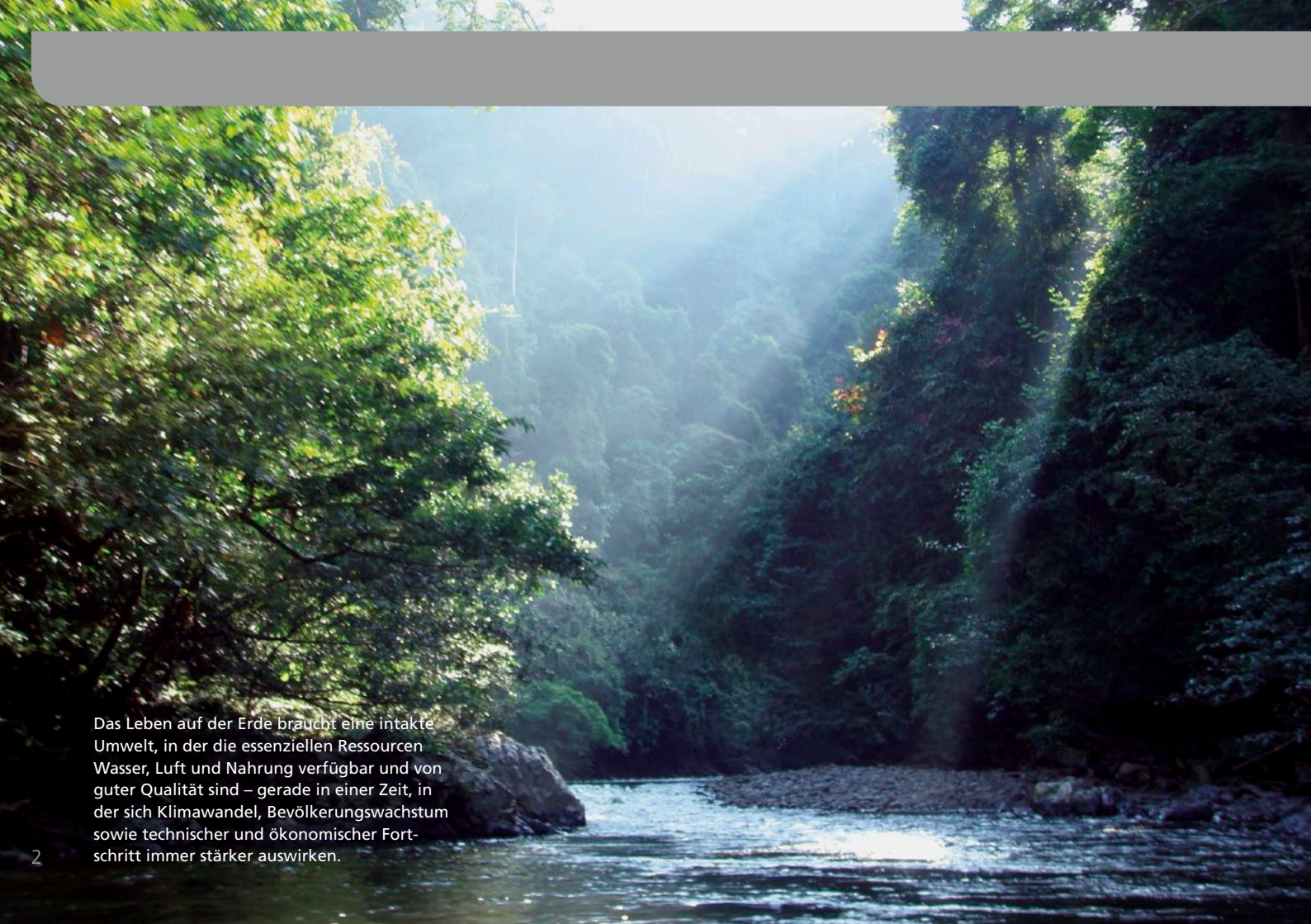


Für eine lebenswerte Umwelt

KIT-ZENTRUM KLIMA UND UMWELT





Das Leben auf der Erde braucht eine intakte Umwelt, in der die essenziellen Ressourcen Wasser, Luft und Nahrung verfügbar und von guter Qualität sind – gerade in einer Zeit, in der sich Klimawandel, Bevölkerungswachstum sowie technischer und ökonomischer Fortschritt immer stärker auswirken.

Klima- und Umweltwandel sowie demographische, ökonomische und technische Entwicklungen verändern im 21. Jahrhundert die Lebensbedingungen auf der Erde wie nie zuvor. Von diesen Veränderungen hängen Verfügbarkeit und Qualität der essenziellen Ressourcen Wasser, Luft und Nahrung ab. Die Klima- und Umweltforschung steht damit vor großen neuen Aufgaben.

KIT-Zentrum Klima und Umwelt: Mission und Strategie

Gegenwärtig geht es nicht mehr allein darum, die Ursachen von Umweltproblemen zu beseitigen, sondern zunehmend auch um die Anpassung an veränderte natürliche sowie vom Menschen geprägte Umweltverhältnisse. Daher gilt es, grundlegendes Wissen über die beteiligten Prozesse und ihre Interaktion auf lokaler, regionaler und globaler Ebene sowie über die klimatischen, ökologischen und wirtschaftlichen Folgen

zu erschließen und darauf Strategien der Anpassung aufzubauen.

Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt bündelt breit gefächerte Kompetenzen in naturwissenschaftlichen, technischen und gesellschaftswissenschaftlichen Disziplinen. In fachübergreifender Vernetzung erarbeiten die Forscherinnen und Forscher geeignete Technologien, um die natürlichen Lebensgrundlagen zu sichern.

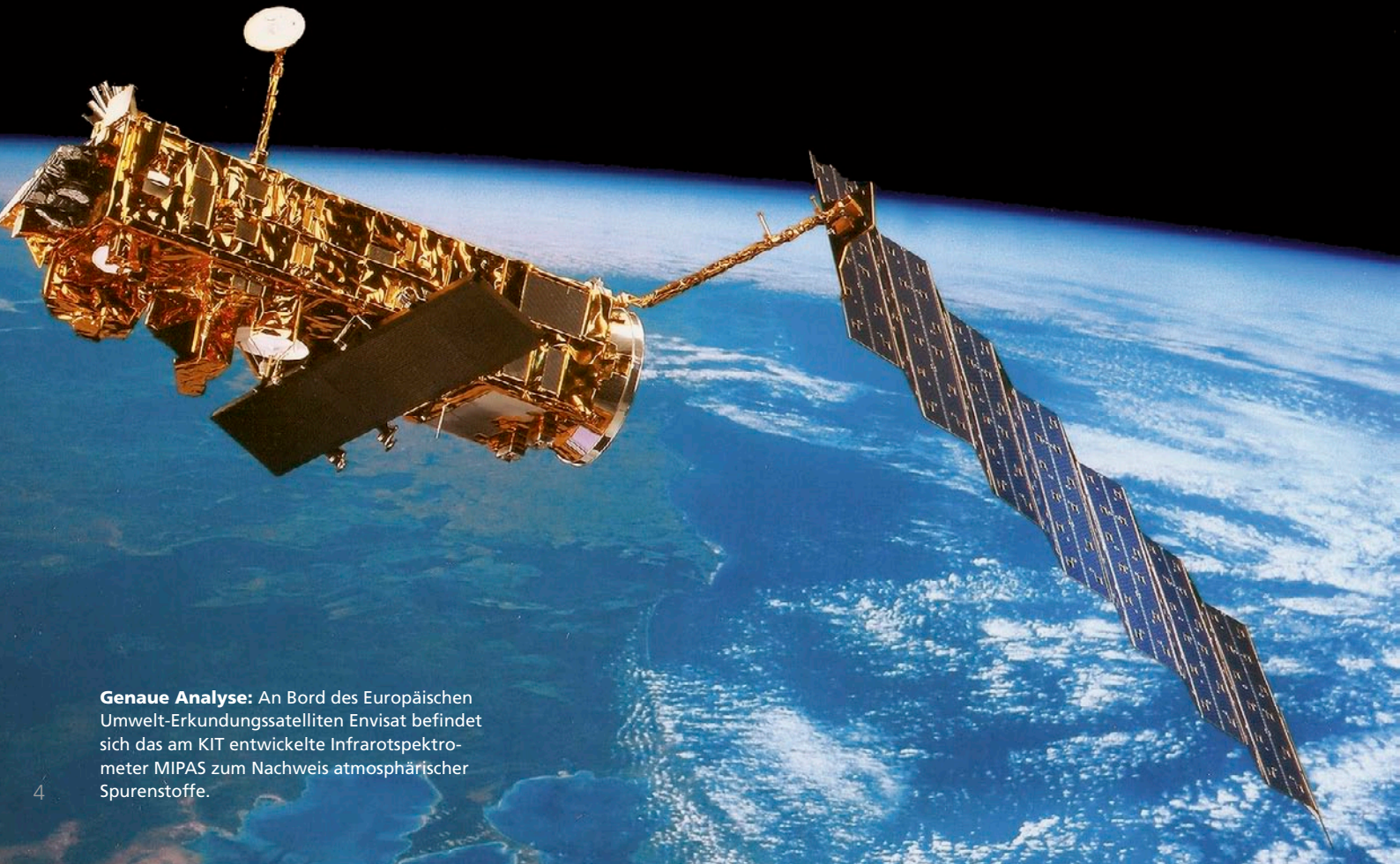
Die Arbeitsbereiche des KIT-Zentrums Klima und Umwelt gliedern sich in sieben Topics:

- Atmosphärische Prozesse
- Wasserressourcen und Wassermanagement
- Prozesse im Untergrund
- Technikbedingte Stoffströme
- Urbane Systeme
- Risiken und Risikomanagement
- Klimawandel

Wissensdreieck

KIT setzt wie die Europäische Union auf 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.





Genauere Analyse: An Bord des Europäischen Umwelt-Erkundungssatelliten Envisat befindet sich das am KIT entwickelte Infrarotspektrometer MIPAS zum Nachweis atmosphärischer Spurenstoffe.

Atmosphärische Prozesse

Die Atmosphäre ist eine im Vergleich zur Erde hauchdünne Gasschicht, ohne die kein Leben auf der Erde möglich wäre. In ihr entwickelt sich das Wetter und bildet sich der Niederschlag. Sie stellt den Lebewesen Süßwasser und saubere Luft bereit und schützt sie vor radioaktiver Strahlung aus dem All und vor der UV-Strahlung der Sonne.

