

# Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt

Forschung für eine lebenswerte Zukunft





Das Leben auf der Erde braucht eine intakte Umwelt, in der die essenziellen Ressourcen Wasser, Luft, Energie, Rohstoffe 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.

Die Erde ist von Klima- und Umweltwandel geprägt. Die Lebensbedingungen verändern sich im 21. Jahrhundert schnell und einschneidend. Demografische, technische und ökonomische Entwicklungen wirken sich auf Verfügbarkeit und Güte wichtiger Ressourcen wie Luft, Wasser, Nahrung, Energie und Rohstoffe aus. Dadurch werden Staaten und Gesellschaften verletztlich. Dies zeigt: Die Klima- und Umweltforschung steht vor großen, neuen Herausforderungen.

## **KIT-Zentrum Klima und Umwelt: Mission und Strategie**

In Zukunft geht es um mehr als die Ursachen von Umweltproblemen zu beseitigen; zunehmend müssen wir uns an veränderte natürliche sowie vom Menschen geprägte Umweltverhältnisse anpassen. Dafür brauchen wir grundlegendes Wissen über die zugrundeliegenden Prozesse, ihre Interaktionen auf lokaler, regionaler und

globaler Ebene sowie die klimatologischen, ökologischen und wirtschaftlichen Folgen. Anwendbare Handlungsstrategien müssen das Ergebnis dieses interdisziplinären Prozesses sein.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am KIT-Zentrum Klima und Umwelt forschen angesichts dieser Herausforderungen an 6 wissenschaftlichen Schwerpunktthemen (Topics). Diese spiegeln die einzigartige Kombination von natur-, ingenieur- und gesellschaftswissenschaftlichen Kompetenzen am KIT wider. In den Topics „Atmosphäre und Klima“, „Wasser“, „Georessourcen“, „Ökosysteme“ werden wichtige Umweltkompartimente behandelt. Aktuelle anwendungsorientierte Querschnittsthemen decken die Topics „Urbane Systeme und Stoffstrommanagement“ sowie „Naturgefahren und Risikomanagement“ ab.

## **Wissensdreieck**

KIT setzt auf die Kombination von Forschung – Lehre – Innovation. Die Nähe zur Spitzenforschung macht ein Studium am KIT höchst attraktiv. Im Sinne der Forschungsstrategie der Europäischen Union nutzt das KIT sein Innovationspotenzial als Kooperationspartner der Wirtschaft. So münden exzellente Forschungsergebnisse zeitnah in marktfähige Produkte.





**Der Mensch** verändert die Zusammensetzung der Atmosphäre und wirkt damit auf das Klimageschehen ebenso wie auf die Entstehung von Wolken. Dies wird mit hochsensiblen Messgeräten vom Boden aus sowie durch Flugzeuge und Satelliten erfasst.

Ohne die Atmosphäre wäre kein Leben auf der Erde möglich. Die im Vergleich zur Erde hauchdünne Gasschicht enthält das Kohlendioxid für die Photosynthese der Pflanzen und den Sauerstoff für die Atmung. Sie verteilt Frischwasser und Energie und schützt das Leben vor radioaktiver Strahlung aus dem All sowie vor der UV-Strahlung der Sonne. Und sie ist der Ort, an dem sich Wetter und Klima entwickeln.

Durch den Ausstoß von Schadstoffen und Treibhausgasen verändert der Mensch maßgeblich die Zusammensetzung der Atmosphäre – mit weitreichenden Folgen für das Klimageschehen, die Wasserverfügbarkeit und -qualität, die Ökosysteme und die Gesundheit des Menschen. Um die oft schleichenden Veränderungen rechtzeitig zu erkennen, überwachen die Forscherinnen und Forscher im Topic „Atmosphäre und Klima“ des KIT-Zentrums Klima und Umwelt die atmosphärische Zusammensetzung in hoher räumlicher und zeit-

licher Auflösung. An mobilen und festen Messstationen bestimmen sie vor allem die Konzentration von Kohlendioxid und anderen bedeutenden Spurengasen sowie von Aerosolen.

Ergänzt werden die Messungen durch Prozess-Studien im Labor und im Feld. Sie helfen, grundlegende atmosphärische Prozesse wie die Bildung von Wolken oder Niederschlägen im Detail zu untersuchen und besser zu verstehen. Dabei kommen Mess-Systeme, wie das mobile Mess-System KITcube, die Wolkenkammer AIDA oder ein Grenzschichtwindkanal zum Einsatz.

