

# lookIT

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

THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION

**AUSGABE/ISSUE #02/2014**

ISSN 1869-2311



# LICHT

**ERLEUCHTUNG: DER HOCHLEISTUNGS-SCHEINWERFER PROPIX**

ENLIGHTENMENT: THE PROPIX HEADLIGHT

**ENTWICKLUNG: ANTIBIOTIKUM REAGIERT AUF LICHT**

EFFECT: ANTIBIOTIC ACTIVATED BY LIGHT

**ERFAHRUNG: KIT-ALUMNUS ALEXANDER GERST IM ALL**

EXPERIENCE: KIT ALUMNUS ALEXANDER GERST IN SPACE

# Wovon Sie früher auch träumten: Jetzt ist die Zeit, es wahr zu machen.

Rohde & Schwarz ist einer der wichtigsten technologischen Schrittmacher. Im Digital-Fernsehen. Im Mobilfunk. Auch in der Funktechnik sind wir federführend. Damit wir das auch bleiben, suchen wir engagierte Mitarbeiter (m/w) oder Studenten (m/w) wie Sie. Wir bieten Ihnen alles, was Sie brauchen, um Ihr Optimum zu erreichen: Flache Hierarchien, harmonische Teams und viel Freiraum. Denn nur so können überragende Ideen entstehen, wie die, die uns bereits in vielen Geschäftsgebieten unter die weltweite Top 3 gebracht haben. Interessiert?

Weitere Informationen unter: [www.career.rohde-schwarz.com](http://www.career.rohde-schwarz.com)





Holger Hanselka  
FOTO/PHOTOGRAPH: ANDREA FABRY

## LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

viele unserer Alumni schlagen sehr interessante Berufslaufbahnen ein und wir sind froh, auch über Jahre hinweg einen guten Kontakt zu unseren Absolventen zu pflegen. So sind wir stolz darauf, dass sich auch der Astronaut Alexander Gerst so gerne an sein Studium in Karlsruhe erinnert und dass er sich stets so lobend über die wissenschaftliche Ausbildung hier am Institut für Geophysik äußert. Welche Kenntnisse aus dieser Zeit er heute noch nutzt und wie er sich vier Jahre lang auf die sechs Monate im All auf der ISS vorbereitet hat, können Sie im aktuellen Magazin auf Seite 62 lesen.

Große Einsatzbereitschaft zeigen auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT in ihrer Forschungsarbeit rund um das Blickpunktthema Licht. Wie flexible organische Solarzellen unsere Städte grundlegend verändern könnten, auf welchem Stand der Forschung sich die Scheinwerfertechnik für Fahrzeuge befindet oder wie die Entwicklung eines Photoschalters gelang, der die biologische Aktivität von Arzneimitteln steuert – diese und etliche andere Themen bieten Einblicke in Fachbereiche unserer Einrichtung und zeigen, wie vielfältig sich die Wissenschaft mit dem Thema Licht auseinandersetzt.

Die Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger Karlsruhes wird gefragt sein, wenn Wissenschaftler des KIT die Messung von Feinstaub mit dem Smartphone erproben. Sobald die technischen Voraussetzungen für eine Serienproduktion geschaffen sind, sollen sie als „Schwarm“ dabei helfen, eine Feinstaubbelastungskarte der Stadt zu erstellen.

Um Stadtentwicklung ganz anderer Art dreht sich die Arbeit des Architekten Georg Vrachliotis. Er beschäftigt sich mit den „blinden Flecken der Städte“ – jenen Ringen aus Baumärkten und Versorgungszentren, die sich um Ballungsräume auf der ganzen Welt bilden.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Ihr

PROF. DR. HOLGER HANSELKA  
PRÄSIDENT DES KIT // PRESIDENT OF KIT

## DEAR READER,

Many of our alumni start highly interesting professional careers and we are glad to maintain good contact to them over the years. Hence, we are proud of the astronaut Alexander Gerst, who loves to remember his studies in Karlsruhe and always praises his scientific education at our Geophysical Institute. On page 62 of the current issue of lookIT, you can read about the knowledge Gerst acquired in those days and still uses today and about how he prepared over a period of four years for six months on the ISS in space.

The same high commitment is shown by KIT scientists working in the area of light, the subject that is the focus of this issue of lookIT. You will be informed about how flexible organic solar cells might change our cities, the state of the art of vehicle lighting systems or the successful development of a photoswitch controlling biological activity of drugs. These and many other subjects covered here provide insight into our work and illustrate the extremely different approaches of science to studying and using light.

KIT scientists involved in a project to measure fine dust using smartphones will need the support of the citizens of Karlsruhe. As soon as the technical prerequisites for series production have been established, the “swarm” of citizens will help draft a fine dust pollution map of the city.

Urban development of a completely different type is the focus of architect Georg Vrachliotis' work. He concentrates on the “blind spots of the cities” – the rings of building supply stores and utility centers forming around conurbations all over the world.

Enjoy reading this issue of lookIT!

Yours,

# INHALT

## CONTENT

AUSGABE/ISSUE #02/2014



### BLICKPUNKT / FOCUS

- 10 SONNENKRAFTWERK: FLEXIBLE SOLARFOLIEN KÖNNTEN ENERGIEGEWINNUNG REVOLUTIONIEREN**  
 13 SOLAR POWER PLANT: FLEXIBLE SOLAR FILMS COULD REVOLUTIONIZE POWER GENERATION
- 14 KSOP: DIE KARLSRUHE SCHOOL OF OPTICS & PHOTONICS**  
 14 KSOP: THE KARLSRUHE SCHOOL OF OPTICS & PHOTONICS
- 16 ERLEUCHTUNG: KONZEPTE FÜR DIE FAHRZEUG-BELEUCHTUNG VON MORGEN**  
 18 ENLIGHTENMENT: CONCEPTS FOR TOMORROW'S VEHICLE LIGHTING SYSTEMS
- 19 KIT-INNOVATION MIQBE: LICHTSCHALTER HOCH SECHS**  
 19 CASTING DICE TO CAST A LIGHT – THE KIT MIQBE INNOVATION
- 20 CYNORA: NEUE MATERIALIEN FÜR DIE HERSTELLUNG ORGANISCHER LEUCHTDIODEN**  
 22 CYNORA: NEW MATERIALS FOR MANUFACTURING ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODES
- 24 HOW LIGHT REPAIRS LIGHT-INDUCED DAMAGE: REVERSING UV-INDUCED LINKS**  
 25 LICHT REPARIERT LICHTBEDINGTE SCHÄDEN: UV-BEDINGTE VERKNÜPFUNGEN WERDEN RÜCKGÄNGIG GEMACHT
- 26 LICHT OHNE SCHATTEN: DR. RAINER KLING IM GESPRÄCH ÜBER DIE QUECKSILBERFREIE PLASMALAMPE**  
 28 LIGHT WITHOUT SHADOW: DR. RAINER KLING DISCUSSING ABOUT THE PLASMA LAMP FREE FROM MERCURY
- 30 PROJEKT E-INSTALLATION: MEDIENKUNST WIRD PER DATENBRILLE ERLEBBAR GEMACHT**  
 32 E-INSTALLATION PROJECT: MEDIA ART COME ALIVE BY MEANS OF DATA GOGGLES
- 34 EFFECT THROUGH LIGHT: SPECIFICALLY ACTIVATING DRUGS BY MEANS OF PHOTOSWITCHES**  
 36 WIRKUNG DURCH LICHT: PER PHOTOSCHALTER WERDEN ARZNEIMITTEL GEZIELT AKTIVIERT
- 37 AUF EINE FRAGE: WACHSEN PFLANZEN OHNE LICHT?**  
 37 JUST ONE QUESTION DO PLANTS GROW IN THE ABSENCE OF LIGHT?
- 38 NACHRICHTEN**  
 39 NEWS

## WEGE / WAYS

- 40 **POLLUTION MAPS:  
MEASURING FINE DUST WITH A SMARTPHONE**
- 41 BELASTUNGSLANDKARTEN:  
FEINSTAUB MIT DEM SMARTPHONE MESSEN
- 44 **DER FASZINIERENDE SALZSEE:  
UMWELTWANDEL AM TOTEN MEER**
- 45 THE FASCINATING SALT LAKE:  
ENVIRONMENTAL CHANGE IN THE DEAD SEA AREA
- 48 **VOM FLIESSEN UND FALLEN: STRÖMUNGSMECHANISCHE  
VORGÄNGE IN WASSER UND LUFT**
- 50 ABOUT FLOWING AND FALLING:  
FLUID MECHANICS PROCESSES IN WATER AND AIR

## GESICHTER / FACES

- 52 **UNPOPULAR BLIND SPOTS:  
ARCHITECTURAL CULTURE OF THE PRESENT**
- 53 UNGELIEBTE BLINDE FLECKEN:  
ARCHITEKTURKULTUR DER GEGENWART
- 54 **ANASTASIA AUGUST, MATHEMATIKERIN UND FAMELAB-  
GEWINNERIN: „VERSTEHEN MACHT GLÜCKLICH!“**
- 55 ANASTASIA AUGUST, MATHEMATICIAN AND FAMELAB  
WINNER: "UNDERSTANDING MAKES THEM HAPPY!"
- 56 AUGENBLICKIT: FRÜH ÜBT SICH ...
- 56 AUGENBLICKIT: STARTING YOUNG ...

