft, damit exzellente Forschungsergebnisse zeitnah in marktfähige Produkte münden.



**Ausgleich gegenläufiger Ziele:** Die partielle Selbstorganisation von Teilnehmern eines dienstleistungsbasierten Wertschöpfungsnetzwerkes ist eine der Herausforderungen der Forschung im Bereich der eOrganisation und des Service Engineering.

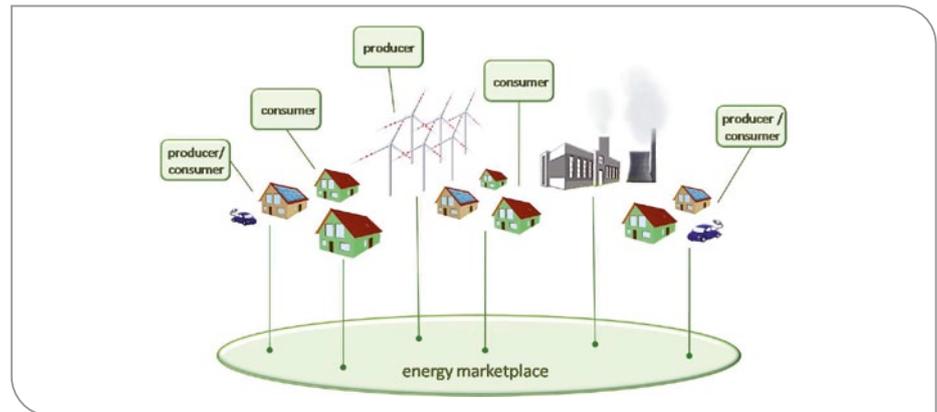
# eOrganisation und Service Engineering

Die Verwendung digitaler und elektronischer Kommunikationsnetzwerke fördert die digitale Konvergenz und bringt unterschiedliche Branchen miteinander in Berührung. Analog dazu führt die vermehrte Nutzung dynamisch erzeugter Webservices zur Entstehung intelligenter Business-Netzwerke. Das beständige und dabei offene Angebot kombinierbarer Services umfasst standardisierte Dienstleistungsmodulare, die auf vielerorts zugänglicher Informationstechnik basieren.

Letztlich werden aus nahezu allen Einrichtungen eOrganisationen, die auf Verfahren zur koordinierten Ressourcenteilung und Problemlösung in hochdynamischen und verteilten Umgebungen angewiesen sind, etwa dienstleistungsbasierte und mit autonomen Organisationen arbeitende Wertschöpfungsnetzwerke.

**Konzepte für Dienstleistungsszenarien**  
eOrganisation und Service Engineering müssen die gegensätzlichen privaten Ziele und Interessen autonomer Nutzer in verteilten Dienstleistungsszenarien mit dem allgemeinen Anspruch der Wertschöpfung in Einklang bringen. „Wir wollen eOrganisationen helfen, Koordination, Gruppenbildung und Kooperation mit moderner

Technologie zu meistern“, erklärt der Sprecher des Topics, Professor Stefan Tai. Die Forscherinnen und Forscher untersuchen in aktuellen Projekten vor allem Anwendungen des Cloud Computing. Dessen Konzept basiert auf Web-Technologien und Plattformen, die eine effektive On-Demand-Nutzung von Ressourcen der Informationsverarbeitung erlauben.



**Werte schöpfen:** Forscher untersuchen verteilte und angereicherte Dienstleistungsszenarien.



**Stark und intelligent:** Grid Computing, Cloud Computing und Hochleistungsrechnen bilden nahtlos integrierte Arbeitsumgebungen am KIT und sind Gegenstand von Forschung und Entwicklung am Steinbuch Centre for Computing (SCC).

# Grid Computing und Wissenschaftliches Rechnen

Untersuchungen zum Grid Computing, Cloud Computing und Hochleistungsrechnen am KIT sollen zur Integration und langfristigen Verfügbarkeit von Cloud-Dienstleistungen in Produktionsumgebungen beitragen. Zu den potenziellen Anwendungen zählen die Bereiche Klima und Umwelt, Genomforschung, Energieforschung und Nanocomputing. KIT-SimLabs,



**Blickpunkt „Wolke“:** Integration von Cloud-Services in Produktionsumgebungen.

Simulationslabore als neuartige Schnittstellen zwischen Anwendern und Betreibern von Hoch- und Höchstleistungsrechnern, bilden dafür eine effiziente Basis.

