

# lookIT

**DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION**

THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION

**AUSGABE/ISSUE #02/2010**

ISSN 1869-2311



**PATIENT  
ERDE**

Von der Prognose zur Heilung: das  
KIT-Zentrum Klima und Umwelt

**THE EARTH,  
A PATIENT**

From prognosis to healing: The KIT  
Climate and Environment Center

**WANDEL DER ERDE DURCH DEN MENSCHEN**

KLIMA UND UMWELT-SPRECHER CHRISTOPH KOTTMEIER IM GESPRÄCH

**CHANGE OF THE EARTH BY MAN**

CONVERSATION WITH CLIMATE AND ENVIRONMENT SPOKESMAN CHRISTOPH KOTTMEIER

**HÖHLENKRAFTWERKE AUF JAVA**

KIT BAUT WASSERMANAGEMENT IN INDONESIA AUF

**CAVE DAMS ON JAVA**

KIT IS ESTABLISHING WATER MANAGEMENT SYSTEM IN INDONESIA



**EYJAFJALLAJÖKULL:  
NOTORISCHER  
AUSBRECHER**

**EYJAFJALLAJÖKULL:  
NOTORIOUS  
BREAKAWAY**



**DER SCHWARZ-  
WALD SWINGT**

SWINGING BLACK  
FOREST

**Erdbebenforschung auf mehreren Wegen:** Am KIT spüren Geophysiker Erdschwingungen im Schwarzwald nach, Bauingenieure entwickeln ein Frühwarnsystem für Verkehrswege.  
**Earthquake Research on Various Ways:** At KIT, Geophysicists record the oscillations in the Black Forest, whereas Civil Engineers develop an early warning system for traffic routes.



**FEST IM  
GRIFF**

EVERYTHING  
UNDER CONTROL

**Verwandelt der Mensch die Erde?** Die Fachleute im KIT-Zentrum Klima und Umwelt sind überzeugt davon. Mit dem Wissen, dass der Planet krankt, erforschen sie die genauen Ursachen und zeigen Möglichkeiten auf, wie Staat und Gesellschaft den Folgen begegnen können.



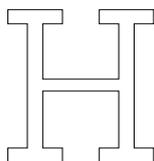
**Does man change the earth?** Yes, he does, say the experts of the KIT Climate and Environment center. Acknowledging the planet's illness, they closely investigate the causes and describe possibilities for state and society to deal with consequences.

DAS KIT-ZENTRUM KLIMA UND UMWELT

# Der Wandel der Erde findet durch den Menschen statt

ABER WAS GESCHIEHT IN EINZELNEN REGIONEN UND WIE KANN MAN DAMIT UMGEHEN?  
DIE FORSCHERINNEN UND FORSCHER UM SPRECHER CHRISTOPH KOTTMEIER WOLLEN  
ANTWORTEN FINDEN.

VON KLAUS RÜMMELE // FOTOS: KIT



Herr Kottmeier, die Forschung im Zentrum Klima und Umwelt bewegt sich zwischen Naturwissenschaft und Technik – und doch, das ist Ihr Credo, geht es um den Menschen. Was sind die größten Herausforderungen?

*Große Herausforderungen sind sicher, in ausreichender Menge und Qualität die Verfügbarkeit von Wasser sicherzustellen sowie den Klimawandel zu verstehen. Zu diesen Themen bereiten wir zurzeit Forschungsanträge vor. Hierbei geht es um die Erforschung der Hydrosphäre in ausgewählten Gebieten sowie gemeinsam mit der Universität Freiburg um den Einfluss von Klimawandel und extremen Wetterereignissen auf Gehölzpflanzen, also Wälder, Weinbau und Obstbäume. Das sind Gebiete, die auch für die Menschen in unserer Region relevant sind.*

Wo sehen Sie die größten Umweltrisiken für die Menschheit?

*Schadstoffe in der Luft und im Wasser, Naturkatastrophen, Nahrungsmittelversorgung, Energiebedarf, alle diese Probleme sind als Umweltrisiken anzusehen. Gravierende Probleme kann uns das Klima bereiten – es verändert sich nicht nur in einem engeren Sinne, sondern ist Teil eines Wandels der Erde im Gesamten. Die industrielle Entwicklung einiger Dritte Welt-Länder mit auch positiven Facetten, dem wirtschaftlichen Aufschwung, der politischen Stabilisierung, geht eben einher mit einer lokalen Belastung der Umwelt, aber auch einem Einfluss auf das Klima.*

Was sind vor diesem Hintergrund die Schwerpunkte der Forschung?

*Schwerpunkte sind die Atmosphären-, Wasser- und Klimaforschung, aber auch die Erforschung von Naturkatastrophen, der Vorgänge im Untergrund, die urbanen Ballungszonen und der Umgang mit begrenzten Ressourcen sind zentrale Themen. Wichtig ist, dass wir mit den fachlichen Kompetenzen des Zentrums Klima und Umwelt und seinen Forschungsarbeiten in einer Reihe von Gebieten der Erde neue Entwicklungen im Blick haben und schnell reagieren, wenn neue Themen auftauchen – zuletzt zum Beispiel Arzneimittelrückstände im Wasser oder der Vulkanausbruch in Island. Da ist*



„Das Klima ist Teil eines Wandels der Erde im Gesamten.“

**Christoph Kottmeier**

*die weiter gefasste Kommunikationsstruktur im Zentrum Klima und Umwelt mit interdisziplinären Arbeitskreisen und regelmäßigen Treffen von Vorteil. Wir haben einen Befund: Die Erde krankt an verschiedenen Symptomen. Aber es fehlt an Grundlagenforschung – was sind die Ursachen, wie kann man den Folgen begegnen?*

Was sind dabei die kniffligsten Rätsel?

*Unklar ist zum Beispiel, wie sich kleinste Partikel in der Luft, im Wasser und im Boden verhalten und auf Lebewesen auswirken. Oder welches Ausmaß der Klimawandel in unserer Region oder in Trockengebieten der Erde hat. Dafür brauchen wir detaillierte, aber auch langfristig angelegte Messprogramme. Derzeit bekommen wir sehr gute neue Geräte für diese Aufgaben, aber nicht immer das notwendige Personal, um sie zu betreiben. Es gibt chinesische Millionenstädte, in denen nur fünf Prozent der Bevölkerung Zugang zu sauberem Wasser haben. Wir müssen über technologische Lösungen nachdenken, über die Speicherung von Wasser, Leitungssysteme, über die Müllentsorgung. Auch zur CO<sub>2</sub>-Speicherung kann die Wissenschaft grundlegende Fragen beantworten. Wie sicher ist es, CO<sub>2</sub> geologisch zu lagern? Wie lassen sich die Kosten reduzieren? Wir sind an einem großen BMBF-Vorhaben zu diesem Thema beteiligt.*

Die Öffentlichkeit erwartet von Ihnen und Ihren Kolleginnen und Kollegen punktgenaue kurzfristige Prognosen ebenso wie Aussagen über den Zustand der Welt in den nächsten Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten. Ist das zu leisten?

*Die Entwicklungen von Prognosemodellen sind ein wichtiges Thema. Und in der Tat ist die Atmosphäre eines der wenigen Systeme mit einer gewissen Vorhersagbarkeit – wir können mit der Unterstützung von Computern bis etwa zwei Wochen in die Zukunft blicken. Tägliche Wettervorhersagen, aber auch Hochwasserwarnungen sind eine große Aufgabe. Dabei geht es auch darum, Informationen in die Öffentlichkeit zu vermitteln: Dass Ende Februar beim Sturm Cynthia an der französischen Atlantikküste Hochwasser bevorstand, war bekannt, die Verantwortlichen haben die Menschen aber nicht ausreichend gewarnt. Kurzzeitige Prognosen und Klimaszenarien sind ein zentrales Thema der Atmosphären- und Hydrosphärenforschung. Wir wollen im Förderprogramm Mittelfristige Klimaprognosen (MiKlip) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung die Verbesserung regionaler Vorhersagemöglichkeiten in den Mittelpunkt stellen. Auch in der neuen internationalen Doktorandenschule KIT-GRACE für circa 60 Doktorandinnen und Doktoranden, welche die Helmholtz-Gemeinschaft bewilligt hat, spielt das Thema eine Rolle.*

Warum ist der regionale Maßstab so wichtig – wenn doch die Zusammenhänge global sind?