Die Atmosphäre als komplexes dynamisches System

Physikalische und chemische Prozesse sorgen für die Selbstreinigung der Luft oder für die Bildung von Wolken und Niederschlag. Unter speziellen Bedingungen führen diese Prozesse zu Extremereignissen wie Stürmen und Unwettern. Der Schutz der Atmosphäre und ihrer lebenswichtigen Eigenschaften in einer Zeit, in der der Mensch immer stärker in die natürlichen Kreisläufe eingreift, setzt ein tief greifendes Verständnis voraus. Erst dann sind

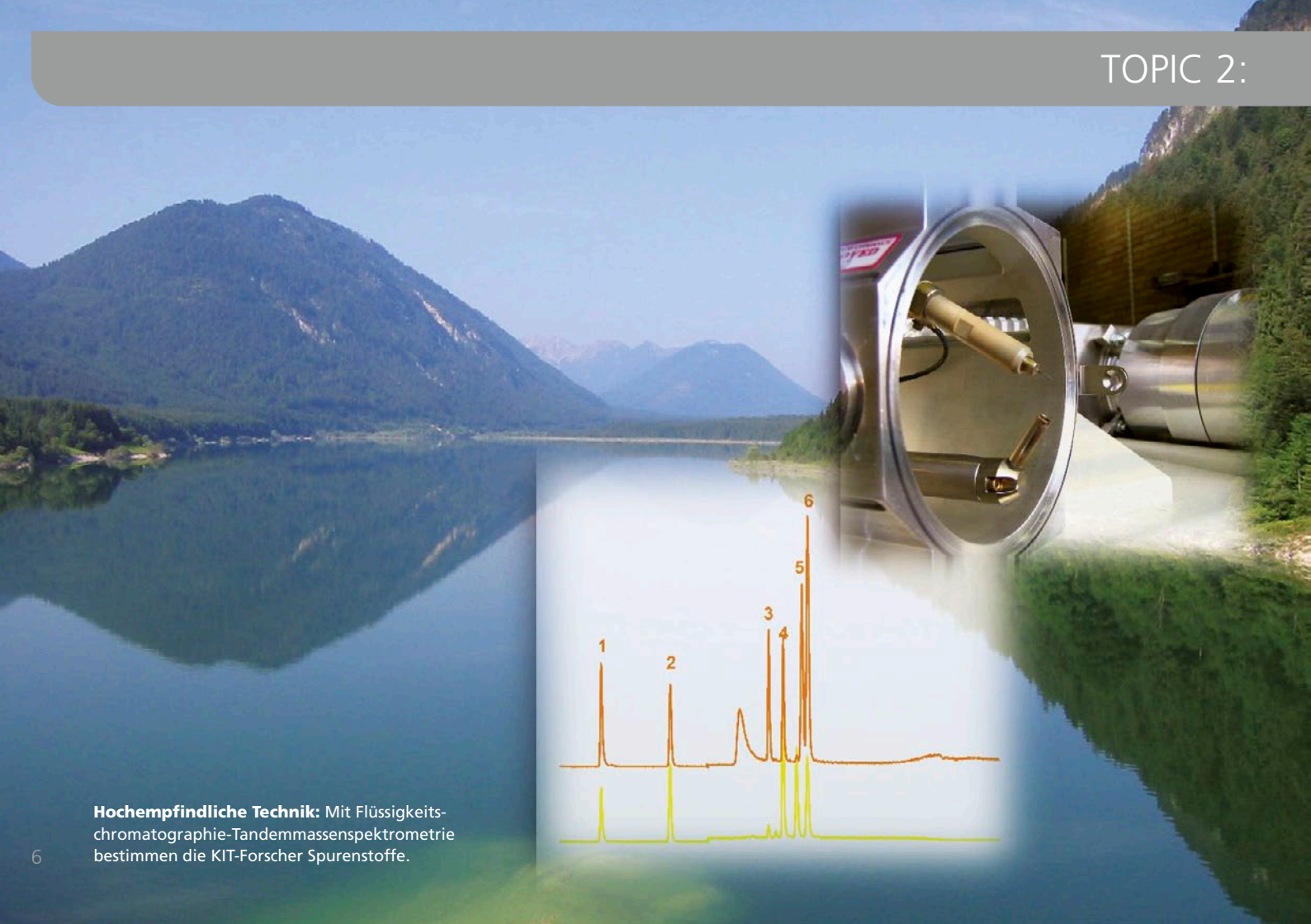
bessere Vorhersagen von Wetter und Extremereignissen möglich.

Vom Experiment zur Simulation

Im Topic „Atmosphärische Prozesse“ stellen die KIT-Forscherinnen und -Forscher in Laboruntersuchungen atmosphärische Prozesse unter kontrollierten Bedingungen nach. Sie ermöglichen es, diese mit modernsten experimentellen Methoden wie der Laserspektroskopie detailliert aufzuklären. Mit Instrumenten an Bord von Satelliten oder von Flugzeugen oder mit Methoden der Fernerkundung beobachten und analysieren die KIT-Forscher die reale Atmosphäre. Computersimulationen bilden das Gesamtsystem Atmosphäre ab und erlauben es, seine Entwicklung vorherzusagen. In sie fließen die in den experimentellen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse ein.