## ORTE / PLACES

- 58 **FAST WIE IM MÄRCHEN:  
WIE MAN AUS SCHWEINEGÜLLE GELD MACHEN KANN**
- 60 ALMOST LIKE A FAIRY TALE:  
HOW TO MAKE MONEY FROM PIG SLURRY

## HORIZONTE / HORIZONS


- 62 **DER SENKRECHTSTARTER: KIT-ALUMNUS  
ALEXANDER GERST FORSCHT IM ALL**
- 64 THE HIGHFLYER: KIT ALUMNUS  
ALEXANDER GERST CONDUCTS RESEARCH IN SPACE
- 66 **9000 HOURS, 22 STUDENTS, ONE GOAL:  
CROSSING THE BENTARA RIVER**
- 68 9000 STUNDEN, 22 STUDIERENDE, EIN ZIEL:  
DEN BENTARA RIVER ÜBERQUEREN
- 71 **UND SONST?**
- 71 **LOB IN HÖCHSTEN TÖNEN FÜR DIE KIT-ORCHESTER**
- 71 WHAT ELSE? HIGH PRAISE FOR THE KIT ORCHESTRAS



# Licht in der Nacht I

LIGHT IN THE NIGHT I



A person is sitting in a director's chair in a field at dusk, looking towards the horizon. The sky is a mix of purple and blue, and the foreground is dark with some grass. The person is in silhouette, wearing a dark jacket. The chair has a white cloth draped over the backrest.

Bei Vollmond erreicht der Mond seine maximale Helligkeit und hat eine scheinbare Helligkeit von etwa  $-12,5$  bis  $-13$  mag. Die scheinbare Helligkeit gibt an, wie hell ein Himmelskörper, insbesondere ein Fixstern, von der Erde aus erscheint. Die scheinbare Helligkeit wird als Zahl angegeben, diese trägt den Zusatz Magnitude (kurz „mag“, früher auch m), Größenklasse oder schlicht Größe. Je kleiner die Zahl, desto heller ist das Gestirn. Im Vergleich zum Licht des Vollmondes ist das Sonnenlicht etwa 400.000-mal so hell; im Vergleich mit dem Licht eines sternklaren Nachthimmels ist der Vollmond etwa 250-mal so hell. Dank der Kontraste könnten wir sogar bei Mondlicht lesen – vergnüglich ist es allerdings nicht.

At full moon, the moon reaches its maximum brightness and its apparent brightness is about  $-12.5$  to  $-13$  mag. It is a measure of the brightness of a celestial body or fixed star as seen by an observer on Earth. Apparent brightness is given in the form of a value with magnitude addition (abbreviated by “mag”, in former times also m). The lower the value of its magnitude, the brighter the object appears. Compared to the brightness of the full moon, the sun appears about 400,000 times brighter. Compared to a clear starlit night sky, the full moon appears about 250 times brighter. Thanks to the contrasts, we can even read in the moonlight – although it is not recommended.

# Licht in der Nacht II

LIGHT IN THE NIGHT II





Wenn Steffen Michenfelder, Doktorand des Lichttechnischen Institutes am KIT, die Scheinwerfer seines Versuchsfahrzeuges anschaltet, ist es kein Problem, die Zeitung hervorzuholen und ein Lesestündchen einzulegen. Aus dem großen Kasten vor der Kühlerhaube kommt ein Licht, das sechs Mal heller als Xenon strahlt und selbst den düstersten Weg in gleißende Helligkeit tauchen kann. In dem Aluminiumkasten sind sechs handelsübliche Beamers versteckt, die Michenfelder mit einer komplizierten Software von der Rückbank des Fahrzeuges aus programmieren kann. Diese Lichtanlage hat er „Propix“ getauft, die Abkürzung für „Projektor-Pixellicht“. Alles über Forschungsziel und Funktion von „Propix“ lesen Sie auf Seite 16.

When Steffen Michenfelder, doctoral student of KIT's Light Technology Institute, switches on the headlights of his test vehicle, he can easily read a newspaper. The big box mounted in front of the bonnet produces light six times brighter than xenon and brightens up even the darkest path. The aluminum box contains six commercially available beamers that are controlled by Michenfelder using a complicated computer program from the back of the car. This lighting system is called "Propix", the acronym of "Projector Pixel Light". For the research objective and functioning of "Propix", read page 16.



# Die ganze Stadt ein

Flexible Solarfolien  
könnten Energie-  
gewinnung  
revolutionieren

VON DR. STEFAN FUCHS

# Sonnen- kraftwerk

Für einige ist es eine Nischentechnologie, für andere ein vielleicht wichtiger Beitrag zum Gelingen der Energiewende. Noch steckt die auf organischen Materialien beruhende Photovoltaik in den Kinderschuhen. Erste Zellen und Module wurden bereits hergestellt. Jetzt gilt es, in mühevoller Kleinarbeit eine Fülle von Detailproblemen bis zur großindustriellen Herstellung zu lösen. Das Forscherteam am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT rechnet mit zwei bis drei Jahrzehnten, dann werden Solarzellen aus biegsamem und extrem preiswertem Plastik nicht nur in Mobiltelefonen oder als leicht zu transportierende mobile Energiequellen Anwendung finden, sondern möglicherweise überall als ultradünne Folie Dächer, Fassaden und Straßenzüge überziehen und so ganze urbane Landschaften in ein riesiges solares Kraftwerk verwandeln.



*Reinraum am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT. Die Herstellung und Charakterisierung organischer Solarzellen erfolgt in Gloveboxen, um eine hoch-reine Prozessumgebung zu gewährleisten*

*Clean room at the Light Technology Institute (LTI) of KIT. Organic solar cells are manufactured and characterized in glove boxes in order to ensure a highly pure process environment*

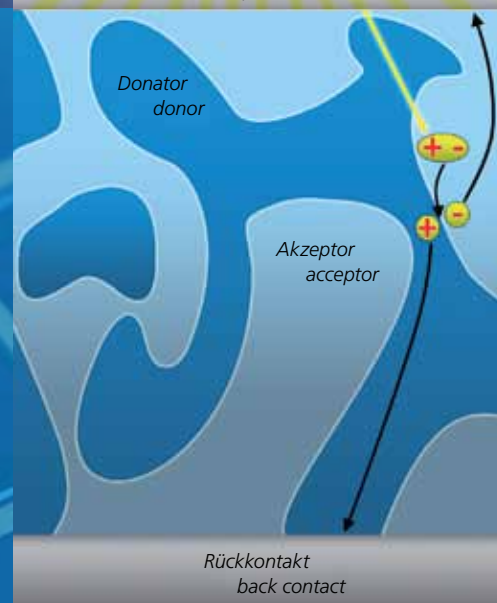
FOTO: DR. SEBASTIAN SCHULZ

*Durch eine optimierte Durchmischung des photoaktiven Polymers (Donator) und des Akzeptors können die generierten Ladungsträgerpaare effizient aufgetrennt und zu den Elektroden abgeführt werden*

*By optimized mixing of the photoactive polymer (donor) and the acceptor, the charge carrier pairs generated can be separated efficiently and passed to the electrodes*



Transparente Elektrode  
transparent electrode



Rückkontakt  
back contact

GRAFIK: DR. MANUEL REINHARD

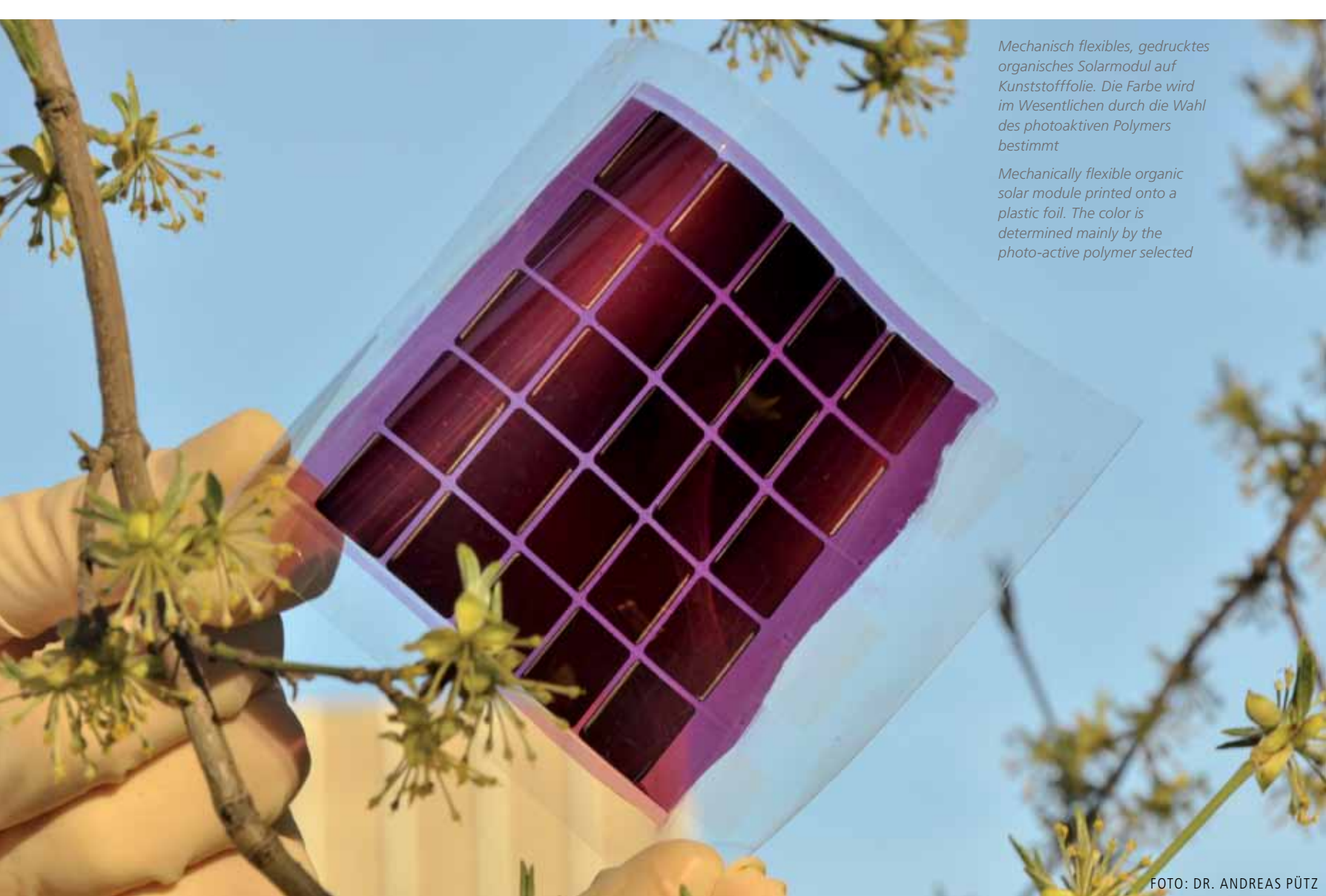
Dr. Alexander Colsmann vom LTI geht es nicht darum, die herkömmliche Photovoltaik aus Silizium vom Markt zu verdrängen. Jedenfalls vorläufig nicht. Bereits der gegenwärtige Forschungsstand in Sachen organischer Photovoltaik erlaubt so viele völlig neuartige Anwendungsmöglichkeiten, dass allein diese die Forschungsaufträge vom Bundesforschungsministerium, der Baden-Württemberg Stiftung und der Europäischen Union rechtfertigen. Die Biegsamkeit und das kaum nennenswerte Gewicht der Sonnenkollektoren aus speziellen Polymeren, die aufgrund des geringen Materialaufwands – mit nur einem Gramm Polymer lassen sich bis zu 10 m<sup>2</sup> Kollektorfolie beschichten – unschlagbar niedrigen Herstellungskosten, prädestinieren sie geradezu für den Einsatz in vielen elektronischen Geräten von Mobiltelefonen bis zu Tablets und für den massenhaften Einsatz in billigen Sensoren aller Art. Überdies lassen sie sich auch als