*Es gibt für uns zwei große Untersuchungsgebiete: unsere eigene hoch industrialisierte Region, wo nach wie vor viele Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> freigesetzt werden, und die Länder der Dritten Welt mit teilweise großen Problemen in der Wasserversorgung, der Landwirtschaft, teilweise auch mit raschem Wirtschaftswachstum, bescheidenem Wohlstand und zunehmendem Verkehr für einen*



*Umfassender Blick: Geowissenschaftliche Grundlagen ebenso wie Maßnahmen von Ingenieuren gehören zur Klima- und Umweltforschung am KIT.*

*Broad view: Climate and environmental research at KIT covers geo scientific basics as well as engineer measures.*



*Realistische Bedingungen: In der AIDA-Versuchsanlage simulieren Forscher am KIT eine künstliche Atmosphäre, um die Auswirkungen von Spurengasen, Aerosol und Feinstaub zu untersuchen.*

*Realistic conditions: In the AIDA experimental plant, KIT scientists imitate the atmosphere in order to scrutinise the effects of trace gases, aerosol and respirable dust.*

Teil der Bevölkerung. Da gilt es auch mit technologischen Entwicklungen die Emissionen zu dämpfen. Wir forschen in Westafrika, in Chile und am Toten Meer. Das geht nicht von heute auf morgen – wir bewegen uns in völlig anderen Kulturen, da braucht es mehrere Jahre, um Fuß zu fassen. Wir wollten zum Beispiel in Israel einen meteorologischen Mast von fünf Metern Höhe aufstellen – dafür benötigten wir eine Baugenehmigung und einen Statiker vor Ort, den wir erst einmal ausfindig machen mussten.

Wie ist das Zentrum international vernetzt? Viele Kontakte entwickeln wir selbst. Zu unseren Partnern gehören zum Beispiel führende Forschungseinrichtungen in Europa und den USA, dazu Universitäten in Israel, Chile, Indien, Thailand oder Vietnam und eine deutsche Stiftung in Burkina Faso. Manchmal unterstützt uns das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Hilfreich sind auch die großen internationalen Programme, die über eine Infrastruktur verfügen. Insgesamt ist es ein sehr dichtes Netz internationaler Koopera-

tionen, es sind fast täglich ausländische Besucher in einem der Institute zu Gast.

Viele Themen Ihrer Forschungsgebiete sind politisch umstritten – die Energieversorgung ebenso wie der Klimawandel. Wie gelingt es Ihnen, sich nicht von der einen oder anderen Seite vereinnahmen zu lassen?

Es ist nicht immer leicht, die Unabhängigkeit zu bewahren. Wissenschaft ist immer instrumentalisierbar – wenn wir auf die Auswirkungen fossiler Brennstoffe auf das Klima hinweisen, ist das ein Argument, das die Atomkraftwerkbefürworter aufgreift. Die andere Seite ist: Unsere Themen stehen im öffentlichen Interesse, was man von wissenschaftlichen Themen nicht immer sagen kann. Das hat auch der Klimagipfel in Kopenhagen gezeigt: Auch wenn die Ergebnisse nicht berauschend waren, spricht doch die Präsenz so vieler Staatsoberhäupter dafür, dass ihnen das Thema wichtig ist. Das war bei den bisherigen Klimakonferenzen noch gar nicht der Fall. ■

## DAS KIT-ZENTRUM KLIMA UND UMWELT

Am Zentrum sind fast 30 Institute des KIT mit insgesamt rund 530 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern beteiligt. Die Organisation umfasst ein Lenkungsgremium, eine Wissenschaftlich-Technische Versammlung und eine Geschäftsstelle. Ein internationaler wissenschaftlicher Beirat begleitet das Zentrum, das die wissenschaftliche Forschung mit der Entwicklung von innovativen technischen Lösungen und Nachhaltigkeitskonzepten verbindet. Es trägt zum Landesforschungszentrum für Geothermie in Karlsruhe bei und kooperiert mit der Wirtschaft. Themen dabei sind die sichere Speicherung von CO<sub>2</sub> in tief liegenden Formationen, Messgeräte und -verfahren, Beratung zum Ausmaß des Klimawandels oder zur Risikobewertung, Softwarelösungen und numerische Vorhersagemodelle. Die Arbeitsbereiche des KIT-Zentrums Klima und Umwelt gliedern sich in sieben Themenfelder: Atmosphärische Prozesse, Wasserressourcen und Wassermanagement, Prozesse im Untergrund, Technikbedingte Stoffströme, Urbane Systeme, Risiken und Risikomanagement sowie Klimawandel.

Am 30. Juni stellt sich das KIT-Zentrum Klima und Umwelt in der Reihe „KIT im Rathaus“ mit Vorträgen und einer Ausstellung vor.

# Man's Effects on Earth

THE KIT CLIMATE AND ENVIRONMENT CENTER

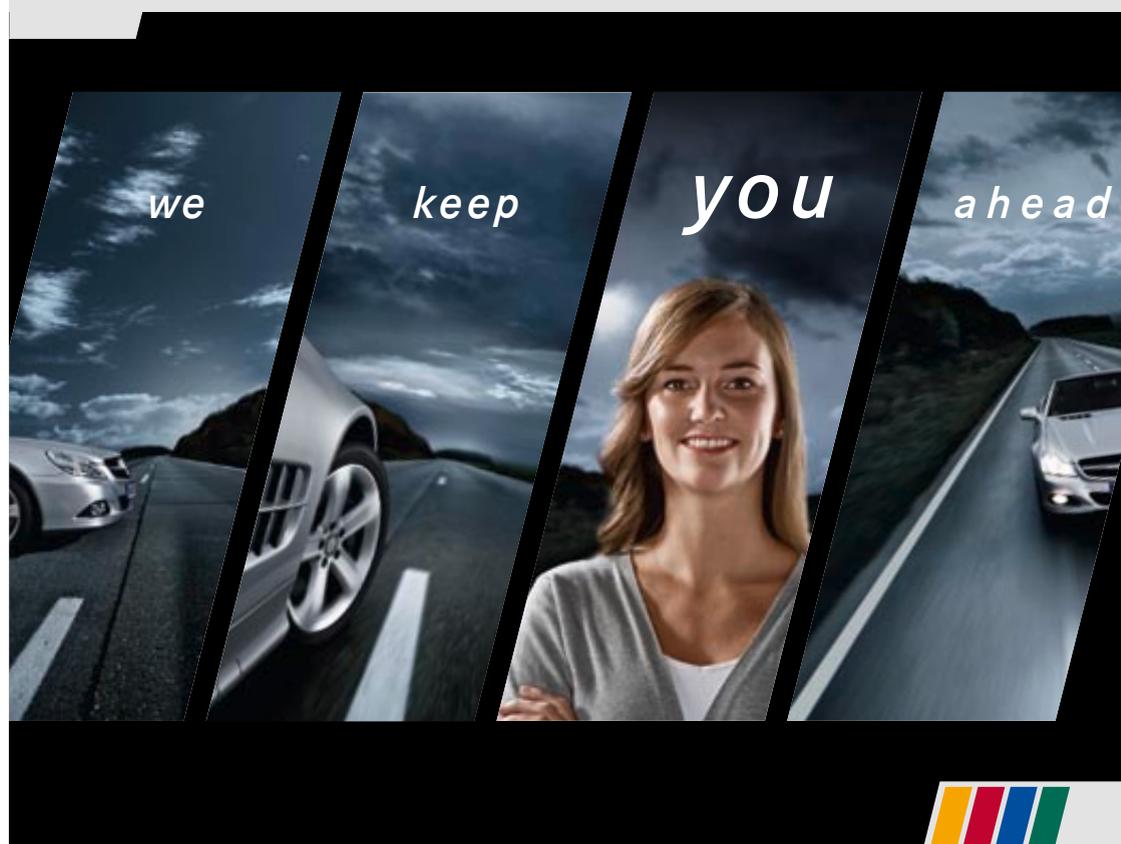
How do certain regions on Earth change and how can we handle these changes? Scientists of the KIT Climate and Environment Center with spokesman Christoph Kottmeier seek to find the answers. The big challenges are to ensure the availability of water of sufficient supply and quality and to understand climate change. The corresponding research proposals are now being prepared by the Center. Climate may cause serious problems for man. "It is part of a change of the Earth as a whole. Industrial development of some third-world countries is accompanied by local pollution of the environment and by an impact on the climate." In this connection, the Center conducts research into the atmosphere, water resources, and climate, but also studies natural disasters, processes below the ground, congested urban areas, and the management of limited resources. "Our findings: The Earth is suffering from various symptoms of environmental change. But fundamental research is lacking. What are the causes and how can the consequences be mitigated?"