Weltweit einzigartig: Die Aerosol- und Wolkenkammer AIDA ermöglicht es, Wolkenprozesse unter realistischen atmosphärischen Bedingungen zu untersuchen.



Hochempfindliche Technik: Mit Flüssigkeitschromatographie-Tandemmassenspektrometrie bestimmen die KIT-Forscher Spurenstoffe.

Wasserressourcen und Wassermanagement

Alles Leben auf der Erde ist abhängig von Wasser. Steigende Nachfrage, konkurrierende Nutzungen und Einflüsse des Klimawandels machen es dringend erforderlich, Wasserressourcen in ihrer Qualität und Quantität zu bewahren und nachhaltig zu bewirtschaften.

Prozesse in Wasser- und Stoffkreisläufen

Forscherinnen und Forscher des KIT befassen sich mit grundlegenden Prozessen von



Innovativ: Wasserfördertechnik in einer Karsthöhle in Indonesien.

Wasser- und Stoffkreisläufen, die bei der Erneuerung von Wasserressourcen und bei Extremereignissen maßgeblich beteiligt sind. Dabei entwickeln sie sowohl hochempfindliche Techniken für die Spurenstoffanalytik als auch angepasste Modelle für die Bilanzierung des Wasserkreislaufs, des Stofftransports und der Stofftransformation. Zudem betrachten sie Extremereignisse in ihrer Auswirkung auf die Quantität (wie Hochwasser, Wassermangel) und die Qualität (wie Nährstoffe, organische Spurenstoffe).

Innovative Technologien und optimierte Anlagenkonzepte

Wasserwirtschaftliche Anlagen beeinflussen den Wasserkreislauf und die Ressource Wasser auf lokaler oder regionaler Skala. Vor dem Hintergrund sich verändernder globaler Rahmenbedingungen entwickeln die Wissenschaftler im KIT flexible Bemessungskonzepte und Bewirtschaftungsstrategien für komplexe Verbundnetze und optimieren

sie in Bezug auf Energieeffizienz, Klima- und Umweltverträglichkeit. Der Fokus der Arbeiten im Bereich Wassertechnologien liegt auf Entwicklung und Einsatz von effizienten Methoden und neuen Materialien zur Entfernung von Schadstoffen sowie für Speicher- und Verteilungssysteme. Im Blickpunkt stehen dabei die Trink- und Prozesswasseraufbereitung sowie die Abwasserbehandlung.

Integriertes Wasserressourcen-Management

Konzepte des integrierten Wasserressourcen-Managements berücksichtigen meteorologische, hydrologische, hydraulische, hydrochemische und biologische Prozesse, aber auch sozio-ökonomische und kulturelle Aspekte. Besonders in Schwellenländern besteht akuter Handlungsbedarf. KIT-Mitarbeiter sind weltweit tätig und entwickeln regional angepasste Konzepte und Technologien für den nachhaltigen Umgang mit der lebenswichtigen Ressource Wasser.



Entgasung der Erde: Gase aus dem Untergrund haben einen maßgeblichen Einfluss auf das Klima und die Umwelt unseres Planeten. Besonders auffällig sind vulkanische Exhalationen – zum Beispiel kurz nach dem Ausbruch des Papaandayan in Indonesien. Neben dem Austritt von Wasserdampf, Kohlendioxid und Salzsäure in die Atmosphäre sind auch gelbe Schwefelablagerungen sichtbar.

Prozesse im Untergrund

Angesichts des raschen Wachstums der Weltbevölkerung wird ein nachhaltiger Umgang mit dem Untergrund immer wichtiger. Ballungsgebiete bedürfen technischer und sozialer Konzepte, die eine sichere und umweltverträgliche Nutzung des Untergrunds gewährleisten. Am KIT-Zentrum Klima und Umwelt entwickeln Forscher dafür umfassende Systemlösungen.

Speicherung und Ressourcen

Die Karlsruher Wissenschaftler untersuchen, wie sich das Treibhausgas CO₂ in tiefen Gesteinsschichten sicher speichern lässt, und befassen sich mit Aspekten der Endlagerung radioaktiver und chemisch-toxischer Reststoffe. Ebenso widmen sie sich der effizienten Nutzung unterirdischer Wärmequellen als Energielieferanten.

Monitoring und Überwachung

Um Ressourcen wie Wasser und Wärme zu erkunden und die Sicherheit von Deponien

verlässlich zu bewerten, sind Neu- und Weiterentwicklungen von innovativen Technologien erforderlich, etwa von Überwachungstechniken zur Qualitätssicherung und langfristigen Kontrolle von unterirdischen Anlagen. Die Forscher am KIT konzipieren dazu beispielsweise in situ-Sensorsysteme, die in Bohrlöchern wichtige physikalische und chemische Kenngrößen hochauflösend erfassen und dem Beobachter in Echtzeit bereitstellen.