semi-transparente Folien herstellen, mit denen sich jedes Fenster in einen Sonnenkollektor verwandeln lässt.

Die organische Photovoltaik ist eine betont interdisziplinäre Forschungsdisziplin, an der Physik, Chemie, Materialwissenschaft und Verfahrenstechnik ebenso beteiligt sind wie die Elektrotechnik. Das Team am KIT ist sich sicher, es gibt keinen physikalischen Grund, warum die organische Photovoltaik schließlich nicht auch den Wirkungsgrad der Kollektoren auf Siliziumbasis erreichen kann. Wenn es dann noch gelingt, die Lebensdauer von derzeit zwei bis fünf auf gut 30 Jahre zu erhöhen, sind die Tage der starren Kollektoren-Gestelle gezählt, die auf Gebäuden immer als architektonische Fremdkörper wirken. Dann werden die flexiblen stromspendenden Plastikfolien nicht nur die Dächer erobern. Fassaden und praktisch alle anderen ver-

fügbaren Flächen in der Stadt werden zur Ernte des Sonnenlichtes genutzt werden können, fast so wie Bäume und Pflanzen all ihr Grün für die Photosynthese einsetzen.

Mindestens eine der beiden Elektroden besteht bei einer organischen Solarzelle aus einem elektrisch leitenden transparenten Material, beispielsweise aus leitfähigen Polymeren. In einem Donator genannten Teil der photoaktiven halbleitenden Schicht darunter werden ebenso wie bei der Silizium-Photovoltaik durch die einfallenden Photonen Elektron-Loch-Paare erzeugt. Diese sogenannten Exzitonen sind aber immer noch elektrisch gebunden. Anders als bei der konventionellen Photovoltaik braucht man dann ein zweites Material, einen sogenannten Akzeptor, der diese Paarbindung trennt und damit den Abtransport der durch das Licht generierten Ladungsträger zu den Elektroden ermöglicht. „Das



*Mechanisch flexibles, gedrucktes organisches Solarmodul auf Kunststofffolie. Die Farbe wird im Wesentlichen durch die Wahl des photoaktiven Polymers bestimmt*

*Mechanically flexible organic solar module printed onto a plastic foil. The color is determined mainly by the photo-active polymer selected*

FOTO: DR. ANDREAS PÜTZ

Elektron macht quasi eine schnelle Rechnung“, erklärt Dr. Colsmann, „wie viel Energie kostet es mich, wenn ich mein Loch verlasse und wie viel Energie gewinne ich, wenn ich auf das andere Molekül übergehe. Nur wenn diese Energiebilanz für das Elektron positiv ist, wagt es den Sprung.“ Bei der extrem geringen Dicke der lichtabsorbierenden Schicht von nur 100 Nanometern im Unterschied zu 150 – 300 Mikrometern bei der konventionellen Silizium-Technik liegt hier eine der großen technologischen Herausforderungen der organischen Photovoltaik. Nur in enger Zusammenarbeit mit der organischen Chemie und der Materialwissenschaft und in langen Versuchsreihen mit unterschiedlichen Polymer-Mischungen lässt sich eine Donor-Akzeptor-Kombination finden, die das Elektron-Loch-Paar effizient trennt.

Neben der Suche nach der idealen Polymer-Kombination für die Absorptionsschicht führt der Karlsruher Königsweg zur Effizienzsteigerung organischer Photovoltaik über die sogenannte Tandem-Architektur. Je nach verwend-

tem Absorber-Material ist eine photoaktive Schicht jeweils auf die Energieumwandlung eines bestimmten Teils des Sonnenlichtspektrums spezialisiert. Wenn man zwei unterschiedlich konzipierte Schichten übereinander abscheidet, lässt sich auf diese Weise die Energieernte deutlich steigern. So wandelt etwa die eine Schicht den Blau- und Grünanteil des Spektrums. Der Rot- und Infrarot-Anteil hingegen gelangt in die zweite Schicht und wird dort ebenfalls in elektrischen Strom umgewandelt. Unter Laborbedingungen lässt sich mit zwei übereinander angebrachten Absorberschichten bereits eine Energieausbeute von über 10 Prozent erreichen.

„Auch bei der Tandem-Architektur steckt der Teufel im Detail“, erklärt Daniel Bahro, der als Elektrotechniker die vertrauensvolle Zusammenarbeit unterschiedlicher Forschungsdisziplinen bei der Optimierung des Tandem-Prinzips schätzen gelernt hat. „Die Herausforderung ist, dass aus jeder der beiden Solarzellen oben und unten Ladungsträger herauskommen. Wenn man sie

direkt aufeinandersetzt, erreichen die photogenerierten Ladungsträger die Grenzschicht zwischen den beiden Solarzellen. Diese können wir nicht direkt nach draußen abführen. Stattdessen ist eine sogenannte Rekombinationszone notwendig, die die Ladungsträger auffängt und dafür sorgt, dass sie keine Verluste generieren.“ Das lässt allerdings die Zahl der Schichten, die übereinander angebracht werden, auf typischerweise acht anwachsen. Da deren Dicke im Bereich der Wellenlänge liegt, können optische Interferenzen an den Schichtgrenzen auftreten, die ihrerseits die Lichtabsorption negativ beeinflussen. Zugleich müssen beide Solarzellen in etwa die gleiche Menge Licht absorbieren und so auch die gleiche Menge Strom liefern, damit eine schwächere Absorberschicht die elektrische Ausbeute nicht begrenzt. Das macht die Architektur der Tandem-Zelle zu einer hochkomplexen Scharade mit ungeheuer vielen Variablen.

Wenn Teammitglied Daniel Bahro erklärt, dass die ultradünnen Absorberschichten mit einer Art Tintenstrahldrucker großflächig gedruckt werden, kann man sich vorstellen, warum die großflächige industrielle Herstellung in der organischen Photovoltaik im Augenblick noch

eine der ganz großen Herausforderungen darstellt. „Wir müssen all diese Schichten übereinander drucken, ohne dass die eine durch die nachfolgende gelöst wird, ohne dass sich die Schichten untereinander mischen. Wenn das gelungen ist, muss man sehen, wie sich die Grenzflächen zwischen den Schichten mechanisch verhalten, wie sich flexible Zellen etwa unter Dehnung oder Biegung verhalten, ob die Grenzflächen aufreißen.“ Die bisher noch relativ begrenzte Lebensdauer stellt eine weitere große Herausforderung für die Karlsruher Wissenschaftler dar. Für den Teamleiter Dr. Colsmann entscheidet sich hier mehr noch als in der Frage der Effizienzsteigerung, ob die organische Photovoltaik tatsächlich zur Wunderwaffe der Energiewende taugt.

Die sogenannten Energierücklaufzeiten, also die Zeit, die man braucht, um die Energie zu ernten, die man in die Produktion der Zellen gesteckt hat, liegen bei den Polymer-Modulen ohnehin bei einem Bruchteil dessen, was in der konventionellen Photovoltaik üblich ist. Aber das Karlsruher Team hat sich das ehrgeizige Ziel gesteckt, den Maßstab der Nachhaltigkeit auch auf die industriellen Herstellungsprozesse selbst auszuweiten. „Wir wollen nicht nur effiziente

und haltbare Solarzellen bauen“, erklärt Dr. Colsmann, „sondern wir wollen unsere Solarzellen auch mit Prozessen bauen, die industriell nachhaltig umsetzbar sind. Das ist etwas, woran wir arbeiten, das ist eine der zentralen Stoßrichtungen unserer Forschungen hier, ein Thema, das sonst leider oft vernachlässigt wird.“ ■

Kontakt: alexander.colsmann@kit.edu

*Dr. Alexander Colsmann leitet die Arbeitsgruppe „Organische Photovoltaik“ am Lichttechnischen Institut*

*Dr. Alexander Colsmann heads the “Organic Photovoltaics” group at the Light Technology Institute*