An important activity therefore is the development of predictive models, which is occurring at the new KIT-GRACE international graduate school for about 60 PhD students, which has now been approved of by the Helmholtz Association.

Nearly 30 institutes with a total of about 530 employees are involved in the KIT Climate and Environment Center. Work of the Center covers seven topics: Atmospheric processes, water resources and water management, subterranean processes, technology-induced material flows, urban systems, risks and risk management, and climate change. On June 30, presentations and an exhibition for the public will be organized at the city hall of Karlsruhe.

KLAUS RÜMMELE // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

ANZEIGE



Direkt einsteigen, Praxisluft schnuppern, Projekte erleben, Verantwortung übernehmen. Wenn Sie den Antrieb haben viel zu bewegen, würden wir uns gerne bei Ihnen bewerben. Lernen Sie jetzt die MBtech kennen – das weltweit tätige Automotive Engineering- und Consulting-Unternehmen. Wir entwickeln die Zukunft der Mobilität, angetrieben von unserer Leidenschaft zum Automobil. Entdecken Sie hochspannende Aufgaben und ausgezeichnete Entwicklungschancen.

**Jetzt schnell schalten und durchstarten: [mbtech-group.com/karriere](http://mbtech-group.com/karriere)**

**MBtech**  
Mercedes-Benz technology

Höhlenkraftwerke auf Java

# Nach dem Regen

Bau-, Geo- und Umweltwissenschaftler des KIT bauen in Indonesien ein integriertes Wasserressourcen-Management auf.

VON MARGARETE LEHNÉ // FOTOS: MARGARETE LEHNÉ UND IWG





Wasserstelle: Viele Menschen auf Java versorgen sich an Brunnen und Zisternen.

Standpipe: Many people on Java come to reservoirs and wells to get water.

**D**er Himmel zieht sich zu, auf die ersten, schweren Tropfen folgt rasch ein heftiger Regenguss. In Minuten wird aus der Straße ein kleiner Bach, es blitzt aus allen Himmelsrichtungen, der Wind zerrt an den Palmen – der Monsun zeigt noch einmal seine Kraft. Und für einen Moment ist es kaum vorstellbar, dass wenige Kilometer östlich von hier, von Yogyakarta, eine der trockensten Regionen Indonesiens liegt. Aber nach einer Stunde ist der Spuk vorbei – der Regen ist einer der letzten vor der Trockenzeit. „In vier Wochen wird es hier schon ganz anders aussehen“, sagt Professor Franz Nestmann, Dekan der Fakultät für Bau-, Geo- und Umweltwissenschaften und Leiter des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung (IWG) am KIT. Bis zum Höhepunkt der Trockenzeit wird das saftige Grün des Regenwalds einer rot-braunen Dürre gewichen sein.

Nestmann leitet das Verbundprojekt „Integriertes Wasserressourcen-Management Indonesien“ (IWRM), an dem mehr als 30 KIT-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler mitarbeiten. Sie entwickeln Technologien, um die Bevölkerung der Region Gunung Kidul an Javas Südküste ganzjährig mit ausreichend Trinkwasser zu versorgen. Am trockensten sind die Monate Juli bis September: Der Wassermangel legt die Landwirtschaft lahm, zum Teil müssen zehn Liter pro Kopf und Tag für Vieh, Haushalt und Körperpflege reichen. Allein im ländlichen Teil der Gunung Kidul leben 260.000 Menschen. Bislang holen sie ihr Wasser aus Brunnen und Zisternen, einen Tankwagen können sich die wenigsten leisten.

Auch bei Sadino ist das Geld knapp. Der Bauer aus der Hüttensiedlung Sempon baut Erdnüsse und Mais an, damit verdient er eine Million Rupiah im Jahr, etwa 80 Euro. „Ein Tankwagen kostet zehn Euro und reicht für zwei Monate“, berichtet er. Bestellen kann er den nur selten – auch wenn er dringend auf Wasser angewiesen ist. „Allein für meine Kuh brauche ich 15 Liter am Tag.“ Sie ist

sein Kapital, das er durch die Trockenzeit bringen muss. Dazu kommt der kleine Garten mit Maniok, Bohnen und Chili, der ihn, seine Frau und die vier Kinder versorgt.

Durch Gunung Kidul zieht sich über 1400 Quadratkilometer das Kalksteingebiet Gunung Sewu, das „Land der 1000 Hügel“. Karstbuckel reiht sich an Karstbuckel, der Boden ist so porös, dass er die Niederschläge der Regenzeit nicht halten kann. Sie sammeln sich in einem unterirdischen Höhlennetz und fließen in den Indischen Ozean. Dieses Wasser zu erschließen und für die Bevölkerung nutzbar zu machen, ist Ziel des Projekts IWRM. „Wir entwickeln nachhaltige Technologien, die zur Situation und den Menschen vor Ort passen“, erklärt Projektleiter Nestmann. „Dafür brauchen wir Experten aus allen Disziplinen: von der Wasserwirtschaft über die Geotechnik bis zur Mikrobiologie.“ Denn die Gruppe will die unterirdischen Wasserspeicher nicht nur erschließen, sondern auch das Leitungsnetz, die Qualität des Trinkwassers sowie die Abwasserentsorgung verbessern. Seit zehn Jahren sind die Ingenieure und Geowissenschaftler regelmäßig auf Java



*Pilotprojekt: Eine Förderanlage versorgt künftig 75.000 Menschen mit bis zu 60 Litern Wasser am Tag.*

*Pilot scheme: In the future, a pumping system supplies 75.000 people with up to 60 liter water per day.*



*Marodes System: Viele Leitungen in der Gunung Kidul sind schadhaft.*

*Shabby system: In the Gunung Kidul, many water pipes are defective.*

## IWRM INDONESIA

Das IWRM Indonesien gliedert sich in sechs Arbeitspakete: Erkundung der Wasserressourcen und Wasserdargebot; Wassermengen und Wasserbewirtschaftung; Wasserspeicherung, Energieerzeugung, Wasserförderung, Bauwerke; Wasserverteilung, -aufbereitung und -gütesicherung; Abwasser- und Abfallbehandlung; sozio-ökonomische Bewertung und Technikfolgenabschätzung; Capacity Building: Umsetzung, Technologie- und Know-how-Transfer. Forschungspartner auf deutscher Seite ist neben acht Instituten des KIT das Institut für Geografie der Universität Gießen. Dazu kommen neben der KSB AG fünf weitere Industriepartner, unter anderem bei der Entwicklung von Netzleittechnik, Softwaresystemen und geotechnischen Geräten. Wichtigste Partner auf indonesischer Seite sind der Sonderdistrikt Yogyakarta, das Ministerium für Infrastruktur sowie verschiedene Universitäten.