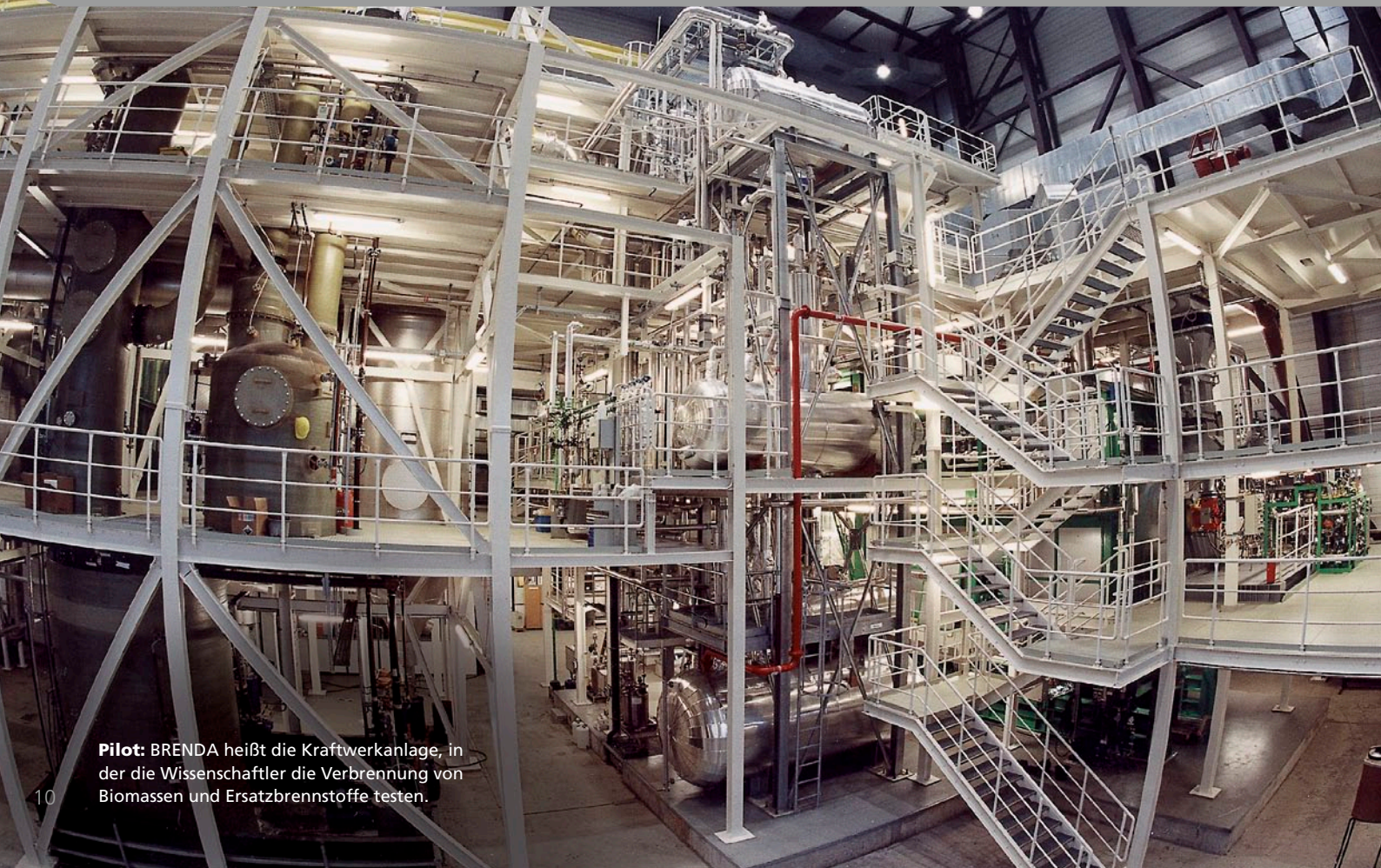
Schadstoffdynamik und Sanierungstechnologien

Eine große Herausforderung für die KIT-Wissenschaftler ist es, komplexe Transformations- und Transportprozesse vom molekularen Maßstab bis hin zu ökosystemischen Ansätzen zu identifizieren und zu quantifizieren. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu dienen, Prozesse zu unterstützen, die beispielsweise die Speicherung oder den Abbau von Treib-

hausgasen oder toxischen Abfallstoffen bewirken, sowie innovative Sanierungsmaßnahmen zu entwickeln, welche die Mobilität solcher Stoffe minimieren.



Analysen am Stein: Genaue Untersuchungen geben Hinweise auf die Speicherfähigkeit tiefer Gesteinsschichten.



Pilot: BREND heißt die Kraftwerkanlage, in der die Wissenschaftler die Verbrennung von Biomassen und Ersatzbrennstoffe testen.

Technikbedingte Stoffströme

Die Nutzung von Ressourcen wie Energie, Rohstoffe oder Böden bedingt Stoff- und Energieflüsse, die unsere Umwelt beeinflussen und sich durch menschliches Handeln steuern lassen. Ein sparsamer und wirtschaftlicher Umgang mit Ressourcen ist wesentlich für eine nachhaltige Entwicklung. Um Emissionen aus der Energieumwandlung und bei Industrieprozessen zu mindern sowie die fortschreitende Rohstoffverknappung zu bewältigen,



Ressourcen sparen: Ein wirtschaftlicher Umgang mit natürlichen Materialien ist wesentlich für eine nachhaltige Entwicklung.

bedarf es detaillierter Kenntnisse über vom Menschen verursachte Stoffströme und deren Interaktion mit der Umwelt. Daran arbeiten die Forscherinnen und Forscher im Topic „Technikbedingte Stoffströme“.