## The Whole City Is a Solar Power Plant

Flexible Solar Films Could Revolutionize Power Generation

TRANSLATION: RALF FRIESE

Organic photovoltaics is a research track currently facing a number of fundamental challenges if it is to tap its enormous potential for generating solar electricity over the largest possible areas. Under the leadership of physicist Dr. Alexander Colsmann, an interdisciplinary team of scientists at the Light Technology Institute (LTI) is striving to raise the efficiency of ultrathin solar collectors made of special polymers. The combination of two photo-active layers tuned to different regions of the spectrum is able today, in a laboratory, to achieve an efficiency in excess of 10 %. This opens up a number of applications, such as mobile power supplies for mobile phones and comparable electronic devices. In the medium and long terms, organic photovoltaics might be able to replace conventional silicon collectors. For this reason, large-scale industrial manufacture of organic solar cells by low-cost printing and enhancement of their service life are further focal points in the research project, which is funded by the German Federal Ministry of Research, European Union, and the Baden-Württemberg Foundation. ■

Contact: alexander.colsmann@kit.edu

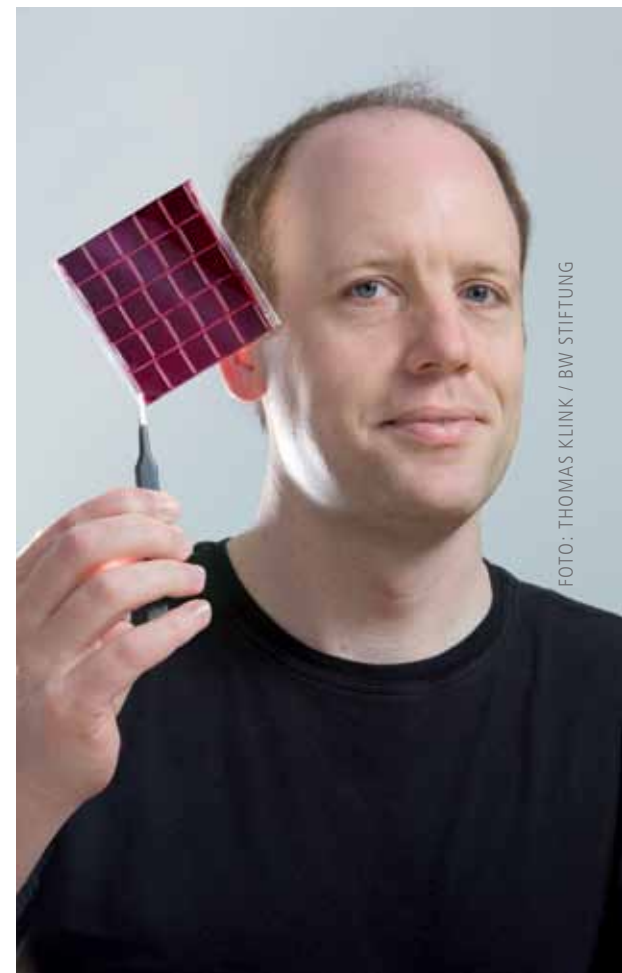


FOTO: THOMAS KLINK / BW STIFTUNG

## KSOP – die Karlsruhe School of Optics & Photonics

Optik & Photonik (O&P) liefern als Schlüsseltechnologien Grundlagen für zahlreiche industrielle Anwendungen. Die Karlsruhe School of Optics & Photonics (KSOP) wurde 2006 als erste Exzellenz-Graduiertenschule des KIT gegründet. Die interdisziplinäre Forschung in den Bereichen Physik, Chemie sowie den Ingenieurwissenschaften hat dabei einen wesentlichen Anteil an dem Erfolg der KSOP. Rund 130 Masterstudierende und über 90 Doktoranden aus 40 Nationen lernen, forschen und promovieren aktiv im Bereich Optik und Photonik. In der zweiten Runde der Exzellenzinitiative im Jahr 2012 konnte die KSOP eine Verlängerung der Förderung um weitere fünf Jahre durch die DFG unter Zusage der Nachhaltigkeit durch das Land Baden-Württemberg erzielen.

Die Forschungsaktivitäten der KSOP haben ihre Schwerpunkte in den Bereichen Photonic Materials & Devices, Advanced Spectroscopy, Biomedical Photonics und Optical Systems. Wegen der zentralen Rolle von Optik und Photonik für die Nutzung der Sonnenenergie und deren großer industrieller wie gesellschaftlicher Bedeutung, wurde „Solar Energy“ 2012 als fünftes Forschungsfeld eingeführt. Im europaweiten Vergleich wird am KIT besonders intensiv im Bereich der Energietechnologien geforscht. Erfolgreich konnte 2008 in der KSOP zudem ein internationales Erasmus Mundus Programm mit einem ausgefeilten Stipendien- und Betreuungsprogramm mit den europäischen Partneruniversitäten Institut Fresnel (Frankreich), Universitat Politecnica de Catalunya (Spanien), Institute of Photonic Sciences (Spanien) und LENS European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy (Italien) beantragt werden.

Das Herzstück des Doktorandenprogramms in der KSOP ist die strukturierte Doktorandenförderung im Rahmen einer zusätzlichen modularen Ausbildung. In den Modulen werden technologisches und wissenschaftliches Know-how, aber auch Managementwissen und soziale Kompetenzen ausgebildet und gezielt gefördert. Ziel ist die Qualifizierung der Doktoranden für erfolgreiche Karrieren in weltweit führenden Forschungsinstituten und Unternehmen. Die Absolventen des Doktorandenprogramms sind sowohl in internationalen Postdoc-Programmen als auch der Optik- & Photonik-Industrie nachgefragte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. ■

Info: [ksop.idschoools.kit.edu](mailto:ksop.idschoools.kit.edu)

## KSOP – The Karlsruhe School of Optics & Photonics

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Optics & Photonics (O&P) are key technologies that provide the basis for numerous industrial applications. The Karlsruhe School of Optics & Photonics (KSOP) was founded in 2006 as KIT's first Graduate School of Excellence. Since then, interdisciplinary research in the fields of physics, chemistry, and engineering sciences has been an essential component to the success of KSOP. Approximately 130 master's students and more than 90 doctoral candidates from 40 countries are studying, conducting research, and pursuing their doctor's degrees in optics and photonics. In the second round of the 2012 Excellence Initiative, KSOP succeeded in achieving an extension of funding by the DFG for five more years. The state of Baden-Württemberg has promised to assume support afterwards.

KSOP research activities focus on Photonic Materials & Devices, Advanced Spectroscopy, Biomedical Photonics, and Optical Systems. Due to the central role of optics and photonics in the use of solar energy and the immense industrial and social significance of the latter, Solar Energy was introduced in 2012 as the fifth field of research. Research in that area at KIT is particularly intense as compared with energy technology research at other European institutions. Together with the European partner universities Institut Fresnel (France), Universitat Politecnica de Catalunya (Spain), Institute of Photonic Sciences (Spain), and LENS (European Laboratory for Non-Linear Spectroscopy) (Italy), KSOP in 2008 succeeded in establishing an international Erasmus Mundus program providing a sophisticated internship and supervision scheme.

The core of the KSOP doctoral program consists of structured support of doctoral students within modular training courses. The respective modules teach and systematically promote technological and scientific know-how as well as management and social skills. The objective is to qualify the participating doctoral candidates for successful careers in the world's leading research institutes and companies. The graduates of the program are sought after both by international postdoc programs and by the optics & photonics industry. ■

Info: [ksop.idschoools.kit.edu](mailto:ksop.idschoools.kit.edu)

# Pioniergeist. Der beste Antrieb, die Dinge zu bewegen.

1986 – das Rennboot Virgin Atlantic Challenger II  
mit den MTU-Motoren der Baureihe 396 überquert  
den Atlantik in ungebrochener Rekordzeit.



Maybach, Daimler, Benz, Rolls und Royce – mit ihrem Pioniergeist haben sie Großes geschafft und im wahrsten Sinne des Wortes vieles in Bewegung gebracht. Ohne diese Leidenschaft wären wir nicht da, wo wir heute sind. Denn mit der traditionell selben Entdeckungsfreude lassen wir uns auch heute inspirieren. So treibt jeder unserer Mitarbeiter die Dinge erfolgreich voran.

Seien Sie neugierig. Realisieren Sie Ihre Ideen und erfahren Sie mehr unter [www.rrpowersystems.com](http://www.rrpowersystems.com)

**Powered by pioneers.**

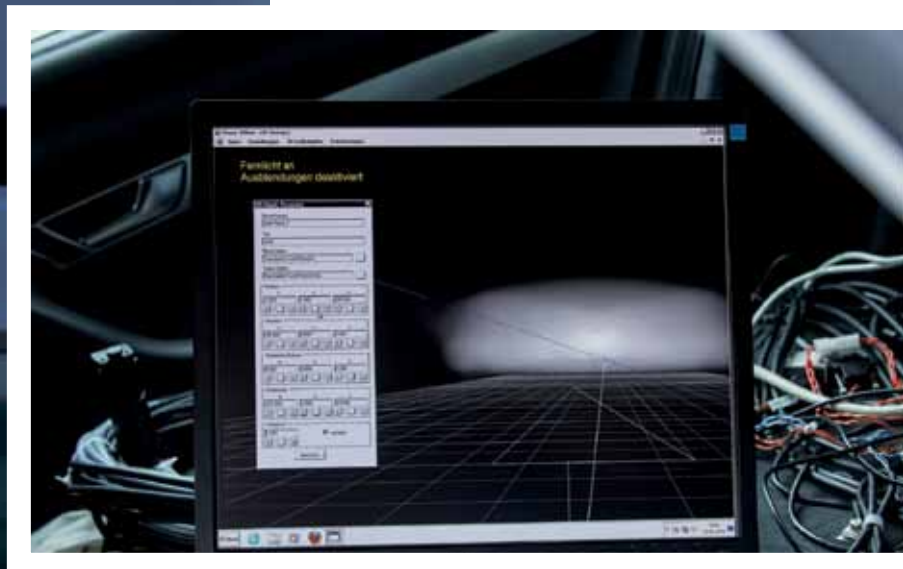
Das Lichttechnische Institut  
entwickelt Konzepte für die  
Fahrzeug-Beleuchtung von morgen