Die Gesamtkosten des IWRM Indonesien liegen bei 7,5 Millionen Euro. Mit über sechs Millionen fördert allein das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das bereits die Machbarkeitsstudie und das Pilotprojekt in Bribin finanzierte. Eine weitere Million kommt aus der Industrie.

[www.iwrm-indonesien.de](http://www.iwrm-indonesien.de)

unterwegs, ein Pilotprojekt haben sie inzwischen erfolgreich umgesetzt: Als erste weltweit haben sie eine Karsthöhle, die Gua Bribin, voll eingestaut. Die Wasserkraft treibt eine Förderanlage an, die künftig 75.000 Menschen mit bis zu 60 Litern Wasser am Tag versorgen kann. Im März haben die Karlsruher das Stauwerk, das als Modell für ähnliche Standorte dienen soll, offiziell an die nationalen Behörden übergeben. „Das Wasser zu geringen Kosten heraufzupumpen ist eine Innovation, welche die Bevölkerung und die Regierung entlastet“, so der indonesische Minister für Bauvorhaben, Djoko Kirmanto.

Im IWRM-Projekt geht es nun unter anderem um die Verteilung des Wassers aus Bribin. Das vorhandene Leitungssystem ist marode, mehr als 40 Prozent des Wassers gehen zurzeit beispielsweise über Leckagen verloren. Und die Qualität leidet, wenn das Wasser bei tropischem Klima tagelang in schlechten Rohren steht. Die Wasserbau-Experten werden nun den Wasserverlust Schritt für Schritt

reduzieren: mit einfachen, kostengünstigen Maßnahmen und einem angepassten Betriebskonzept.

Das Abwasser fließt zurzeit noch in „septic tanks“: betonierte Becken oder mit einer Mauer eingefasste Gruben, die selten oder nie geleert werden. Das verschmutzte Wasser sucht sich seinen Weg heraus – katastrophal, da der Karstboden löchrig wie Schweizer Käse ist. Die Trinkwasserqualität in der Gunung Kidul entspricht deshalb weder den Richtlinien der World Health Organisation (WHO) noch den nationalen indonesischen Standards. Um sie zu verbessern, haben die Mikrobiologen des KIT ein Monitoring-System aufgebaut und zusammen mit Wasserwirtschaftlern eine Anlage zur Aufbereitung entwickelt, die sie derzeit in Karlsruhe testen. Mitte des Jahres werden sie diese als Forschungsanlage im Krankenhaus der 35.000-Einwohner-Stadt Wonosari installieren. Dazu kommen neue Konzepte, um zunächst Trübstoffe aus dem Höhlenwasser zu filtern und es dann, möglichst nahe beim Nutzer, zu desinfizieren.

„Das Wasser zu geringen Kosten heraufzupumpen ist eine Innovation, die Bevölkerung und Regierung entlastet.“

**Djoko Kirmanto**



*Gute Zeiten: Nur in den Regenmonaten floriert die Landwirtschaft.*

*Good times: Agriculture prospers only during the rainy season.*

Befragungen zum Wassergebrauch und zum Umgang mit Abwasser liefern die sozio-ökonomische Grundlage für diese Arbeit – und für eine Sensibilisierungskampagne: Das Bewusstsein für den Wasserkreislauf, die Zusammenhänge zwischen dem Abwasser von heute und dem Trinkwasser von morgen, aber auch die Akzeptanz für die neuen Technologien müssen die Wissenschaftler bei den Bewohnern der Gunung Kidul noch schaffen. Gelingt das, könnten sie beispielsweise statt der septic tanks künftig Anlagen einsetzen, die aus Fäkalschlamm Dünger für die Landwirtschaft gewinnen. Zudem wollen die Karlsruher eine weitere Höhle erschließen und ein zweites Konzept zur Wassergewinnung umsetzen.

Der Eingang zur Gua Seropan ist beklemmend eng. Auf allen Vieren geht es durch die niedrigste Stelle, nicht einmal einen Meter geben die massigen Felsenbrocken über dem Boden frei. Dann öffnet sich die Höhle, der schmale Pfad windet sich zweimal – und das Tageslicht ist weg. Im Schein der Helmlampe grauer Fels und rot-brauner Schlamm. Beim Blick nach oben hunderte Tropfsteine. Mal filigran in vielen Reihen wie ein Vorhang, dann wieder wuchtig und bedrohlich tief hängend. Die Gua Seropan ist enger, verwinkelter als die Gua Bribin, hat weniger Stauraum, dafür aber ein starkes Gefälle. Hier will das Team noch eine Pilotanlage bauen – als Variante zum Stauwerk: Eine Druckrohrleitung aus Holz soll die Energie für den Antrieb der Förderpumpen erzeugen. „Auch in Seropan passen wir eine uns bekannte Technologie auf die Bedürfnisse vor Ort an“, erklärt Franz Nestmann. „Für Holz als Baustoff spricht unter anderem das im Vergleich zu Stahl oder Beton geringe Gewicht: In der schwer zugänglichen Höhle müssen die Bauteile möglichst leicht handhabbar sein.“



*Teures Gut: Bauern wie Sadino sind dringend auf Wasser angewiesen.*

*Strongly needed: Peasants like Sadino depend very much on water.*

Beim Fördersystem setzen die Ingenieure auf die bereits für Bribin entwickelte Lösung: „Statt klassischer Turbinen nutzen wir rückwärts laufende Pumpen“, erklärt Dr. Peter Oberle vom IWG. „Sie sind günstiger in der Anschaffung, robuster und einfacher zu warten.“ Die Idee „Pumpen als Turbinen“ (PAT) haben die Wissenschaftler mit dem Industriepartner KSB AG entwickelt, einem Pumpen- und Armaturenhersteller: Der Wasserdruck treibt die PAT an, die über ein Getriebe mit einer Förderpumpe gekoppelt ist. Die Anlage produziert damit selbst die Energie, die sie braucht, um das Wasser an die Erdoberfläche zu befördern – eine Technologie, die sich auf viele weitere Standorte weltweit übertragen lässt.

Gemeinsam mit der KSB erarbeiten die KIT-Ingenieure Richtlinien für den weiteren Betrieb beider Kraftwerke. Nicht zuletzt geht es auch darum, die Erfahrungen an die indonesischen Partner aus Wissenschaft und Industrie weiterzugeben: in Lehrprogrammen für Betriebs- und Wartungspersonal, vor allem aber in der universitären Ausbildung – damit künftig einheimische Fachkräfte die Konzepte und Technologien an weiteren Standorten umsetzen können. Geografen der Universität Gießen, ebenfalls Partner im IWRM-Projekt, haben dafür bereits geeignete Regionen in Indonesien identifiziert. Karstgebiete, die in der Trockenzeit unter akutem Wassermangel leiden, gibt es aber in ganz Südostasien – unter anderem haben Thailand und Vietnam Interesse an einer Zusammenarbeit mit Nestmanns Team angemeldet.

Der Baubeginn für das Höhlenkraftwerk in Seropan ist für das kommende Jahr geplant, die Vorbereitungen dafür laufen auf Hochtouren. Wie schon in Bribin drehen die Geowissenschaftlerinnen und -wissenschaftler jeden Stein um. Geodäten vermessen die Höhle bis in den letzten Winkel, stecken die Bauachse ab und bauen ein Geoinformationssystem (GIS) für sämtliche Daten aus dem IWRM auf. Per Laserscanner erstellen sie 3-D-Modelle und Animationen für die weitere Planung. Mineralogen untersuchen unterirdische Verbindungen in dem weit verzweigten Höhlensystem. Zusammen mit Geotechnikern bewerten sie die Durchlässigkeit und Stabilität des Gesteins und identifizieren ideale Halterungspunkte für die Druckrohrleitung. Damit liefern sie die Grundlage für Erkundungsbohrungen und Verankerungstests für die Befestigung der Leitung sowie das Sichern freihängenden Gesteins. Baustoffexperten, Wasser- und Holzbauingenieure sind für die Auswahl geeigneter Baumaterialien und Maschinensätze sowie die Konstruktion der Förderanlage verantwortlich.