In Abhängigkeit von Netzwerk, Prozessorgeschwindigkeit, Datenspeicher, Hardware-Technologien und Middleware werden neue Modelle benötigt, die auf adaptiven Verfahren basieren. „Bei der Entwicklung solcher Modelle“, so Sprecher Professor Wilfried Juling, „kommt ein ganzheitlicher Ansatz zur Anwendung – von der Problembeschreibung und den mathematischen Modellen über die IT-Infrastruktur bis hin zur Lösungsarchitektur.“

## Adaption von Modellen

Grid Computing und Wissenschaftliches Rechnen am KIT befassen sich mit der Adaption von Modellen. Forscherinnen und Forscher am KIT arbeiten an Verfahren zur exakten und effizienten Berechnung des Nutzens von Methoden auf der Grundlage der automatischen Modellanpassung.

## Optimierung

Die Wissenschaftler untersuchen Möglichkeiten zur Optimierung des Managements von Grid- und Cloud-Umgebungen. Ihr Ziel ist es, eine perfekte Benutzerschnittstelle, optimierte Protokolle sowie eine verbesserte Ressourcennutzung im Netz zu entwickeln. In nationalen und europäischen Projekten sowie besonders der European Grid-Initiative EGI soll Wissenschaftlern eine Grid-Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden, die – weltweit und rund um die Uhr – die Nutzung gemeinsamer Ressourcen nachhaltig ermöglicht.

**Schlüssige Ketten hochgradiger Vernetzung:** Algorithmiker und Softwareingenieure am KIT schmiedeten methodologische Verbindungen für Kommunikation und Informationsverarbeitung in komplexen Systemen.

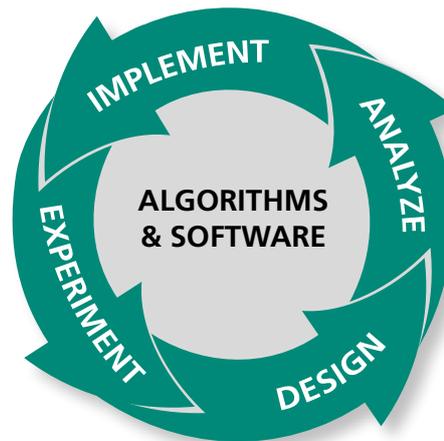
# Algorithmen und Software Engineering

Algorithmik und Software Engineering liefern wichtige Erkenntnisse zum methodologischen Hintergrund von Kommunikation und Computertechnologie in hochgradig vernetzten Systemen. eHealth und eGovernment, klassische Bank- und Versicherungsanwendungen, Logistik und Produktion, Telekommunikations- und Energiesysteme – die wachsende Nutzung komplexer Softwaresysteme, die mit vorhersagbarer Leistung und Zuverlässigkeit verfügbar sein müssen, erklärt die vielschichtigen Anforderungen an Algorithmik und Software Engineering.

## Vorhersagbare Eigenschaften

„Unsere künftigen Herausforderungen“, so Topic-Sprecherin Professorin Dorothea Wagner, „brauchen neue Algorithmen und neue Software-Architekturen“. Daher steht für sie und die Wissenschaftler im Topic Methodologisches im Vordergrund: Algorithmik und Software Engineering

liefern effiziente und effektive Algorithmen und Software-Architekturen mit vorhersagbaren Eigenschaften. Ein Beispiel hierfür ist das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Schwerpunkt-



**Herausfordernd:** Ein von falsifizierbaren Hypothesen getriebener Kreislauf bildet den Kern der Algorithmik.

programm „Algorithm Engineering“. In Projekten dieses Schwerpunktprogramms entwickeln KIT-Wissenschaftler einen von falsifizierbaren Hypothesen getriebenen Kreislauf aus Entwurf, Analyse, Implementierung und experimenteller Bewertung praktikabler Algorithmen. Diese Struktur wird mittels realistischer Modelle an Anwendungen gekoppelt.

**Integrierender Ansatz:** Die Interdisziplinarität der Kommunikationstechnik berücksichtigt Aspekte wie Robustheit und Sicherheit, Selbstorganisation und rationelle Energieverwendung.

# Kommunikationstechnik

Kommunikation bildet die Basis für den Betrieb verteilter Systeme und Anwendungen. Die Kommunikationsforschung untersucht und erarbeitet Technologien, Verfahren, Protokolle, Architekturen und Systeme für zahlreiche Arten von Kommunikationssystemen der Zukunft und entwickelt Werkzeuge für deren Bewertung. Sie umfasst alle Hardware- und Software-Komponenten, die zur Informationsübertragung eingesetzt werden. Neue Anwendungsbereiche (zum Beispiel Internet der Dinge, Unterwasserkommunikation), eine wachsende Anzahl von Nutzern (nicht nur Menschen, sondern etwa auch Sensoren) sowie steigende Ansprüche (unter anderem an Robustheit und Sicherheit) fordern neue Entwicklungen.