VON MORITZ CHELIUS // FOTOS: MARKUS BREIG

# rleuchtung







Wenn Steffen Michenfelder die Scheinwerfer seines Versuchsfahrzeuges anschaltet, könnte man meinen, ein UFO sei gelandet. Aus dem großen Kasten vor der Kühlerhaube kommt ein Licht, das sechs Mal heller als Xenon strahlt und selbst den düstersten Waldweg in gleißende Helligkeit taucht. In dem Aluminiumkasten sind sechs handelsübliche Beamer versteckt, die Michenfelder mit einer komplizierten Software von der Rückbank des Fahrzeuges aus programmieren kann. Diese Lichtanlage hat der Doktorand am Lichttechnischen Institut am KIT „Propix“ getauft, die Abkürzung für „Projektor-Pixellicht“. „Einem solchen Lichtgetüm wird man sicherlich niemals auf der Straße begegnen, und es wird auch nicht in Serie gehen“, erklärt Michenfelder. „Vielmehr ist Propix als Versuchsplattform gedacht, mit dem man das Verhalten anderer Scheinwerfer nachbilden und neue Lichtverteilungen ausprobieren kann.“

In den letzten Jahren hat auf dem Beleuchtungssektor eine Revolution stattgefunden: Vorbei sind die Zeiten, als man beim

Fahren im Dunkeln kaum das nächste Schild erkennen konnte. Inzwischen gibt es Kurvenlicht, gleitende Leuchtweiten, die automatisch bis zum Vordermann leuchten, Fernlicht, das den Gegenverkehr nicht blendet und Scheinwerfer, die automatisch auf- und abblenden, je nachdem, wo und wie schnell man fährt. Möglich gemacht haben diese und andere Neuerungen vor allem eine verbesserte LED-Technik und Außenkameras, die die Umgebung des Autos erfassen. Cornelius Neumann, der gemeinsam mit Uli Lemmer das Lichttechnische Institut leitet, weiß, dass Beleuchtungssysteme in Zukunft noch viel mehr können werden. „Propix“ beispielsweise ist schon heute in der Lage, bestimmte Bereiche komplett auszublenden: Dort, wo ein Fahrzeug entgegenkommt, fällt dann kein Licht hin – der andere Fahrer wird also nicht geblendet – rundherum aber ist alles taghell. „Es gibt viele Möglichkeiten der Lichtverteilung, wir wissen aber weder, welche die besten sind, noch wie sie konkret gestaltet werden sollen. Um das live im Straßenverkehr auszuprobieren, haben wir ‚Propix‘ entwickelt.“ Die Wissenschaftler können damit beispielsweise der Frage nachgehen, wie eng diese Ausblendungen und wie hart der Übergang zwischen hell und Dunkel sein sollen, damit es kein Schwarzes Loch gibt. Oder sie können erforschen, wie schnell sich Kurvenlicht um die Kurve bewegen soll, damit sich der Autofahrer damit wirklich wohlfühlt. Steffen Michenfelder nutzt „Propix“ unter anderem dazu, die Möglichkeiten der sogenannten adaptiven Vorfeldbeleuchtung zu erforschen. Er untersucht die The-

*Steffen Michenfelder vor den Versuchsscheinwerfern*

*Steffen Michenfelder in front of the vehicle lighting system*



se, dass man von einem entgegenkommenden Auto weniger geblendet wird, wenn der Nahrung vor dem eigenen Fahrzeug ebenfalls heller wird. Einen ersten Probandentest hat Michenfelder bereits durchgeführt – nachts im Karlsruher Hardtwald. Nun plant er Versuche auf dem Hockenheimring mit mehreren Dutzend Testfahrern. Deren Eindrücke werden einerseits mit Fragebögen, andererseits mit technischen Mitteln erfasst: Vier Kameras nehmen die Fahrer und das Umfeld des Fahrzeugs auf und ermitteln, wohin die Probanden schauen, außerdem erfolgt eine Stressmessung von Puls, Blutdruck und Hautwiderstand sowie ein EKG.

Das Lichttechnische Institut hat jedoch noch mehr Versuchsfahrzeuge: Ein weiteres entwickelt derzeit Melanie Helmer. Die Doktorandin forscht nicht an Scheinwerfertechnik, sondern an der sogenannten ambienten Innenraumbeleuchtung. Darüber, dass die meisten Menschen mit Beleuchtung im Wageninneren meistens nur das spärliche Lämpchen oben am Dachhimmel verbinden, muss sie schmunzeln: „Innenraumbeleuchtung kann so viel mehr bedeuten. Das können ganz praktische Dinge sein: Wenn einem zum Beispiel der Schlüssel in den Fußraum fällt, kann Beleuchtung helfen, ihn leichter zu finden. Aber eine gute Lichtverteilung kann auch unsere Stimmung positiv beeinflussen und das Auto zu einem Wohlfühlort machen. Und sie bietet ganz neue Möglichkeiten für Designer.“ Um alle möglichen Lichtverteilungen und deren Wirkung ausprobieren zu können, hat sie fast tausend LEDs verbaut. Jede ist einzeln ansteuerbar und kann in verschiedenen Farben und Helligkeiten leuchten oder blinken. Die LEDs sind an den vorderen Seitentüren und am Dachhimmel untergebracht und

## Enlightenment

### The Light Technology Institute Develops Concepts for Tomorrow's Vehicle Lighting Systems

TRANSLATION: RALF FRIESE

The Working Group on Automotive Optical Technologies at the Light Technology Institute (LTI) is developing concepts for tomorrow's vehicle lighting systems. "Propix" ("Projector Pixel Light") is one device among others they developed for this application: A large aluminum box mounted in front of the bonnet contains six beamers which can produce light six times brighter than xenon light. "Propix" is a test platform allowing new light distributions to be tested live in road traffic. The lighting system, for instance, can completely fade out specific areas of the headlight field. This means that no light will reach areas near an approaching vehicle, so the other driver will not be irritated by glare, while everything is bright elsewhere around that space. Moreover, the possibilities of so-called adaptive apron lighting are being studied. When the space in front of one's car is brightened at the right point in time, one may feel less glare from an approaching car. Another test field of the LTI is ambient lighting of the interior of a car. The nearly 1000 LEDs installed in the front side doors and in the inside roof lining of the vehicle and covered with a diffusor allow all kinds of distributions of light and color and their effects to be tried out. Some key research questions involve the problem of what light in what form is pleasant or disturbing to the driver, and whether it can help to better recognize the road ahead. Five to ten years from now, many of the new findings are to be incorporated in quite ordinary vehicles. Both "Propix" and "Ambient Interior Lighting" are open test platforms allowing a variety of scenarios to be tried out at low expense in terms of cost and time. ■

Contact: [cornelius.neumann@kit.edu](mailto:cornelius.neumann@kit.edu)

mit einer Streuscheibe abgedeckt. Das Ergebnis ist eine Umfeldbeleuchtung, bei der nicht mehr einzelne Lichtpunkte erkennbar sind, sondern eine Art „Lichtsee“, den man unter Umständen nicht einmal bewusst wahrnimmt. Auch hier sind die wichtigsten Fragen noch unerforscht, erklärt Melanie Helmer: „Ab wann merkt der Fahrer, dass da etwas leuchtet, ab wann blendet es ihn? Hilft das Licht, um die Fahrbahn besser zu erkennen oder stört es? Welche Farben sind in welcher Situation und für welchen Fahrertyp angenehm?“

Cornelius Neumann ist zuversichtlich, dass viele der neu gewonnenen Erkenntnisse in fünf bis zehn Jahren in ganz normalen Fahrzeugen zu finden sein werden. Denn die Arbeitsgruppe Optische Technologien im Automobil betreibt

am Institut angewandte Forschung parallel zu den Entwicklungsabteilungen der großen Automobilhersteller und -zulieferer. Die Versuchsfahrzeuge mit „Propix“ wie auch der ambienten Innenraumbeleuchtung bieten dabei eine Plattform, um die verschiedensten Szenarios kostengünstig und zeitsparend zu erproben, so Neumann: „Eigentlich entwickelt man zunächst eine Lichtverteilung, baut einen Prototyp und probiert ihn auf der Straße aus. Dann stellt man meistens fest, dass es doch noch nicht so gut passt, muss den Prototyp verändern und ihn neu ausprobieren. Unsere Versuchsfahrzeuge sparen genau diesen aufwendigen Schritt: Erst wenn das optimale Ergebnis da ist, baut man den Prototyp.“ ■

Kontakt: [cornelius.neumann@kit.edu](mailto:cornelius.neumann@kit.edu)



## M!QBE: LICHTSCHALTER HOCH SECHS WÜRFEL STEUERT BELEUCHTUNG DURCH EINFACHES DREHEN

## M!QBE: CASTING DICE TO CAST A LIGHT LIGHTING CONTROLLED BY ROLLING THE DICE

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM // FOTO: FRANZKANN

Einfach aber elegant: Auf sechs Seiten bietet der m!Qbe sowohl vordefinierte Lichteinstellungen als auch die Anpassung der Helligkeit und Farben der Lampen im Raum. Dazu wird der Würfel ganz einfach um seine eigenen Achsen gedreht. Ist die gewünschte Funktion einer Lichtquelle eingestellt, wird durch eine kurze Berührung der Oberfläche die nächste ausgewählt. Durch eine lange Berührung überträgt sich die Einstellung auf alle Lichtträger im Raum. Auf den drei weiteren Seiten des m!Qbe können schon vorher festgelegte Situationen wie „Zeitungslesen auf dem Sofa“ oder „Fernseh schauen“ abgerufen werden. Durch Schütteln des Würfels kann eine zufällige Lichtsituation hergestellt werden.