Ab 2013 soll das Kraftwerk in Seropan dann weitere 100.000 Menschen versorgen – und auch ihre Lebensumstände deutlich verbessern. In Sempon ist das erste Wasser aus Bribin inzwischen angekommen. Sadino hofft nun, dass die Anlage bald regelmäßig im Vollbetrieb läuft. Denn er hat Pläne: „Wenn ich einfacher an Wasser komme, könnte ich ein Feld kaufen, um Zwiebeln anzubauen. Und noch eine Kuh.“ ■

## Indonesia: After the Rain

KIT Scientists Are Establishing an Water Resources Management System

Gungung Kidul, a hilly landscape on the southern coast of Java, is one of the driest regions of Indonesia. During the rainy season, precipitation rapidly seeps away into the porous karst ground and accumulates in an underground cave system. Development of these natural water stores is one of the objectives of the “Integrated Water Resources Management Indonesia” project headed by Professor Franz Nestmann, Dean of the KIT Department of Civil Engineering, Geo- and Environmental Sciences. More than 30 KIT scientists are involved. “We are developing sustainable technologies that are tailored to the situation and the local people,” says Nestmann. “For this, we need experts from all disciplines, from water management to geological engineering to microbiology.” A pilot plant has already been built successfully by the scientists. In a cave, they constructed an underground dam. Water power drives a pumping system that will supply 75,000 people with sufficient water in the future. However, the team does not only want to open up underground water reserves, but also wishes to improve the distribution network, the quality of the drinking water, and wastewater management. The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is funding the project with more than six million Euros until 2014.

MARGARETE LEHNÉ // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER



## Entdecken Sie die Welt neu. Als Ingenieur/in bei Voith.

Lust auf anspruchsvolle Aufgaben? Ganz gleich ob im Bereich Papier, Energie, Mobilität oder Service: Bei uns können Sie viel bewegen! Voith bietet Ihnen das Aufgabenspektrum und Vertrauen eines Mittelständlers, verbunden mit den vielfältigen Entwicklungsperspektiven einer großen, weltweit

aufgestellten Unternehmensgruppe. In allen Geschäftsfeldern gute Marktpositionen, Innovationskraft und dynamisches Wachstum – drei entscheidende Gründe für Ihren Karrierestart bei Voith.

Weitere Informationen unter  
[www.voith.de/career](http://www.voith.de/career)

**VOITH**  
*Engineered reliability.*

Bernhard Mühr

# The Cloud Hunter

METEOROLOGIST AND PASSIONATE OBSERVER OF NATURE – A PORTRAIT

BY SUSANNE MARSCHALL // PHOTOGRAPHS: MARTIN LOBER // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER



**A** picture-perfect day: An unhurried flow of warm air is caressing the landscape and the sun is shining in the bright blue sky. No clouds can be seen, only clear blue. A dreamy summer day for some, but not for Bernhard Mühr. He thinks that pure sunshine is rather boring. But when clouds are piling up threateningly in the evening, when it is rumbling thundering, lightning, and raining, he is happy: “A thunderstorm is an impressive and dramatic experience, and an anvil-shaped cloud is highly esthetic. If you think of the energy involved, it becomes even more fascinating.”

“100 m can determine if tracks are dry, humid, or really wet.”

**Bernhard Mühr**

Natural phenomena are his profession, “the more extreme, the better”. As a child the meteorologist already was upset when it did not snow in winter and when thunderstorms passed by in summer. And he is still angry when Karlsruhe is bypassed by weather phenomena. But once in a while when a cloud cocktail is brewing in the sky, he rushes with his camera up to the roof of the nearly 60-meter-high building of the Physical Institute on Campus South. Fortunately, he has not far to go from his workplace on the 13th floor. On the roof, he then shoots one photograph after the other. No matter whether a strong wind is pulling and tearing at him or whether he has to go through deep puddles, Mühr is a passionate cloud gatherer.

Thirteen years ago, he began making his “cloud atlas” available online. In 2008, he published it as a book. Impressive photographs of different types of clouds and numerous weather phenomena are explained by short and easily understandable bit of text. In one photograph, fluffy and flaky ice clouds, cirrus floccus, stretch high in the sky above the largest salt lake in the world, the Salar de Uyuni in Bolivia. Almond- or lens-shaped alto-cumulus lenticularis clouds with smooth upper and lower sides hover a little below. A high heap cloud (cumulus congestus) stands above the North Sea in Scotland, while stratocumulus stratiformis spreads like a sheet cloud. Fibrous cirrus clouds paint wave shapes and mother clouds are visible:

“Stratocumulus cumulogenitus, nothing else than collapsed heap clouds that continue to exist for a certain time as stratocumulus.”

About 2500 photographs can now be accessed with a click. The same number of photographs has been archived by the enthusiastic weather expert, who worked for five years as a weatherman for the 8 o’clock News. Mühr is a very busy weather guru who always lacks time. At the Institute of Meteorology and Climate Research, he devises synoptic exercises with the students. He teaches them to determine physical processes in the atmosphere with the help of weather maps and to derive a forecast from them. Moreover, he has been maintaining an internet portal for the Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology (CEDIM) for six years now. CEDIM studies the consequences and impacts of natural disasters to understand them and to identify them much earlier in the future. Mühr is responsible for issuing worldwide early warnings against weather hazards. First, he informs about imminent weather events, like storms, strong rainfall, hailstorms, exceptional heat or cold. Afterwards, he analyzes and assesses them.

Parallel to his work at KIT, Mühr has a climate diagram site and maintains his homepage “World of the Mountains” on which he portrays mountains in words and pictures. He has climbed



several of them, as he also is a mountaineer. And a glider. And he has a company, Lacunosa Weather Advice. Together with physicist Georg Müller, he answers questions about the weather, counsels enterprises working in the energy and tourist sectors, water management offices, and tire manufacturers, and issues expert opinions if required. Occasionally, he is the weatherman for car racing at the Hockenheim Ring or during the 24 hours at the Nürburgring. On the rain radar Mühr observes the showers, the direction in which they are moving, and whether they become stronger or weaker. “Shower weather is difficult to interpret, because it has sharp boundaries. 100 m can determine if tracks are dry, humid, or really wet.” This means that tires have to be exchanged quickly. But also look at the clouds in the sky with a trained eye is important, because “every shower starts as a small cloud” and the radar only shows when it is already raining. If he has some time left, Mühr chases a thunderstorm or cold front to experience it first hand and to photograph it. He is a passionate weather enthusiast. ■



*Bad luck: Racing teams are often surprised by rain showers – unless they accept the warnings of Bernhard Mühr.*

*Kalte Dusche: Regenschauer überraschen Renn-teams immer wieder – es sei denn, sie lassen sich von Bernhard Mühr warnen.*

Bernhard Mühr

## Der Wolkenjäger

### METEOROLOGE UND PASSIONIERTER BEOBACHTER DER NATUR – EIN PORTRÄT

Strahlend blauer, wolkenloser Himmel – was die meisten Menschen als Bilderbuchwetter bezeichnen, ist für Bernhard Mühr eher langweilig. Der Meteorologe ist als passionierter „Wolkenjäger“ erst glücklich, wenn sich am Ende eines Sommertages Wolkenberge bedrohlich auf-türmen, wenn es grollt und kracht, blitzt und schüttet.

Mühr beobachtet Naturphänomene – „je extremer, desto besser“. Naht ein Gewitter, rast er mit seiner Kamera aufs Dach des fast 60 Meter hohen Physikhochhauses auf dem Campus Süd, schießt dann ein Foto nach dem anderen. Über die Jahre entstand sein „Wolkenatlas“, den er

schon vor 13 Jahren ins Netz stellte und 2008 als Buch veröffentlichte: imposante Aufnahmen unterschiedlicher Wolkengattungen und zahlreicher Wettererscheinungen, die er mit kurzen, leicht verständlichen Texten erläutert. Auch privat will er immer wieder hoch hinaus, ob als Segelflieger oder Bergsteiger (auf seiner Homepage „Welt der Berge“ porträtiert er Berge in Wort und Bild).