Die Daten aus Messkampagnen und Laborstudien werden in Computermodellen zusammengeführt und können dann umfassend analysiert werden. Modellsysteme wie COSMO, ICON oder WRF ermöglichen es, die Auswirkungen globaler Veränderungen auf regionaler Skala zu ermitteln. Dies



bildet auch die Grundlage für verbesserte Vorhersagen und Risikobetrachtungen, etwa für Unwetterwarnungen oder langfristige Prognosen der Klimaveränderungen.



**Hochempfindliche Technik:** Mit Flüssigkeitschromatographie-Tandemmassenspektrometrie bestimmen die Forscherinnen und Forscher des KIT Spurenstoffe in Gewässerökosystemen.



Wasser ist eine unverzichtbare Grundlage für alles Leben auf der Erde. Und es ist eine gefährdete Ressource. Die steigende Nachfrage einer wachsenden Weltbevölkerung, der Klimawandel oder chemische und mikrobiologische Verunreinigungen gefährden Verfügbarkeit und Qualität des Wassers in vielen Regionen der Welt. Die Wasserforschung am KIT hat sich zum Ziel gesetzt, Lösungsstrategien für diese Herausforderungen zu entwickeln und innovative Technologien für deren Transfer in die Praxis bereitzustellen.

Das Topic „Wasser“ bündelt Kompetenzen aus den Natur-, Ingenieur- und Gesellschaftswissenschaften bis hin zur Technikfolgenabschätzung und deckt damit nahezu die gesamte Bandbreite der Wasserforschung ab. Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen Wasser- und Stoffkreisläufe in allen Umweltkompartimenten, also in den Oberflächengewässern und Aquiferen, in

der Bodenzone und der Atmosphäre. Ein zentrales Forschungsfeld ist die Sicherung der Wasserressourcen. Die Wissenschaftler entwickeln hochempfindliche Analytik, um Schadstoffe aufzuspüren, untersuchen deren Wirkung auf die Umwelt und sie suchen nach technologischen Wegen, um diese aus dem Abwasser und anderen Rohwässern zu entfernen. Des Weiteren entwickeln sie Konzepte, um die Wasserinfrastruktur an veränderte Umweltbedingungen und Nutzungsansprüche anzupassen, insbesondere in verdichteten urbanen Räumen und ariden Gebieten.

Immer im Blickfeld der Forscherinnen und Forscher ist die Frage, welche Auswirkungen der globale Wandel auf den Wasserkreislauf und die -infrastruktur hat und welche Anpassungen nötig sind, um eventuelle Schäden zu mindern.

Die Expertise der einzelnen Fachbereiche wird insbesondere im Bereich des Integrier-



ten Wasserressourcenmanagements zusammengeführt. Vor allem in Südostasien, im Jordantal, in Indien sowie in Südamerika und in Afrika leiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT, meist in Kooperation mit Industriepartnern und lokalen Akteuren, zahlreiche Projekte, um vor Ort eine nachhaltige Wassernutzung sicherzustellen.



**Bewertung des Rohstoffpotenziales im westlichen Grönland:** Abbaubare Rohstoffe werden in der Erdkruste durch unterschiedliche geologische Prozesse angereichert. Die genaue Untersuchung der Gesteine im Gelände ermöglicht in vielen Fällen eine Rekonstruktion der Prozesse, obwohl sie wie hier 1900 Millionen Jahre alt sind. Das westliche Grönland in der Gegend von Upernavik ist bekannt für seine Zn-Pb-Ag Mineralisation. Hier untersuchen wir eisenreiche Gesteine (rostige Verwitterung) darauf, ob sie Hinweise auf eine mögliche Buntmetallanreicherung in der Umgebung geben können.



Georessourcen, wie Boden, Wasser und der tiefe Untergrund stellen überall auf der Welt eine unverzichtbare Lebensgrundlage für den Menschen dar. Sie liefern nicht nur Rohstoffe, sondern beeinflussen als Quelle und Senke zahlreicher umwelt- und klimarelevanter Stoffe unmittelbar unsere gegenwärtigen und zukünftigen Lebensbedingungen.

Wie können die „Georessourcen“ verantwortlich und nachhaltig genutzt werden, damit auch nachfolgende Generationen ihren Bedarf daran decken können? Angesichts der stetig wachsenden Weltbevölkerung und der drohenden Übernutzung der Ressourcen wird heute dringender denn je nach Antworten auf diese Frage gesucht – auch am KIT-Zentrum Klima und Umwelt.