Das Team von franzkann\* aus Karlsruhe sind die smarten Köpfe hinter dem „Zauberwürfel“. Das Start-up aus dem Lichttechnischen Institut des KIT hat das Ziel, inspiriert durch das Philips Hue Beleuchtungssystem, die heutige moderne Licht- und Haustechnik durch innovative Produkte den Wünschen der Kunden gemäß zu steuern. Die Kommunikation des Würfels (ca. 8 cm Kantenlänge) erfolgt mittels Bluetooth über eine mit dem Netzwerk verbundene Basisstation. Mit der zugehörigen Open-Source-Software wird es möglich sein, zukünftig viele weitere Geräte auf die gleiche Art bequem und bedarfsgerecht mit dem Würfel bedienen zu können, egal ob es das Rollo oder die Stereoanlage ist. Das Team wird u. a. betreut und beraten von Dr. Rolf Blattner, KIT Innovationsmanagement. ■

Kontakt: Franziska Herrmann, Christian Herbold, team@m-Q.be  
T +49 721 609 57804 / M +49 176 578 81293  
Video: www.video.m-Q.be

Simple but elegant: The six faces of the m!Qbe can be programmed for different light settings, brightnesses, and colors of the lamps in a room. Lighting is controlled by simply twisting the cube around its own axes. Once the desired function of one light source has been set, the next one can be selected by lightly touching the respective surface. A longer touch transfers the programmed setting to all light sources in the room. Whereas predefined situations such as “reading a newspaper on the sofa” or “watching TV” can be retrieved from the remaining three m!Qbe faces, random lighting options can be generated by shaking the cube.

The m!Qbe “magic cube” was developed by the smart team of franzkann\*, Karlsruhe. Inspired by the Philips Hue lighting system, this spinoff from KIT’s Light Technology Institute intends to provide customized innovative products to control today’s modern lighting and building equipment. Communication of the cube (length of the edge about 8 cm) is achieved by means of Bluetooth via a network-connected cradle.

With the appropriate Open Source software, it will be possible in the future to comfortably and individually control many more appliances, be they roller blinds or hi-fi systems, in the same way.

The team receives supervision and advice from, among others, Dr. Rolf Blattner, KIT Innovation Management Service Unit. ■

Contact: Franziska Herrmann, Christian Herbold, team@m-Q.be  
Phone +49 721 609 57804 / Mobile Phone +49 176 578 81293  
Video: www.video.m-Q.be

# cynora – denen ein **Licht** aufging

Unternehmen von KIT-Wissenschaftlern forscht an neuen Materialien für die Herstellung organischer Leuchtdioden

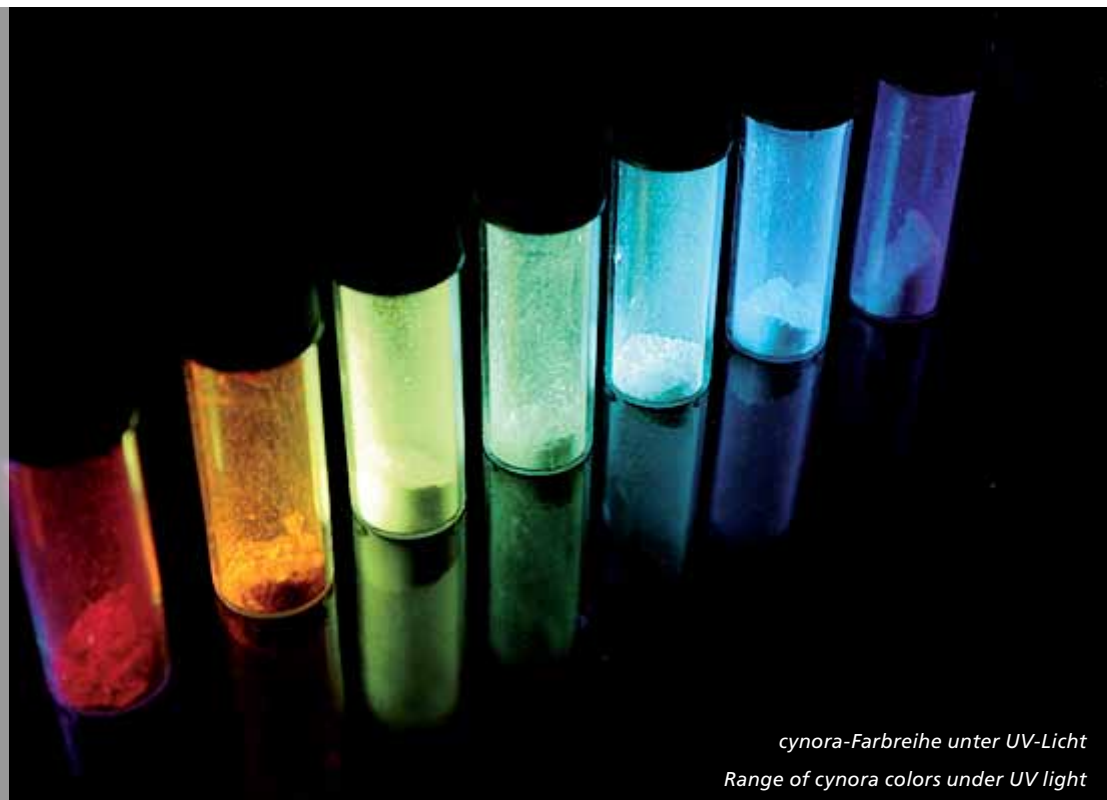
VON HEIKE MARBURGER // FOTOS: CYNORA GMBH, MARKUS BREIG



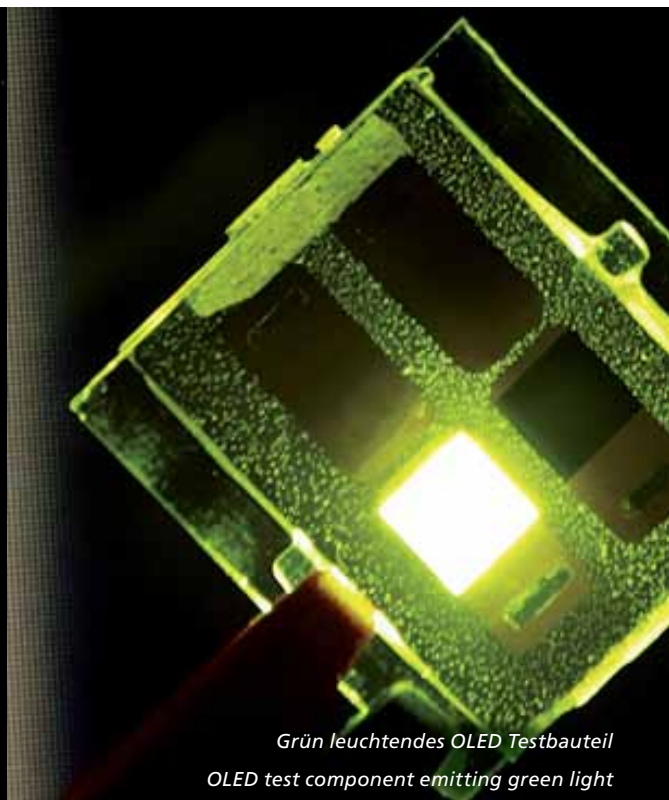
Absorbermaterial für organische Solarzellen  
Absorber material for organic solar cells



Türkis leuchtendes Emittermaterial  
Material emitting turquoise light



cynora-Farbreihe unter UV-Licht  
Range of cynora colors under UV light



Grün leuchtendes OLED Testbauteil  
OLED test component emitting green light



*Orange leuchtende Kristalle eines cynora-Emittermaterials*

*Orange-shining crystals of a cynora emitter material*

Glückwunschkarten, die neben einer Melodie auch Lichteffekte zum Besten geben oder einen Lauftext anzeigen, Verpackungen, die mit leuchtenden Logos die Aufmerksamkeit auf sich ziehen sowie rollbare oder sogar transparente Lichtquellen und Displays – Anwendungsbeispiele für den möglichen Einsatz organischer Elektronik gibt es viele. Ein Unternehmen, das mit Forschung und Entwicklung an dieser leuchtenden Zukunft arbeitet, ist die cynora GmbH. 2008 von den Chemikern Dr. Thomas Baumann, Dr. Tobias Grab und Michael Bächle als Ausgründung am KIT übernommen, steht das Unternehmen heute für eine vielversprechende Zukunftstechnologie: die Herstellung von organischen Halbleitermaterialien für organische Leuchtdioden (OLEDs) und organische Solarzellen (OPV). Mit neuartigen Stoffen will das Unternehmen die Display- und Lichtbranche bedienen, die damit energieeffizientere und kostengünstigere Produkte herstellen können.

„Das Thema OLED wurde schon während der Promotion interessant für uns. Wir wollten dünne Schichten für druckbare Solarzellen querverknüpfen, das war unsere ursprüngliche Gründungsidee. Dabei war uns aufgefallen, dass bestimmte Kupferkomplexe, die wir zur Stabilisierung verwenden wollten, unter UV-Licht leuchten. Nach Klärung des physikalischen Prozesses begannen wir schließlich neuartige Materialien für OLEDs herzustellen, so sind wir auf das Lichtthema gekommen“, so cynora-CEO Dr. Tobias Grab. Nach seinen ersten Erfindungen ist das Team sicher, auf dem richtigen Weg zu sein. Denn statt der bisher in der OLED-Technologie verwendeten Edelmetalle wie Iridium und Platin werden für die neuartigen Materialien leichter verfügbare, umweltfreundlichere und deutlich günstigere Ausgangsstoffe wie Kupfer verwendet. Zudem arbeiten die Forscher weiter daran, Lichtquellen und Displays zu drucken.