Am Institut für Meteorologie und Klimafor-schung bringt er den Studierenden bei, physika-lische Vorgänge in der Atmosphäre zu erkennen und daraus Vorhersagen abzuleiten. Außerdem entwickelt er seit sechs Jahren ein Internetportal für das „Center for Disaster Management and Risk Reduction Technology“ (CEDIM), das die Folgen von Naturkatastrophen untersucht, um sie zu verstehen und früher zu erkennen. Zudem unterhält er eine Klimadiagramm-Site und eine eigene Firma: die Lacunosa-Wetterberatung, für die er gelegentlich bei Autorennen den Wetter-frosch spielt.

SUSANNE MARSCHALL

[www.dwd.de/cdc](http://www.dwd.de/cdc)

# 10<sup>11</sup> Klimadaten

**Das Climate Data Center**

Forschung braucht eine solide Basis.



**Deutscher Wetterdienst**  
Wetter und Klima aus einer Hand



# AUF EINEN BLICK AT A GLANCE

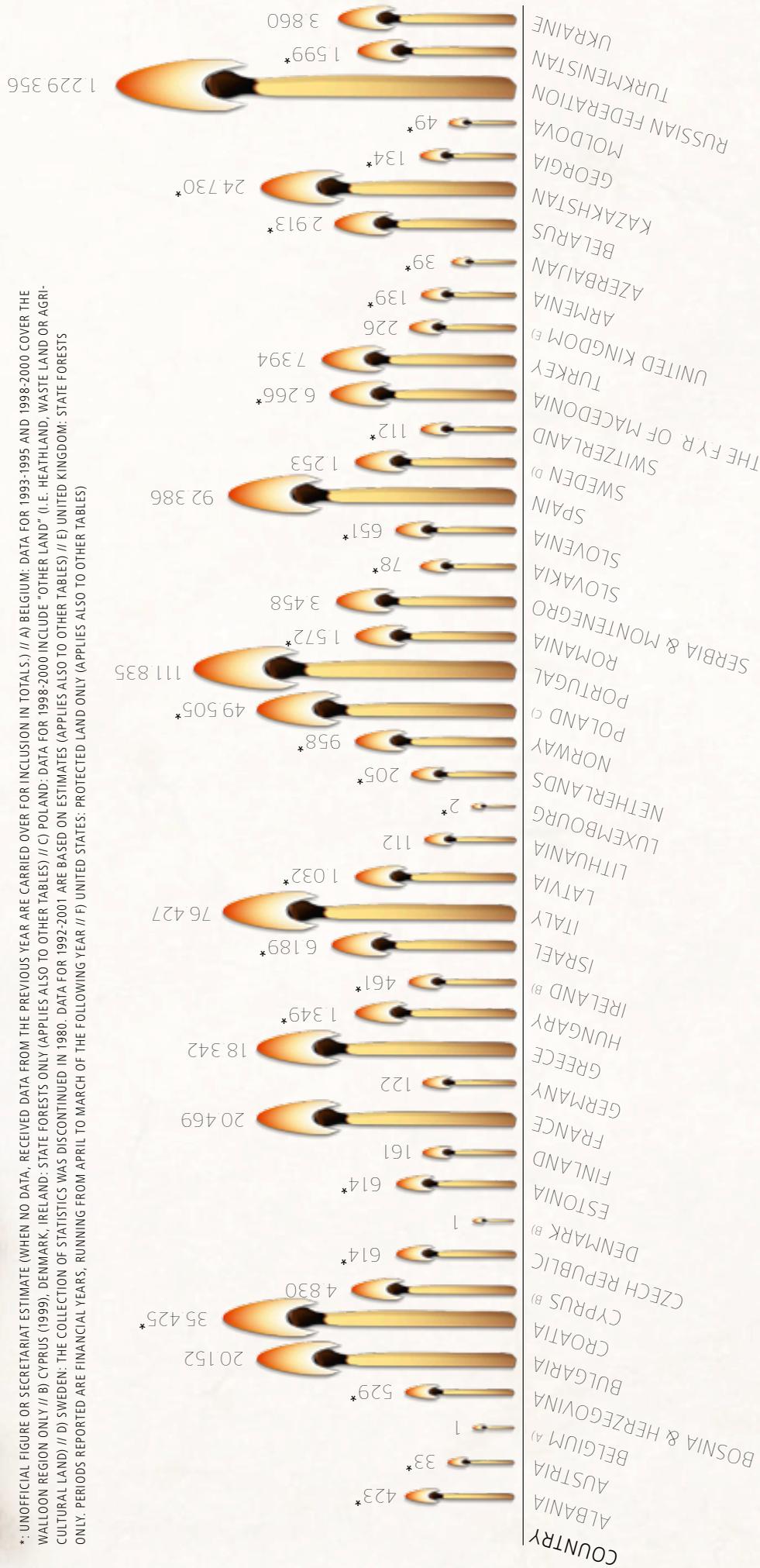
## WALDBRÄNDE IN EUROPA FOREST FIRES IN EUROPE

VON KLAUS RÜMMELE // GRAFIK: DAUTHKAUN //  
QUELLE: UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE

In ganz Europa brennt der Wald. Warum das so ist, welche Folgen das hat und wie Brände in den Griff zu bekommen sind, untersucht der Feuerökologe Dr. Christophe Neff. Als im vergangenen Jahr in Griechenland die Bäume Flammen schlugen, erläuterte der Fachmann vom Institut für Geographie und Geoökologie am KIT vielen Journalisten Hintergründe und Auswirkungen. Zurzeit bereitet Neff ein Forschungsprojekt mit der Eidgenössischen Anstalt für Wald, Schnee und Landschaft vor, das sich mit Waldbränden in Buchenwäldern auseinandersetzt. Und die Feuerwehr in Schramberg möchte ihn dafür gewinnen, kontrollierte Brände im Schwarzwald wissenschaftlich zu begleiten. Der Blick des Experten geht freilich über Europa hinaus: Intensiv hat er sich mit dem frankophonen Afrika beschäftigt. So drehte sich eines seiner Projekte in Tunesien um den Zusammenhang von Klimawandel und Feuer.

### TOTAL AREA OF FIRES 2001 – FOREST, OTHER WOODED LAND AND OTHER LAND (HECTARES)

\*: UNOFFICIAL FIGURE OR SECRETARIAT ESTIMATE (WHEN NO DATA, RECEIVED DATA FROM THE PREVIOUS YEAR ARE CARRIED OVER FOR INCLUSION IN TOTALS.) // A) BELGIUM: DATA FOR 1993-1995 AND 1998-2000 COVER THE WALLON REGION ONLY // B) CYPRUS (1999), DENMARK, IRELAND: STATE FORESTS ONLY (APPLIES ALSO TO OTHER TABLES) // C) POLAND: DATA FOR 1998-2000 INCLUDE "OTHER LAND" (I.E. HEATHLAND, WASTE LAND OR AGRICULTURAL LAND) // D) SWEDEN: THE COLLECTION OF STATISTICS WAS DISCONTINUED IN 1980. DATA FOR 1992-2001 ARE BASED ON ESTIMATES (APPLIES ALSO TO OTHER TABLES) // E) UNITED KINGDOM: STATE FORESTS ONLY. PERIODS REPORTED ARE FINANCIAL YEARS, RUNNING FROM APRIL TO MARCH OF THE FOLLOWING YEAR // F) UNITED STATES: PROTECTED LAND ONLY (APPLIES ALSO TO OTHER TABLES)