Rohstofferschließung, Stoffumwandlung, Prozess- und Umwelttechnik

Im Zentrum stehen neue Verfahren und Anwendungen, um Rohstoffe zu erschließen und zu nutzen. Es gilt, knappe

Rohstoffe sparsam einzusetzen und dadurch ihre Reichweite zu erhöhen. Neue Verfahren steigern die Effizienz von Prozessen des Energie- und Stoffeinsatzes in Industrie, Land- und Forstwirtschaft. Dazu gehört auch, Schadstoff-

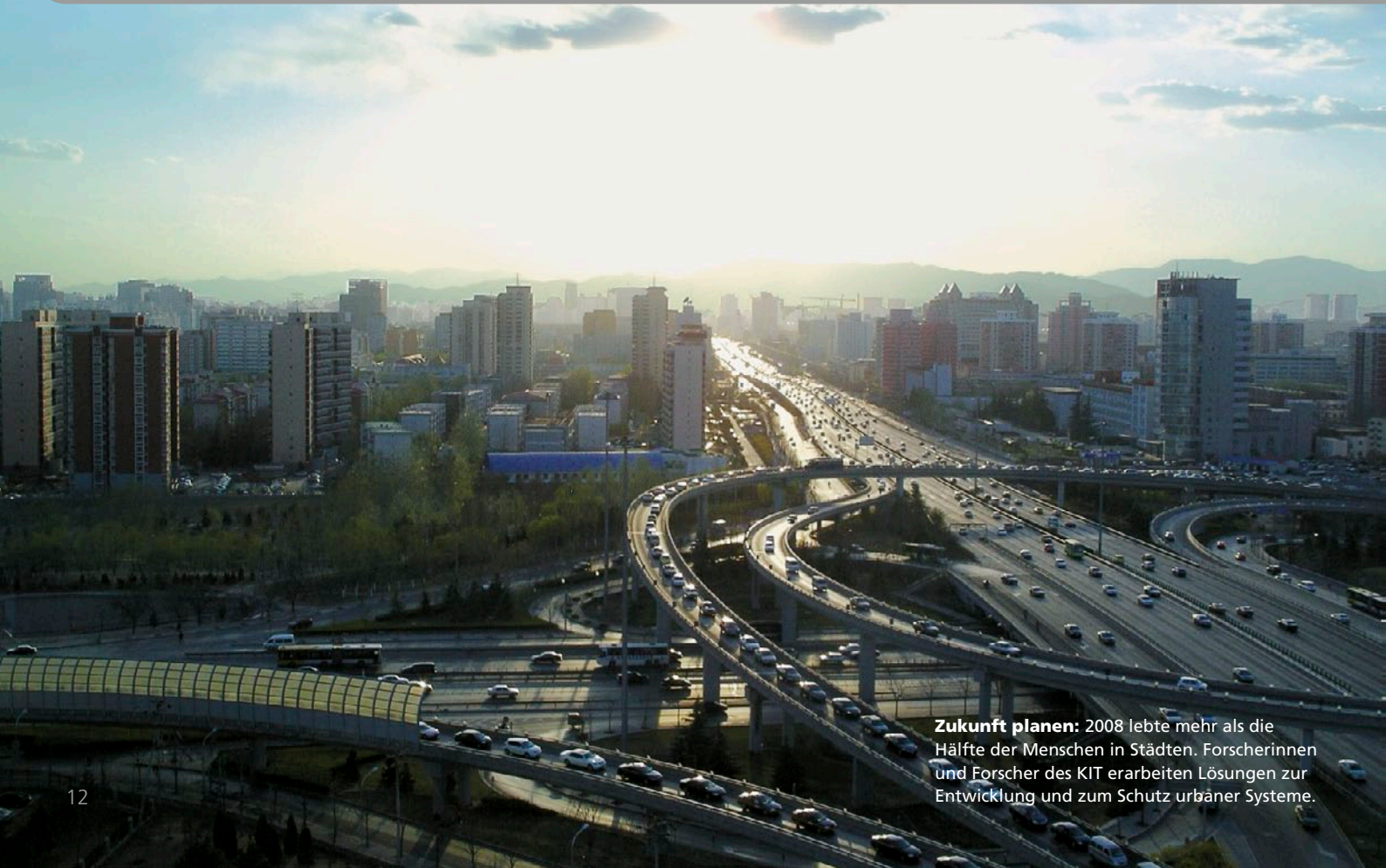
emissionen und andere negative Einflüsse zu vermeiden oder zu vermindern.

Umweltüberwachung, Stoffstromanalysen und -bewertung

Das Umweltmonitoring hilft, kausale Zusammenhänge in komplexen Systemen zu identifizieren, um sie in Modellen abbilden und analysieren zu können. So lassen sich Indikatoren bilden, Verfahren vergleichen und auf ihre Umweltverträglichkeit oder Nachhaltigkeit bewerten.

Technikfolgenanalyse, betriebliches Umweltmanagement und Umweltpolitik

Die Forscherinnen und Forscher am KIT erfassen und bewerten die Wirkungen des Einsatzes von Technik. Mithilfe von Instrumenten zur Steuerung betrieblicher und überbetrieblicher Stoffströme, wie Stoffstrommodelle und Ökobilanzen, entwickeln sie Strategien im Spannungsfeld von Technik, Ökonomie und Politik.