Warum die OLED gegenüber der LED zahlreiche Vorteile besitzt, erklärt Grab einleuchtend: „Heute schon ist die organische Leuchtdiode die führende Technologie um Displays herzustellen. Ein iPhone beispielsweise hat noch eine weiße Hintergrundbeleuchtung, darüber ein Farbfilter, also flüssige Kristalle, die die Lichtfarben auswählen. Durch OLEDs erzeugt man das farbige Licht direkt. Das ist energieeffizienter und macht das Display kontrastreicher. Mit einem Dünnschichtsystem wird durch wenig Strom viel Licht erzeugt.“ Da derzeit das größte Problem bei Smartphones der hohe Energieverbrauch durch das Display ist, sind durch OLEDs betriebene Displays technologisch sinnvoller und besser. Als Beleuchtungsquelle sorgt der Einsatz von organischen Leuchtdioden für ein wärmeres und flächigeres Licht und damit für eine deutlich angenehmere Beleuchtung.

Wenn er den Erfolg der Gründung erklärt, spricht Tobias Grab vom „Momentum“. Gemeint sind das richtige Umfeld, die richtige Situation und das Aufeinandertreffen dreier völlig unterschiedlicher Charaktere, die die gemeinsame Unternehmung vorantreiben. Denn obwohl das Team gleich nach der Übernahme von cynora auf Widerstände stößt – das bestehende Konzept und laufende Verträge halten nicht was sie versprechen – ist das neue Geschäftsmodell schnell gefunden. Rückblickend spricht Grab schmunzelnd von Naivität und einer Spur Selbstüberschätzung, die wohl Teil jeder Gründung seien. Baumann schießt für cynora sogar ein Marie-Curie-Stipendium in den Wind. Auch finanziell wird persönlich alles riskiert und in die gemeinsame Unternehmung gesteckt. Und der Plan des Trios geht auf: Bald ist ein Investor gefunden, der Wagniskapital zuschießt. Noch 2008 zieht die cynora in den Hightech-Inkubator auf dem KIT-Campus Nord. Ein ideales Umfeld, vor allem für die Einrichtung der Labore.

Inzwischen ist cynora auf 30 Köpfe angewachsen, davon arbeiten mehr als die Hälfte in der Forschung und Entwicklung. Nach vier Jahren am KIT ist die Firma ins benachbarte Bruchsal in größere Räume umgezogen. Um genügend Entwicklungsgeschwindigkeit zu bekommen, wurde dort eine neue Fertigungsanlage aufgebaut. Die Ausgaben finanzieren derzeit noch Investoren. Doch auch hier ist Grab optimistisch: Anfragen von führenden Chemie-Unternehmen sowie von allen Display-Anbietern die im OLED-Bereich aktiv sind, ebenso von vielen wichtigen Lichtherstellern lägen vor. „Wir versuchen gerade das taktisch richtig zu sortieren. Da kann man fast nichts richtig und sehr viel falsch machen.“

Gibt es ein Erfolgsrezept, um erfolgreich zu gründen? Es brauche wohl immer unterschiedliche Charaktere, die ein erfolgreiches Team aus-

machen, meint Grab rückblickend. „Dazu gehört wissenschaftlich technische Exzellenz und auch ein strategischer und visionärer Part, der gute Leute bindet und der Wagniskapital anzieht. Außerdem braucht es jemanden, der eine technisch bessere Lösung findet, die andere nicht gesehen oder priorisiert haben. Wichtig ist auch der Teil, der sich darum kümmert, dass am Ende des Monats die Rechnungen bezahlt sind und man operationell gut aufgestellt ist.“ Es gäbe selten einen Gründer, der das alles in sich vereint. In ihrem Unternehmen sei die Verantwortung klar geteilt, was ausgezeichnet funktioniere. Grab betont, auch die Rolle des KIT sei für cynora wichtig gewesen. In Krisenmomenten habe das Innovationsmanagement zur Seite gestanden, das sei nicht selbstverständlich. „Die wissenschaftliche Exzellenz am KIT ist herausragend, wir konnten Einrichtungen und Geräte nutzen, die uns sonst nicht zugänglich gewesen wären“, resümiert Grab.

Ob er einen Ratschlag für andere Gründer parat hat? „Man muss mit Leuten reden, die es selbst gemacht haben. Viele Gründercoachings sind nicht so fruchtbar, weil es einen großen Unterschied gibt, wie man etwas theoretisch richtig macht und wie es sich anfühlt, wenn man es wirklich selbst machen muss.“ Er habe oft Ratschläge erhalten, die wenig auf die reale Situation gepasst hätten. „Wenn ich Beziehungstipps brauche, gehe ich schließlich auch zu jemandem der 40 Jahre verheiratet ist“, meint Tobias Grab bestimmt. ■

Info: [www.cynora.com](http://www.cynora.com)

Kontakt: [info@cynora.com](mailto:info@cynora.com)

## Making Things Light Up – cynora

### A KIT Spinoff Researches New Materials for Manufacturing Organic Light-emitting Diodes

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Greeting cards with lights and music, rolling or transparent light sources and displays – there are many applications for organic electronics. Cynora GmbH is a KIT spinoff where chemists Dr. Thomas Baumann, Dr. Tobias Grab, and Michael Bächle have been doing R&D since 2008 on how to make things light up. Currently, the company works on the manufacture of organic semiconductor materials for organic light-emitting diodes (OLEDs) and organic photovoltaic (OPV) cells.

Cynora intends to supply these novel materials to the display and lighting industry for the manufacture of lower-cost products with a higher energy efficiency. Whereas precious metals such as iridium and platinum have been used so far in OLED technology, the new materials are made of more easily available, more environmentally friendly, and significantly cheaper base materials. The advantages of OLED over LED are elucidated by Tobias Grab: “Using OLEDs, colored light is generated directly. This is more energy-efficient and creates richer display contrasts. By means of a thin-film system, much light is produced with only a little electricity.” In view of the fact that, currently, the high energy consumption of smartphone displays poses a significant problem, OLED displays are a better technological solution. Also, as lighting sources, OLEDs produce a warmer, broader-spectrum light.

More than half of the company’s 30 staff members work in research and development. The expenses of cynora are still financed by investors. Is there a formula for successfully founding a company? Grab believes that each company needs different individuals with different characteristics to form a successful team. At cynora, responsibilities are clearly divided. So far, this has been working very well. ■

Please find more information at [www.cynora.com](http://www.cynora.com).

Contact: [info@cynora.com](mailto:info@cynora.com)

Dr. Tobias Grab,  
CEO, cynora GmbH

Flüssig produzierte grüne OLED (Foto unten links),  
fluoreszierender Farbstoff für organische Solarzellen (unten rechts)

Green OLED produced in the liquid state (bottom left),  
fluorescent dye for organic solar cells (bottom right)

Startschuss: Einweihungsfeier am  
KIT-Hightech-Inkubator im Jahr 2008

Start of business: Opening ceremony  
at KIT’s High-tech incubator in 2008





## WELTWEIT SPUREN LEGEN.

» Wir sprühen vor Ideen, die wir umsetzen möchten. Bei Schuler können wir das: Hier können wir unsere Ideen verwirklichen, Einzigartiges gestalten und weltweit unsere ganz persönlichen Spuren legen. «

*Hanna Junger, Schulerianer seit 2013*



Von der Motorhaube bis zur Spraydose: Seit 175 Jahren bringen Schuler Pressen Teile für die Industrie in Form und legen damit weltweit Spuren. So wie rund 5.500 Mitarbeiter, die mit Leidenschaft die Umformtechnik für die Welt von morgen entwickeln. Gehen Sie auf Spurensuche und entdecken Sie die abwechslungsreiche Arbeitswelt von Schuler. [www.schulergroup.com/karriere](http://www.schulergroup.com/karriere)

# How Light Repairs DNA Damage

## Reversing UV-induced Links

BY DR. SIBYLLE ORGELDINGER  
TRANSLATION: HEIDI KNIERIM  
FOTOS: MARKUS BREIG

Photolyases are enzymes that can eliminate UV-induced modifications of DNA by means of light. KIT researchers have recently discovered a new photolyase in a bacterium.

The genetic information of living organisms is stored in DNA, a biomolecule that is composed of four nucleotide bases. Internal and external impacts may cause damage, confusing the sequence of these bases and thus destroying or spoiling the genetic code. UV radiation is one of these impacts that can directly alter the DNA. The DNA mainly absorbs UV-B radiation of wavelengths in the range of 280 to 350 nm. If such DNA damage is not repaired, mutations may result that may cause cancer or may lead to apoptosis.

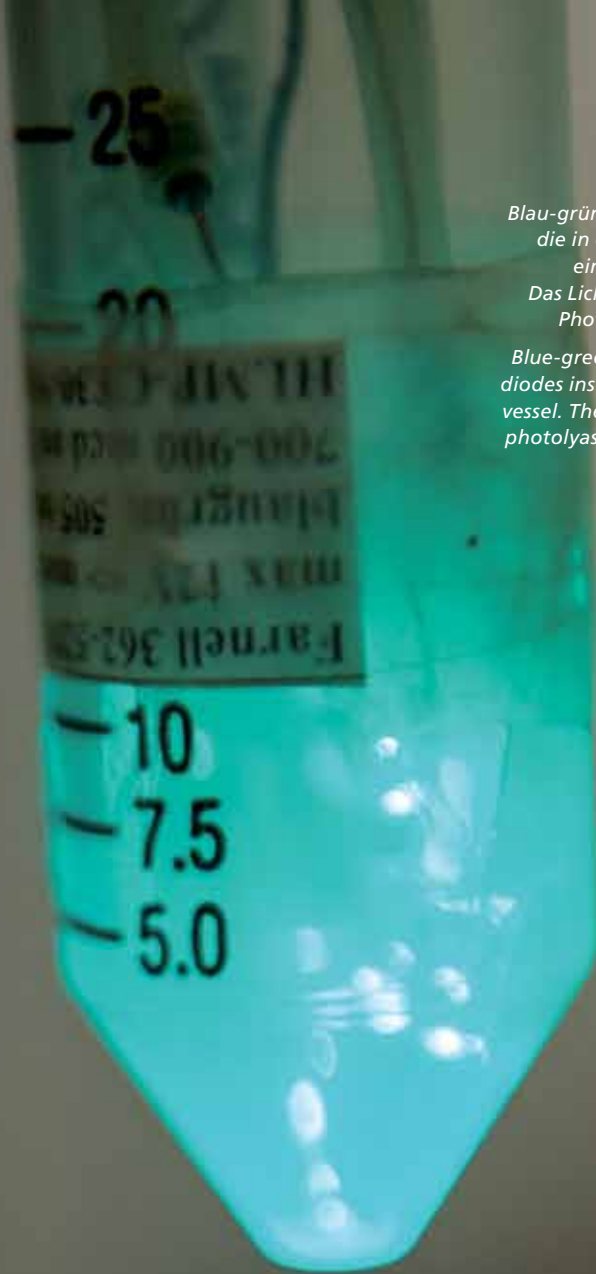
Evolution has produced different mechanisms by means of which cells can remove these DNA modifications. "The so-called

photolyases are a simple but effective means of repairing UV-induced damage," explains Professor Tilman Lamparter, Head of the General Botany Division of KIT's Botanical Institute. Photolyases are enzymes occurring in bacteria, plants, and many animals. They use light energy to reverse UV-induced links.