## EARTHQUAKE RESEARCH

# OSCILLATIONS IN THE BLACK FOREST

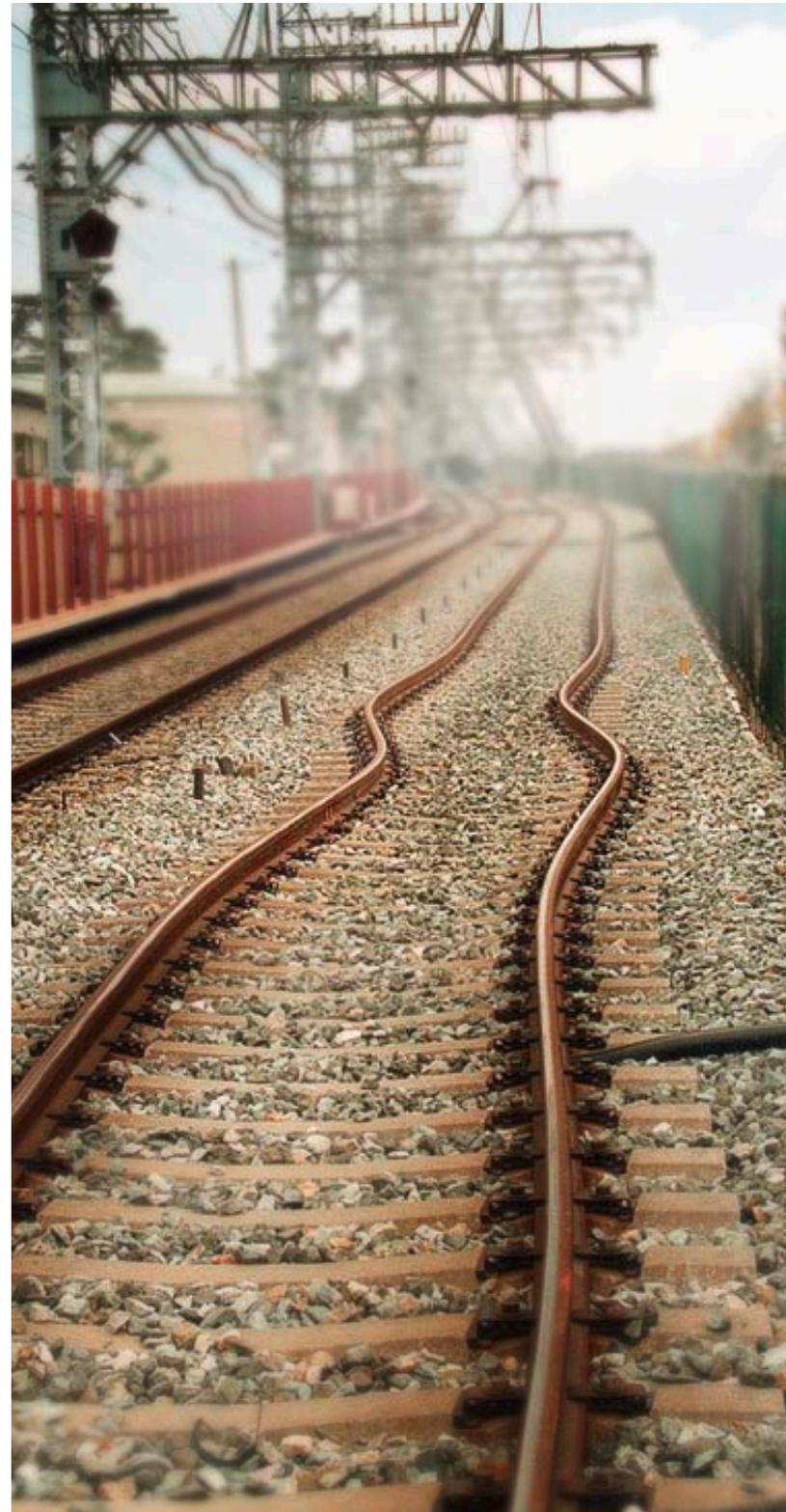
TWO APPROACHES: GETTING DOWN TO THE EARTH'S INTERIOR  
AND COMING UP WITH AN EARLY-WARNING SYSTEM

BY DANIEL LINGENHÖHL // PHOTOGRAPHS: DPA/PHOTOSHOT //  
TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

W

hen countless people lost their lives during the devastating earthquakes which shook up Haiti and Chile early this year, people living far-away in the remote regions of the Black Forest did not feel the slightest movement of the Earth. However, even though humans can't sense tremors over such long distances, some instruments installed far away did record the natural forces that shook the Caribbean and South America. "Since our site is very calm and shielded," explains Thomas Forbriger, a researcher at the Black Forest Observatory in the town of Schiltach, "the sensors we use yield data of exceptional quality."

In spite of its excellent site conditions, the geoscientific institution, which is operated by KIT and the University of Stuttgart, does not investigate into the causes and effects of earthquakes. "Instead,



we are engaged in purely fundamental research," says Forbriger. "It's the interior structure of the Earth that we are trying to study." While this interior structure has long been known to consist of several layers: the solid inner core of iron and nickel, the liquid outer iron core, the ductile mantle, and the thin, solid crust, no thorough knowledge has been gained so far about the details of our planet's "inner life," about the relevant geophysical processes, or about changes over time in the Earth's gravitational field.

Since drilling cannot penetrate even the 30 to 60 kilometers of the Earth's crust, new findings can be gained only indirectly. The geophysicists, therefore, rely on information from earthquake waves which are recorded using very sensitive instruments, such as a superconducting gravimeter that was put into operation at the observatory only recently. Earthquake waves are the only signals penetrating the Earth to effectively "unearth", in the truest sense of the word, new data and information. According to Forbriger, "strong earthquake excitations can be compared with the sound generated by a clapper striking the sides of an iron bell. Our planet vibrates, making a characteristic sound from which we can infer its form and structure."

Since extremely sensitive instruments must be hermetically screened from noise, such as road traffic or the bustle of large cities, the geophysicists have retreated deep into and under the earth of the Black Forest, where precise measurements can be performed at constant temperatures and protected from wind and weather. Unique pneumatic locks, in addition, exclude the effects of high- and low-pressure areas. "We can even record the permanent natural oscillations of the Earth," Forbriger says, stressing the observatory's achievements in high-precision measurement. "The natural oscillations are assumed to be excited by tropical storms and oceanic currents. They produce an infinitesimal force of acceleration which is recorded by our sensors. This force corresponds to the weight which the needle of a record player would exert on an aircraft carrier if it was connected to the latter by a thread on reel."

A much more tangible approach is pursued by Eberhard Hohnecker, Professor at the Railroad Engineering Department of the KIT Institute of Highway and Railroad Engineering. Together with Professor Friedeman Wenzel and his collaborators from the KIT Geophysical Institute and the Fraunhofer Insti-

tute of Optronics, System Technologies and Image Exploitation, Hohnecker and his engineers have developed an early warning system for traffic routes that is intended to prevent severe train accidents in the case of heavy earthquakes. "At an early stage," says Hohnecker, "sensors integrated in the rails record the first waves of the earthquake. They give a warning signal in case of emergency, and trigger the brakes on trains. Since trains on conventional ballast-bound tracks produce strong vibrations – that typical singing sound – we developed a completely new, vibration-free high-tech type of rail: The rails are inserted into two longitudinal grooves cut in a concrete platform and, together with the sensors, are wrapped in an elastic cork material with very good sound-absorbing properties."

The researchers want to refine their system eventually to detect even localized railroad hazards e.g., land slides, fallen trees, or people or animals on the rails, and be able to take the necessary emergency measures. "We can already record such signals but have to improve the sensors so they can discern a tractor driving on the rails from one that is working on a nearby field."

Eberhard Hohnecker believes that the system will soon be capable of coping with earthquakes: "In case of emergency, we can already stop trains in front of bridges or tunnel portals. Our sensors can record damage and guide the rescue services to where they are actually needed. And, what is more, higher safety does not require replacement of all existing rails by the newly developed ones. It completely suffices to exchange short sections, and retrofitting can be done without any difficulty." ■



Warnung vor dem Beben: Ein neues System soll Zugunglücke verhindern.