## Steuerbarkeit von Systemen

Kommunikationstechnik will in erster Linie „eine Basis für die Steuerbarkeit der verwendeten Systeme schaffen“, erläutert

Sprecher Professor Friedrich Jondral. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit der Bereiche Elektrotechnik, Informationstechnik und Informatik in Technologie und Theorie ermöglicht eine integrierte Analyse so komplexer Aspekte wie Robustheit und Sicherheit, Selbstorganisation und rationeller Energieverwendung. Im EU-Projekt NeOn („Lifecycle Support for Networked Ontologies“) beispielsweise erarbeiten Wissenschaftler aus dem KIT verbesserte Verfahren zur Handhabung multipler vernetzter und kontextualisierter



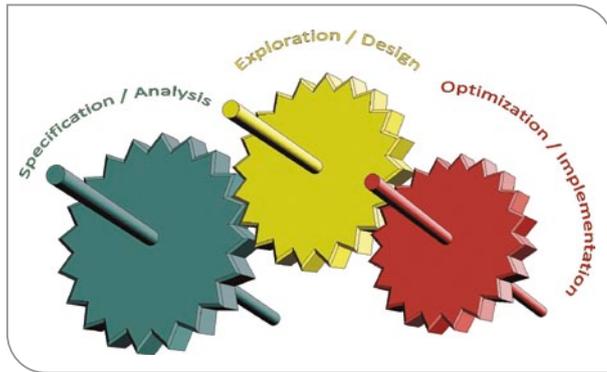
**Neue Bereiche:** In einer wachsenden Anzahl komplexer Umgebungen spielt Kommunikationstechnik eine immer größere Rolle.

Ontologien. Mit einer serviceorientierten, offenen Infrastruktur und einer entsprechenden Methodologie versuchen die Forscherinnen und Forscher, den Lebenszyklus semantischer Anwendungen durch wirtschaftliche Lösungen zu unterstützen.



**Vielseitig:** Das Systems Engineering stützt sich sowohl auf formale Methoden als auch auf angepasste Technologien.

Systems Engineering befasst sich sowohl mit geeigneten wissenschaftlichen Spezifizierungs- und Analyseverfahren als auch mit Methoden zur Untersuchung, Konstruktion, Optimierung und Implementierung technischer Systeme. Dazu kommen formale mathematische und algorithmische Verfahren sowie zahlreiche Systemtechnologien zum Einsatz.



**Organische Zukunft:** Die Komplexität technischer Systeme wird beherrschbar, indem selbstorganisiertes, sich an Veränderungen anpassendes Verhalten graduell zugelassen wird.

Die Vielfalt der Verfahren und Technologien erfordert theoretische Untersuchungen, Methodologien und neue Konzepte für Architekturen und computergestützte Tools für komplexe heterogene Systeme etwa auf dem Gebiet der Kommunikation und im Infotainment, der Robotertechnik, Automatisierung und Medizintechnik sowie im Bereich von automotiven, mobilen oder ubiquitären Domänen. Anforderungen der Mechanik, Elektronik und Software müssen dabei berücksichtigt werden.

## Selbstorganisation und Adaptivität

Eines der wichtigen Themen des Systems Engineering ist die Erforschung und Realisierung von Selbstorganisation und Adaptivität.

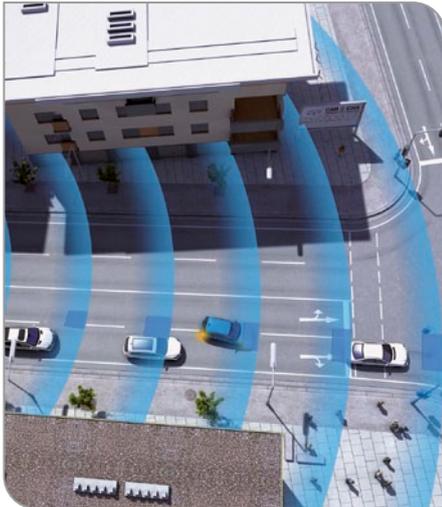
„Die Computer der Zukunft müssen durch mehrere Self-x-Eigenschaften überzeugen, müssen also selbstoptimierend, selbstheilend, selbsterklärend und selbstschützend sein“, sagt Professor Jürgen Becker, Sprecher des Topics. Das DFG-Schwerpunktprogramm „Organic Computing“ ist ein Beispiel dafür: Es sollen Systeme entwickelt werden, die sich ihrer eigenen Fähigkeiten bewusst sind und sich selbsttätig den Erfordernissen der Umwelt anpassen.