Im Topic „Georessourcen“ untersuchen Forscher aus natur-, ingenieur- und sozialwissenschaftlichen Disziplinen die


komplexen Stoffumsatz- und Transportprozesse im Untergrund, vom molekularen Maßstab bis zum globalen Ansatz. Welche Stoffe werden abgebaut oder umgewandelt, welche im Gestein gebunden? Ein umfassendes Verständnis dieser Prozesse ist für eine verantwortungsvolle Nutzung der Georessourcen unerlässlich, etwa wenn es um die Deponierung von radioaktiven oder chemischen Abfällen geht, die unterirdische Speicherung von Gas, die Nutzung der geothermischen Ressourcen, die Gewinnung von fossilen oder metallischen Rohstoffen oder um die Entwicklung von Sanierungskonzepten.

Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen erstellen analytische und numerische Modelle, um die Dynamik der Transport- und Transformationsprozesse im Untergrund möglichst realistisch abzubilden. Dabei sollen auch die Auswirkungen veränderter Klima- und Umweltbedin-



gungen berücksichtigt werden, da diese sich dramatisch auf die globalen Stoffflüsse auswirken können.

Nicht zuletzt beschäftigt sich die Georessourcenforschung am KIT mit der Entwicklung von innovativen Technologien für die Erkundung und Bewertung unterirdischer Lager sowie von Überwachungstechniken für die langfristige Kontrolle unterirdischer Anlagen.



Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen interagieren auf vielfältige Weise miteinander und mit Boden, Gestein, Wasser und Atmosphäre. Die wechselseitigen Beziehungen sind komplex und in vielen Details noch nicht verstanden.

## TOPIC 4

Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen interagieren auf vielfältige Weise miteinander und mit Boden, Gestein, Wasser und Atmosphäre. Die wechselseitigen Beziehungen sind komplex – und in vielen Details noch nicht verstanden. Aber ohne diese Interaktionen wäre Leben in der heutigen Form nicht möglich.

Daher bilden Ökosysteme die wesentliche natürliche Grundlage der menschlichen Gesellschaft. Sie sichern die Ernährung, beeinflussen das Klima sowie Luft- und Wasserqualität, liefern Rohstoffe und schützen vor Krankheiten oder Naturkatastrophen, um nur einige ihrer vielfältigen Dienstleistungen zu nennen. Gemeinsames Ziel der im Topic „Ökosystemforschung“ arbeitenden Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen ist es, die Ökosystemfunktionen und -prozesse umfassend zu ergründen.

Ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten bildet die Frage, wie der globale Wandel und Ökosysteme sich in unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen gegenseitig beeinflussen. Dazu gehören der Klimawandel, aber auch der Landnutzungswandel, das globale Bevölkerungswachstum oder die Urbanisierung der Gesellschaft. Neben messungsbasiertem Ökosystem-Monitoring und experimenteller Forschung, kommt dabei der Modellierung und Szenarienbildung eine zentrale Rolle zu.

Die naturwissenschaftliche Betrachtung wird ergänzt durch sozio-ökonomische Aspekte. Hier interessiert unter anderem die Frage, welche Auswirkungen der globale Wandel für die wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse einzelner Bevölkerungsgruppen haben wird und wie dies auf Ökosysteme zurückwirkt.

## Ökosystemforschung



**Gewächshaus-Experiment in Ecuador zur Ermittlung der Empfindlichkeit von tropischen Bergregenwald-Baumarten für toxisches Aluminium.**



**Stadtklima:** Erwärmung der Luft über Manhattan führt zu Wolkenbildung über der Stadt.

Die Menschheit befindet sich mitten in einer urbanen Revolution: Mehr als 50 Prozent der Weltbevölkerung lebt in Städten, und dieser Anteil wächst. Etwa drei Viertel der Materialflüsse werden dort umgesetzt, circa 80 Prozent des vom Menschen verursachten Kohlendioxidausstoßes wird in Städten verursacht, und die Gesundheit von Stadtbewohnern ist vielfältigen Umweltbelastungen ausgesetzt.

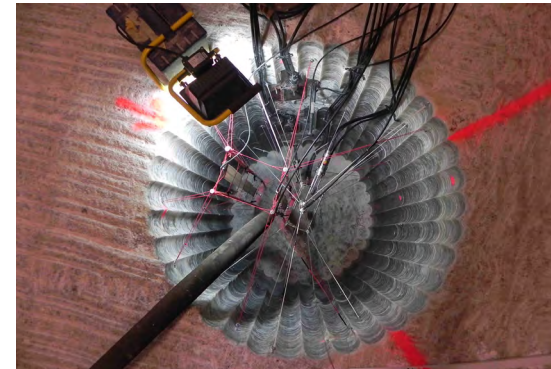
Dies stellt die Gesellschaft vor zahlreiche Herausforderungen. Wie kann es gelingen, den Lebenswert von Städten nicht nur zu erhalten, sondern zu verbessern und dabei die vorhandenen Ressourcen nachhaltig einzusetzen? Hierüber forschen im Topic „Urbane Systeme und Stoffstrommanagement“ Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus mehr als 20 Instituten am KIT.