Earthquake warning: A new system is to prevent train disasters.

## SCHWINGUNGEN IM SCHWARZWALD

FORSCHUNG ZU ERDBEBEN  
MIT MEHREREN FACETTEN

Erdbeben wie zu Jahresbeginn in Haiti und Chile beschäftigen auch Forscher am KIT – allerdings unter gänzlich unterschiedlichen Fragestellungen.

Tief im Schwarzwald, im Geowissenschaftlichen Observatorium von Schiltach, spüren Geophysiker Erdbeben nach. Um deren Ursachen und Folgen geht es ihnen weniger. Sie betreiben Grundlagenforschung mit dem Ziel, mehr über den inneren Aufbau unserer Erde herauszufinden.

Denn wie deren Innenleben im Detail aussieht, entzieht sich dem unmittelbaren Zugriff der Forscher: Mit Bohrungen lässt sich die bis zu 60 Kilometer dicke Erdkruste nicht durchstoßen. Deshalb setzen die Geophysiker auf die Erdbebenwellen, die von sehr empfindlichen Geräten wie dem neuen, supraleitenden Gravimeter des Observatoriums aufgezeichnet werden. Sie sind das einzige Signal, das die Erde optimal durchdringt und Informationen an die Oberfläche bringt.

Das Ziel der Wissenschaftler am Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen ist dagegen ein anderes: Gemeinsam mit Wissenschaftlern vom Geophysikalischen Institut sowie vom Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung wollen sie ein Erdbeben-Frühwarnsystem für Verkehrswege entwickeln, um schwere Zugunglücke zu verhindern.

Sensoren im Schienenkörper erfassen frühzeitig die ersten Wellen des Bebens, warnen im Ernstfall und leiten die Bremsung der Züge ein. Nach und nach wollen die Wissenschaftler ihr System so verfeinern, dass selbst kleinräumige Gefahren für den Zugverkehr – etwa Hangrutschungen, umgestürzte Bäume oder auch Menschen und Tiere auf den Gleisen – erkannt und entsprechende Notfallmaßnahmen eingeleitet werden.

DANIEL LINGENHÖHL

Wettervorhersage

# Wo und wann es kracht

**FORSCHER DES INSTITUTS FÜR METEOROLOGIE UND KLIMAFORSCHUNG ARBEITEN AN EINER OPTIMIERTEN PROGNOSE. DAS ZIEL: LOKAL UND ZEITLICH EXAKTE VORAUSSAGEN, ZUM BEISPIEL BEI UNWETTERN.**

VON DAVID WOLF // FOTOS: KARL-HEINZ LAUBE, DAVID WERNER

**I**m südlichen Baden-Württemberg wird heute Nachmittag mit heftigen Gewittern gerechnet.“ Diese fiktive Meldung einer Wettervorhersage ist wohl jedem schon einmal mehr oder weniger häufig im Fernsehen oder Radio begegnet. Doch wenn es plötzlich heißen würde: „Ab 14 Uhr wird es im Landkreis Karlsruhe regnen“, wäre die Verwunderung sicherlich groß. Der Grund: Solch detaillierte und lokal begrenzte Vorhersagen sind mit Hilfe der aktuell existierenden Modelle in der Meteorologie nicht möglich. „Die Modelle tun sich enorm schwer bei stabilen Hochdruckwetterlagen oder schwachen Luftdruckgegensätzen“, erklärt Dr. Christian Barthlott vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK).



*Wetterbericht: Meteorologen am KIT versuchen im Detail zu ergründen, wie sich Niederschlag bildet.*

*Weather report: KIT Meteorologists try to find out in detail, how precipitation occurs.*

Teilweise werden Unwetter am falschen Ort, zu einer falschen Zeit oder überhaupt nicht vorhergesagt. Wetterphänomene mit extremem Niederschlag sind für die Bevölkerung und Teile der Wirtschaft jedoch von großer Bedeutung, da sie teilweise zu hohen volkswirtschaftlichen Kosten führen können.

Barthlotts Forschungsarbeiten konzentrieren sich vor allem auf Wetterbedingungen in Mittelgebirgen. Bereits 2007 haben er und viele andere internationale Forscher im Weltwetterforschungsprogramm COPS („Convective and Orographically-induced Precipitation Study“) umfangreiche Messungen in einem Gebiet von den Vogesen bis zur Schwäbischen Alb vorgenommen. Beteiligt waren rund 20 meteorologische Institutionen aus Deutschland und führende Forschungszentren aus Europa und den USA. Radargeräte und neun Flugzeuge sowie ein Zeppelin setzte der Verbund ein, um die grundlegenden Prozesse der Niederschlagsbildung speziell über Mittelgebirgslandschaften zu verstehen. Das Ziel: Die dabei auftretenden komplizierten Wechselwirkungen sollen berechenbar und so vorhersagbar gemacht werden. Insgesamt maßen die Wissenschaftler 44 Tage lang, schickten 1300 Radiosonden in den Luftraum und absolvierten rund 400 Flugstunden. Bis zu 200 Forscher und Techniker waren am Pro-

jekt beteiligt, das eine Gruppe im COPS-Operationszentrum am Baden-Airpark in Rheinmünster koordinierte – ein Mammutprogramm.

COPS ist Teil des Schwerpunktprogramms „Quantitative Niederschlagsvorhersage“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), die es mit rund zwei Millionen Euro fördert. Dieses Jahr endet die offizielle Auswertungsphase der meisten Teilprojekte. Forschungsschwerpunkt ist die Wirkung sogenannter konvektiver Prozesse: Luft, durch die Sonne erwärmt, steigt auf, während kältere Luft in der Umgebung absinkt. Wenn der in der Luft vorhandene Wasserdampf in kälteren Luftschichten kondensiert, bilden sich Wolken und damit Niederschläge. Das Ergebnis bisheriger Analysen: Zonen, wo Winde in Bodennähe zusammenströmen (Konvergenzlinien), spielen bei der Gewitterentstehung eine große Rolle. Je nach Feuchtegehalt der Luft und Stärke der dabei auftretenden Aufwinde können Gewitterzellen entstehen. „Aus unseren Messungen lässt sich ableiten, dass vor allem die Stärke und vertikale Ausdehnung der Konvergenzlinien sowie die simulierten Aufwinde in den bisherigen Vorhersagemodellen noch Probleme bereiten und nicht genau genug repräsentiert sind“, sagt Barthlott. Daran, solche wichtigen Prozesse der Niederschlagsbildung zu verstehen und daraus optimierte Wettervorhersagemodelle zu entwickeln, forscht das IMK derzeit eifrig. ■

## Knowing When and Where Lightning Strikes

### METEOROLOGISTS WORK ON BETTER FORECASTS

Very detailed, locally confined weather forecasts are impossible to achieve by means of current meteorological models. “Models have great difficulties when encountering stable high-pressure conditions or minor differences in air pressure,” explains Dr. Christian Barthlott of the Institute for Meteorology and Climate Research (IMK). Sometimes, storms are predicted for the wrong location, the wrong time, or not at all. Weather phenomena accompanied by extreme precipitation are very important to the population and to industry because they can give rise to high costs to the national economy.

Barthlott’s research work mainly focuses on weather conditions in low mountain regions. As early as 2007, he and 200 other scientists from Europe and USA cooperating within the Convective and Orographically-induced Precipitation Study (COPS), a worldwide weather research program, conducted extensive measurements in an area extending between the Vosges Mountains and the Swabian Alb. The purpose was to make the complicated interactions calculable and, thus, predictable. On the whole, the scientists spent 44 days measuring, sent 1300 radiosondes into the air, and put in approximately 400 hours of flight.

COPS is part of the “Quantitative Precipitation Forecasting” focus program of the German Research Society (DFG), which funds it to the tune of euro 2 million.

DAVID WOLF // TRANSLATION: RALF FRIESE