## Vertrauenswürdigkeit, Sicherheit und Systemdesign

Ein weiterer Bereich ist der Vertrauenswürdigkeit gewidmet. In erster Linie betrachten die Forscherinnen und Forscher sicherheitskritische Systeme, die entscheidende Auswirkungen auf Gesellschaft, Wirtschaft oder Umwelt haben können. Daneben untersuchen sie Aspekte der Sicherheit sowie Echtzeitbedingungen auf allen Ebenen des Systemdesigns.

# Der KIT-Schwerpunkt COMMputation

Der KIT-Schwerpunkt COMMputation vereint mehr als 100 Einzelprojekte mit insgesamt etwa 300 Mitarbeitern. Wissenschaftliche Koordination und strategische Planung des Schwerpunkts übernehmen ein Lenkungskomitee und ein wissenschaftliches Gremium.



Das Lenkungskomitee besteht derzeit aus dem Chief Information Officer am KIT, Professor Norbert Henze, Professor Hartmut Schmeck als wissenschaftlichem Sprecher, Professorin Dorothea Wagner als stellvertretender Sprecherin und Sprecherin des Topics „Algorithmen und Software Engineering“ sowie Professor Wilfried Juling als Sprecher des Topics „Grid Computing und Wissenschaftliches Rechnen“, Professor Stefan Tai als Sprecher des Topics „eOrganisation und Service Engineering“, Professor Jürgen Becker als Sprecher des Topics „Systems Engineering“, Professor Friedrich Jondral als Sprecher des Topics „Kommunikationstechnik“ und Dr. Marcel Kunze als Vertreter der akademischen Mitarbeiter.

Die Wissenschaftler am KIT arbeiten in ihren Projekten eng mit Universitäten und Forschungseinrichtungen innerhalb und außerhalb Europas zusammen. In zwei interdisziplinären Graduiertenkollegs er-

werben junge Doktoranden das Rüstzeug für eine wissenschaftliche Karriere und erleben die Faszination wissenschaftlicher Autonomie.

Im KIT-Schwerpunkt COMMputation werden intelligente Lösungen für effektive Kommunikation auf der Grundlage effizienter Berechnungen entwickelt und umgesetzt. Szenarien für Smart Houses, Smart Cars oder Smart Shops machen die beteiligten Forscherinnen und Forscher des KIT zu gesuchten Partnern von Wirtschaft und Industrie.

## **Kontakt:**

Professor Hartmut Schmeck  
(Wissenschaftlicher Sprecher),  
hartmut.schmeck@kit.edu

Weitere Informationen über die Webseiten des Schwerpunkts:

**[www.computation.kit.edu](http://www.computation.kit.edu)**

# Das 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 8 500 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 Spitzenposition einzunehmen. Ziel ist eine Institution international herausragender Forschung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie hervorragender Lehre, Nachwuchsförderung und Weiterbildung. KIT setzt als Innovationspartner auf die enge Kooperation mit der Wirtschaft. Es ist ein führendes europäisches Zentrum in der Energieforschung und spielt eine weltweit sichtbare Rolle in den Nano-

wissenschaften. Das KIT setzt auf das Wissensdreieck Forschung, Lehre und Innovation.



## Impressum

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

Kaiserstraße 12  
76131 Karlsruhe

Telefon +49 721 608-47414 oder  
+49 721 608-22861

E-Mail [info@kit.edu](mailto:info@kit.edu)  
[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

**Redaktion** Klaus Rümmele

**Übersetzung aus dem Englischen**  
Heidi Knierim

**Fotos** Markus Breig, Christian Hirsch,  
Andreas Kamper, Lukas König, Bianca Pagliosa,  
Markus Stark, Gabi Zachmann (Bildauswahl),  
[car2car\\_forum](http://car2car_forum.com), [photocase.de](http://photocase.de), [pixelio.de](http://pixelio.de),  
[pixelquelle](http://pixelquelle.com)

**Umschlaggestaltung** Wilfrid Schroeder

**Gestaltung, Layout** Eva Geiger (SCC-PPM)

**Druck** Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein

Januar 2011

Karlsruhe © KIT 2011