Zukunft planen: 2008 lebte mehr als die Hälfte der Menschen in Städten. Forscherinnen und Forscher des KIT erarbeiten Lösungen zur Entwicklung und zum Schutz urbaner Systeme.

Seit dem Jahr 2008 leben über die Hälfte aller Menschen in Städten. Weltweit bilden Städte einen dominierenden Faktor für Stoff- und Energieflüsse, die sich wesentlich auf Klimaentwicklung und Umwelt auswirken. Die Zukunftsfähigkeit urbaner Systeme hängt vom nachhaltigen Management dieser Stoff- und Energieflüsse ab.

Klimawandel, Naturkatastrophen, Umweltbelastungen

Forscherinnen und Forscher des KIT untersuchen die Auswirkungen von Klimawandel, Naturkatastrophen und Umweltbelastungen. Auf der Grundlage der Ergebnisse erarbeiten sie Lösungen zur Entwicklung und zum Schutz urbaner Systeme.

Ökosysteme

Urbane Ökosysteme, ihre Entwicklung und ihre Einbindung in Stadtentwicklungsprozesse bilden ein weiteres wichtiges Forschungsfeld.

Atmosphäre und Stadtklima

Die KIT-Wissenschaftler befassen sich mit der Sicherung der Frischluftzufuhr, verträglichem Stadtklima und sauberer Luft sowie mit Gebäude- und Umweltaerodynamik.

Management

KIT-Forscher arbeiten an der nachhaltigen Gestaltung von Fließgewässern. Sie untersuchen die Bewirtschaftung von Grund- und Regenwasser sowie die Bilanzierung von Stoffeinträgen in Oberflächengewässern.



Wichtige Kenntnisse: Meteorologische und lufthygienische Untersuchungen wie mit dem Messbus sind Voraussetzungen, um die Umweltsituation in Städten zu verbessern.

Sie befassen sich mit der Nutzung oberflächennaher Geothermie und abfallbasierter Ersatzbrennstoffe sowie der Minimierung des Energieverbrauchs von Gebäuden.

Infrastruktur

Die Karlsruher Forscher untersuchen Abfallbeseitigung und Abwasserbehandlung, optimieren Wasserversorgungsnetze sowie Verkehrssysteme und entwickeln Methoden zur Abwasserreinigung.

Soziale Verwundbarkeit

Der ökonomische, demographische und soziale Wandel verschärft die soziale Verwundbarkeit von Städten. KIT-Forscher entwickeln Konzepte zu deren Minimierung.

Stadtentwicklungsszenarien

Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt entwickelt Planungsinstrumente, um die Energieeffizienz von Städten zu erhöhen und ihren Ressourcenverbrauch zu vermindern.



Die Folgen bedenken: Tiefs mit starken Niederschlägen in Mitteleuropa sind auch in Zukunft nicht zu verhindern – wissenschaftlich basiertes Risikomanagement vermag aber die Schäden zu reduzieren.

Risiken und Risikomanagement

Die Risikoforschung des kommenden Jahrzehnts wird von den Themen Klimawandel und Urbanisierung geprägt sein. Dies lässt eine Erhöhung der Risiken in vielen Regionen der Erde befürchten. Gleichzeitig erlauben innovative Technologien, die sich wandelnden Risiken zu untersuchen, zu überwachen, teilweise vorherzusagen und



Vorsorge: Boden- und satellitengestütztes Monitoring von instabilen Regionen hilft, Katastrophen wie den Hangrutsch bei Nacherstedt zu vermeiden.

deren Schäden zu reduzieren. Zu diesen technologischen Entwicklungen zählen dichte Messnetze auf der Erde und in der Atmosphäre, satellitengestützte Beobachtungen und die Simulation komplexer Prozesse auf Hochleistungsrechnern.

Arten von Risiken

Die Forscherinnen und Forscher am KIT befassen sich mit geologischen Risiken (Hangrutschungen, Erdbeben), atmosphärischen Risiken (Sturm, Starkregen und heftige Gewitter mit Hagel, Blitzen und Böen), hydrologischen Risiken (extreme Niederschlags- und Abflussereignisse sowie Dürren) und hydraulischen Risiken (extreme Fließgeschwindigkeiten und Feststofftransport in Fließgewässern und an Bauwerken).

Synergieeffekte bei der Entwicklung von Methoden der Schadensminderung, des Katastrophenmanagements und der Sicherheitsforschung werden erreicht, wenn

Naturrisiken und technologisch induzierte Risiken parallel betrachtet werden.

Auswirkung auf Infrastrukturen

Besondere Bedeutung kommt der Analyse der Verwundbarkeit von kritischen Infrastrukturen wie den Strom- und Energieversorgungsnetzen, der Wasserversorgung, den Verkehrs- und Transportwegen sowie den festen und mobilen Kommunikationsnetzen zu.

Risikomanagement

Die Forschung zum Risikomanagement entwickelt Echtzeitinformationssysteme, Simulationssysteme für den Ablauf von Katastrophen und Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung. Eine zentrale Rolle spielt dabei das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM, www.cedim.de), welches das KIT und das Deutsche GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ) tragen.