Neben Städteplanung und -bau liegt ein zentrales Augenmerk auf der Stofffluss-

Analyse, also dem Umsatz von Gasen, Wasser, Energie oder Rohstoffen in Städten. Mit dem Ziel einer nachhaltigen Stadtentwicklung werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie z.B. die knappen Ressourcen effizienter genutzt werden können.

Ein weiteres Forschungsfeld ist die Stadtökologie. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen wie urbane Ökosysteme funktionieren und in Stadtentwicklungsprozesse einbezogen werden können. Auch die Verbesserung des Stadtklimas und die Bekämpfung der Luftverschmutzung sind hierbei bedeutende Aufgaben.

Schließlich werden technische und methodische Instrumente erarbeitet, um Städte für den Klimawandel, demographische und ökonomische Veränderungen oder gegen Naturkatastrophen zu wappnen. Hierzu zählt die Entwicklung angepasster



Versorgungs-, Wohnungs-, Verkehrs- oder Kommunikationsinfrastrukturen, auch in Kooperation mit anderen KIT-Zentren.

Das Topic bündelt Expertenwissen von den Sozialwissenschaften über die Architektur bis hin zu den Bauingenieurs- und Naturwissenschaften, um Antworten auf die immensen Herausforderungen der Stadtgestaltung auf nationaler und globaler Ebene zu entwickeln.

**Notunterkünfte nach dem schweren Erdbeben in Nepal am 25. April 2015.** Forscherinnen und Forscher des CEDIM/KIT untersuchten bei mehreren Feldeinsätzen die Situation der Notunterkünfte, die Gründe für nicht erfolgte Evakuierungen, die Wiederherstellung der Infrastruktur sowie den Informationsbedarf der Bevölkerung nach dem Erdbeben.



Die verstärkte Abhängigkeit von kritischen Infrastrukturen wie beispielsweise Energie-, Verkehrs- oder Kommunikationssysteme und die voranschreitende Globalisierung machen heutige Gesellschaften zunehmend verwundbar gegenüber natürlichen und technischen Risiken. Politische Zielsetzungen wie die Energiewende in Deutschland oder der Wandel der Mobilitätssysteme (Elektromobilität, autonomes Fahren) bedeuten gleichzeitig tiefgreifende Eingriffe in bestehende komplexe Systeme. Schließlich können auch sich ändernde klimatische Bedingungen zu Extremsituationen führen, die in den bestehenden Schutzkonzepten und Risikomanagementsystemen nicht oder nicht ausreichend berücksichtigt sind.

Das Ziel des Topics „Naturgefahren und Risikomanagement“ ist es, im Bereich von natürlichen und vom Menschen geschaffenen Risiken Wissen zu generieren und geeignete Werkzeuge und Technologien


zur Steigerung der Resilienz zu entwickeln. Die Komplexität und Vielfältigkeit des Themas erfordern dabei eine interdisziplinäre Herangehens- und Betrachtungsweise.

Forscherinnen und Forscher am KIT erschließen dabei eine große Bandbreite unterschiedlicher Aspekte der Naturgefahren und des Risikomanagement. So wird in verschiedenen Projekten und Vorhaben der gesamte Prozess der Naturgefahren von den Ursachen über die Identifizierung neuer Risiken bis hin zu deren kurz- und langfristigen Auswirkungen betrachtet. Besondere Bedeutung kommt der Verwundbarkeit kritischer Infrastrukturen zu – insbesondere der Energieversorgung, der Mobilitätssysteme und den Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Bereich des Risikomanagements werden Simulationssysteme für die Analyse des Ablaufs von Katastrophen, Echtzeitinformationssysteme und Werkzeuge zur Entschei-



dungsunterstützung entwickelt. Synergieeffekte ergeben sich, indem Methoden der Naturrisiken und technologisch induzierten Risiken miteinander verknüpft werden.

Die vielfältigen Arbeiten zu diesen Themen werden unter anderem durch das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM) gebündelt, einer multidisziplinären Einrichtung des KIT auf den Gebieten des Katastrophen- und Risikomanagements.



Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt international: Konzepte für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement unter extremen naturräumlichen Randbedingungen – Erkundung eines Karstgebirges in Nordvietnam



Über 700 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus 30 Instituten des KIT engagieren sich am KIT-Zentrum Klima und Umwelt in erkenntnisorientierter Forschung und entwickeln innovative und nachhaltige technische Lösungen für die Herausforderungen des Klimawandels und zum Schutz und Nutzen unserer einzigartigen Umwelt, die sich dynamisch verändert. Dazu bündeln wir Grundlagenwissen, Technologien und Systemanalysen zu praxistauglichen Lösungen unter Berücksichtigung sozioökonomischer Bedingungen. Die Arbeiten bauen auf unseren international anerkannten Kompetenzen bei der Erforschung der Erde auf, also ihrer Atmosphäre, terrestrischen Hydrosphäre und Biosphäre, Pedosphäre und Lithosphäre.

## Starke Säulen in der Klima- und Umweltforschung

Die Aktivitäten des KIT-Zentrums können sich auf etablierte Einrichtungen des KIT stützen – etwa das Institut für Meteo-

rologie und Klimaforschung (IMK), das Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM), mehrere Großprojekte zum Integrierten Wasserressourcenmanagement (IWRM), das Kompetenzzentrum für Materialfeuchte (CMM) sowie viele bedeutende Forschungsprojekte. Auch stehen uns große Forschungsinfrastrukturen zur Verfügung wie die Wolkenkammer AIDA oder das integrierte atmosphärische Beobachtungssystem KITcube. Einige Themen sind eng mit Feldern des KIT-Zentrums Energie verbunden, so beim Landesforschungszentrum Geothermie.

## Die Graduiertenschule GRACE

Die Graduate School for Climate and Environment (GRACE) des KIT-Zentrums Klima und Umwelt fördert interdisziplinäre Arbeit und Denken und fokussiert auf die Bedürfnisse des engagierten wissenschaftlichen Nachwuchses in der Klima- und Umweltforschung.



Laserstrahlen analysieren Gase und Partikel in der Aerosol- und Wolkensimulationskammer AIDA

Das KIT-Zentrum Klima und Umwelt hat zahlreiche Kooperationen mit Wirtschaftsunternehmen; neue Perspektiven ergeben sich vor allem durch fachübergreifende Kooperationen. Dabei geht es unter anderem um die sichere Nutzung des Untergrundes, um die Entwicklung von Messgeräten und -verfahren, um Beratungsleistungen zum Ausmaß des Klimawandels oder zur Risikobewertung, um numerische Vorhersagemodelle und effiziente Softwarelösungen (z.B. COSMO-ART).



Als „Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft“ schafft und vermittelt das KIT Wissen für Gesellschaft und Umwelt. Ziel ist es, zu den globalen Herausforderungen der Menschheit maßgebliche Beiträge in den Feldern Energie, Mobilität und Information zu leisten. Dazu arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf einer breiten disziplinären Basis in den Natur-, Ingenieur-, Wirtschafts- sowie Geistes- und Sozialwissenschaften – von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung.

Seine Studentinnen und Studenten 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.

Mit rund 9.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, darunter mehr als 6.000 in Wissenschaft und Lehre, sowie 26.000 Studierenden ist das KIT eine der großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungs- und Lehrinrichtungen Europas.



## **Redaktion**

Dr. Kirsten Hennrich

## **Texte**

[www.sciencerelations.de](http://www.sciencerelations.de)

## **Fotos**

J. Anhorn, U. Corsmeier, S. Emeis, A. Fabry, M. Ikhwan,  
J. Kolb, E. Kretschmer, M. Majewski, S. Mohr, O. Möhler,  
P. Oberle, U. Scherer, S. Schmidlein, R. Schuhmann,  
picture alliance / Photoshot, I. Westermann, W. Wilcke

## **Gestaltung, Layout**

Heike Gerstner

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Crossmedia (AServ – CROM – Grafik)

## **Druck**

Systemedia GmbH, Wurmberg

## **Kontakt**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

KIT-Zentrum Klima und Umwelt (ZKU)

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Telefon: +49 721 608-28592

E-Mail: [kirsten.hennrich@kit.edu](mailto:kirsten.hennrich@kit.edu)

[www.klima-umwelt.kit.edu](http://www.klima-umwelt.kit.edu)

## **Herausgeber**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Präsident Professor Dr.-Ing. Holger Hanselka

Kaiserstraße 12

76131 Karlsruhe

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

Karlsruhe © KIT 2017