Weitblick: Forscher am KIT untersuchen die Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre und ihre Auswirkungen auf das Klima.



Der globale Klimawandel und seine regionalen Auswirkungen führen zu gravierenden Problemen wie Ressourcenknappheit, Migrationsdruck und Konfliktpotenzial. Viele dieser Probleme sind eng verknüpft mit veränderter Verteilung und Verfügbarkeit von Wasser. Forscherinnen und Forscher am KIT befassen sich intensiv mit dem Zusammenspiel von Klima, Wasser und klimarelevanten Treibhausgasen und Aerosolen.

Klimadiagnostik: Monitoring und Trends

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Zusammensetzung der Atmosphäre durch vom Menschen verursachte Emissionen erheblich geändert. Um zu verstehen, wie diese sich auf das künftige Klima auswirken, müssen sie langfristig global erfasst werden. Wissenschaftler am KIT entwickeln und betreiben dazu neuartige Instrumente und Messmethoden: Satelliteninstrumente, Messgeräte auf Flugzeu-



Genauere Daten: Das Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) wird seit 2009 für Messungen der Atmosphäre bis in 15 Kilometer Höhe eingesetzt.

gen sowie Sondierungsgeräte an Bodenstationen von Nordschweden bis Südafrika sowie in den Tropen.

Regionale Auswirkungen des globalen Wandels

Die KIT-Forscher verfeinern globale Klimaszenarien mithilfe von hochauflösenden regionalen Klimamodellen auf kleinere

Skalen. Vor allem untersuchen sie, wie sich der Klimawandel auf Hochwasser oder Trockenheit, die Entwicklung von Vegetation und Böden sowie die Luftqualität in klimasensitiven Regionen (wie Alpen, Naher Osten, Sahel) auswirkt. Dazu koppeln sie Klimamodelle mit hydrologischen, biologischen und chemischen Modellen.

Klimafolgenanalyse: Strategien zur Anpassung und Verminderung

Was die ökonomischen Folgen des Klimawandels betrifft, spielt die Quantifizierung externer Kosten eine zentrale Rolle. Die Forscher am KIT arbeiten an Methoden und Modellen, die dazu dienen, Schadens- und Vermeidungskosten zu bestimmen und Maßnahmen optimal zuzuweisen. Bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien geht es auch um den Umgang mit geänderten Georisiken, beispielsweise beim Hochwasserschutz.

Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt

Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt betreibt auf hohem Niveau erkenntnisorientierte Forschung und entwickelt innovative und nachhaltige technische Lösungen für die Herausforderungen des Klimawandels und der Umweltveränderung. Es bündelt Grundlagenwissen, Technologien und Systemanalysen zu praxistauglichen Lösungen im Umgang mit Natur- und Umweltrisiken. Die Arbeiten bauen auf den international anerkannten Kompetenzen bei der



Erforschung der Atmosphäre, der terrestrischen Hydrosphäre und Biosphäre, der Lithosphäre und der Pedosphäre (Gesteinshülle der Erde und oberste Schicht dieser Gesteinshülle) sowie zu technologischen und sozioökonomischen Systemen auf. Ein Fokus liegt auf der regionalen Ebene.

Beteiligt sind fast 30 Institute und 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des KIT. Ein KIT-Vorstandsmitglied leitet das Zentrum, ein Lenkungsgremium und ein wissenschaftlicher Sprecher koordinieren es, dabei unterstützt sie eine Geschäftsstelle. Ein internationaler wissenschaftlicher Beirat berät das Zentrum bei der strategischen Planung, die wissenschaftlich-technische Vollversammlung bei Themenentscheidungen.

Die Aktivitäten des KIT-Zentrums können sich auf etablierte Einrichtungen des KIT wie das Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK), das Exzellenzen-

trum CEDIM (Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology, mit GeoForschungszentrum Potsdam) und die cedim AG, mehrere Großprojekte zum Integrierten Wasserressourcenmanagement (IWRM), das Kompetenzzentrum für Materialfeuchte (CMM) sowie viele bedeutenden Forschungsprojekte stützen.

Einige Themen sind eng mit Feldern des KIT-Zentrums Energie verbunden, etwa beim geplanten Geothermiezentrum Karlsruhe. Es bestehen zahlreiche Kooperationen mit Wirtschaftsunternehmen; neue Perspektiven ergeben sich vor allem durch fachübergreifende Kooperationen. Dabei geht es unter anderem um die sichere Speicherung von CO₂ in tief liegenden Formationen, um die Entwicklung von Messgeräten und -verfahren, um Beratungsleistungen zum Ausmaß des Klimawandels oder zur Risikobewertung, um numerische Vorhersagemodelle und effiziente Softwarelösungen.

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: +49 721 608-45680 oder
+49 721 608-22861

E-Mail info@kit.edu
www.kit.edu

Redaktion Klaus Rümmele

Texte Dr. Sibylle Orgeldinger

Fotos Claudia Gallert, Marcel Langner,
Stefan Norra, Michael Rauhe, Gabi Zachmann,
Christian Zwiener, CIMSS, CMM, DLR, ESA,
IMK, picture alliance/dpa

Titelseite Wilfrid Schroeder

Layout Eva Geiger (SCC-PPM)

Druck Wilhelm Stober GmbH, Eggenstein

Januar 2011

Karlsruhe © KIT 2011