UV radiation causes mainly two types of DNA damage: CPD (cyclobutane pyrimidine dimers) damage and (6-4) photodamage. In the case of CPD damage, two neighboring thymine molecules located on one DNA strand combine to form a solid annular unit, the cyclobutane ring. The thymine base is one of the four nucleotide bases of the DNA. (6-4) photodamage is caused by a similar compound, except for the fact that only one link forms between the two thymine residues. Photolyases can dissolve such links by photoreactivation:

*Blau-grüne Leuchtdioden, die in ein Plastik-Gefäß eingebaut wurden. Das Licht wird (u. a.) für Photolyasen benutzt*

*Blue-green light-emitting diodes installed in a plastic vessel. The light is used for photolyases among others*





The enzyme completely binds the DNA damage in its active center resembling some kind of pocket. By means of a special antenna, the photolyase absorbs blue or ultraviolet light. The energy is transferred to a flavin mononucleotide in the active center. Inside the flavin, light incidence creates a high-energy electron. Once the latter has jumped over to the damaged DNA in the active center, the damage dissolves within an extremely short period of time. Photolyases hence repair DNA without excising and adding building blocks.

“Although photolyases are an efficient and elegant means of repairing light-induced damage, they are found neither in placental mammals nor in human beings. Placental animals and humans use other repair mechanisms,” says Tilman Lamparter. It is not clear yet why placental photolyases disappeared in the course of evolution. Researchers think that this extinction is due to the fact that the respective species temporarily lived in caves and/or were nocturnal and thus were not exposed to sunlight.

Depending on the type of the repaired damage, researchers distinguish between CPD photolyases and (6–4) photolyases. So far, it has been assumed that (6–4) photolyases are only found in eukaryotes, i.e. in organisms with real nuclei. Researchers associated with Tilman Lamparter have for the first time discovered a (6–4) photolyase in a prokaryote, i.e. an organism without nucleus: They found that *Agrobacterium tumefaciens* has a photolyase that can repair (6–4) photodamage. The bacterium naturally lives in the soil, but reacts to light in different ways.

The newly detected repair enzyme called PhrB (photolyase-related protein B) is clearly different from other photolyases. As discovered by Professor Tilman Lamparter, Dr. Inga Oberpichler, and Dr. Fan Zhang from the KIT, together with researchers from the Berlin Charité and the Queen Mary University of London, the folded three-dimensional crystal structure of PhrB is similar to that of other photolyases. At the level of individual amino acids that make up the enzyme, however, only few identical features are found. Only one amino acid, a histidine in the active center, occurs both in animal and vegetable (6–4) photolyases and in PhrB. “This amino acid hence has been identified as being the most important one in (6–4) repair,” says Lam-

parter. Unlike other photolyases, PhrB has an iron-sulfur cluster. Since such clusters are able to conduct electrons, they play an important role in photosynthesis or in the respiratory chain.

Also the antenna of PhrB is different from that of other photolyases: It is 6,7-dimethyl 8-ribitylumazine, a molecule which otherwise does not occur in photolyases, but is produced by every cell as an important metabolic intermediate. The structure of PhrB indicates that (6–4) photolyases, in contrast to previous assumptions, are rampant in prokaryotes. Flow sheet analyses suggest that the properties of the newly detected photolyase already existed at the beginning of evolution.

Fan Zhang, Patrick Scheerer, Inga Oberpichler, Tilman Lamparter, and Norbert Krauß: Crystal structure of a prokaryotic (6–4) photolyase with an Fe-S cluster and a 6,7-dimethyl-8-ribitylumazine antenna chromophore. PNAS, April 30, 2013; vol. 110; no. 18; pp. 7217-7222. DOI: 10.1073/pnas.1302377110 ■

Contact: tilman.lamparter@kit.edu



Mit einem elektronisch regelbaren Netzgerät für die Leuchtdioden (Foto oben) kann die Lichtintensität eingestellt werden.

Light intensity can be adjusted by a power supply unit for the light-emitting diodes (top).

Professor Tilman Lamparter

## Licht repariert lichtbedingte Schäden

### UV-bedingte Verknüpfungen werden rückgängig gemacht

Photolyasen sind Enzyme, die UV-bedingte Veränderungen in der DNA beseitigen können. Dazu nutzen sie Lichtenergie. Forscher des KIT haben nun in dem Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* eine Photolyase entdeckt, die sogenannte (6–4)-Photoschäden reparieren kann. Das Bakterium lebt von Natur aus im Boden, reagiert aber in verschiedener Weise auf Licht.

Das neu entdeckte Reparaturenzym, genannt PhrB (Photolyase related protein B) weist eine ähnlich gefaltete dreidimensionale Kristallstruktur auf wie andere Photolyasen. Im Unterschied zu diesen besitzt PhrB jedoch ein Eisen-Schwefel-Zentrum. Solche Cluster können Elektronen leiten; daher spielen sie auch eine wichtige Rolle in der Atmungskette oder der Photosynthese.

Auch die Licht absorbierende Antenne von PhrB unterscheidet sich von der anderer Photolyasen: Es handelt sich um 6–7 Dimethyl 8-Ribityl-Lumazin, ein Molekül, das sonst nicht in Photolyasen vorkommt, aber von jeder Zelle als wichtiges Stoffwechsel-Zwischenprodukt hergestellt wird. Die Struktur von PhrB weist darauf hin, dass (6–4)-Photolyasen, anders als bisher angenommen, in Prokaryonten, das heißt Lebewesen ohne Zellkern, weit verbreitet sind. Stammbaumuntersuchungen legen nahe, dass die neu entdeckte Photolyase Eigenschaften aufweist, die bereits zu Beginn der Photolyasen-Evolution vorhanden waren. ■

Kontakt: tilman.lamparter@kit.edu

# Licht ohne Schatten – die queck- silberfreie Plasma- lampe

Gespräch mit Dr. Rainer Kling, Leiter der  
Abteilung Licht-, EVG und Plasmatech-  
nologien des Lichttechnischen Instituts

FOTOS: MARTIN LOBER, MARKUS BREIG

**Eine wirklich nachhaltige Lösung für energieeffiziente Beleuchtung im Haushaltsbereich war bisher durch das Quecksilber blockiert. Herkömmliche Energiesparlampen müssen wegen ihres hohen Quecksilberanteils in den Sondermüll. Der Transport zu den Sammelstellen und das Recycling wirken sich zudem negativ auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus. Die frohe Botschaft kommt nun aus Karlsruhe. Ein Team der Abteilung Licht-, EVG und Plasmatechnologien des Lichttechnischen Instituts (LTI) hat in zweieinhalb Jahren intensiver Forschungsarbeit in**

**Kooperation mit der Fachhochschule Aachen ein wahres Lichtwunder vollbracht, eine hocheffiziente Kompaktleuchtstofflampe ganz ohne Quecksilber.**

lookIT: Herr Dr. Kling, was Ihnen und Ihrem Team hier gelungen ist, wird allseits als ein Durchbruch gefeiert, als eine Beleuchtungsrevolution, wie es sie seit Thomas Edisons Erfindung der Kohlefadenlampe und der noch älteren Bambusfaserglühlampe des deutschen Uhrmachers Heinrich Goebel nicht mehr gegeben hat. Sie selbst sagen, dass Sie zu Beginn Ihrer Arbeit nicht wirklich daran geglaubt hatten, dass man vollständig auf Quecksilber verzichten könne. Welche Rolle spielt dieses Metall in den Kompaktleuchtstofflampen? Dr. Rainer Kling: In konventionellen Energiesparlampen ist das Quecksilber unverzichtbar. Man braucht es, um Energie in die Lampe „einzukoppeln“ und gleichzeitig emittiert das Quecksilber sehr effizient eine UV-Strahlung, die mithilfe von Phosphor in sichtbares Licht umgewandelt werden kann. Beide Funktionen sind essenziell, deshalb haben wir auch so lange gebraucht, um Ersatzstoffe zu finden.

lookIT: Und das war eigentlich überhaupt nur möglich, weil Sie auch den Zündvorgang des Plasmas verändert haben. Da mussten zwei Innovationen zusammenkommen?

Rainer Kling: Von der Fachhochschule Aachen wird eine spezielle Hochspannungszündung entwickelt, die einmal die Zündkerze im Motor ersetzen soll. Diese haben wir hier zum ersten Mal auf eine Gasentladung angewandt. Auf diese Weise konnten wir nicht nur auf das Quecksilber, sondern auch auf die sonst üblichen Elektroden verzichten. Man erzeugt mit einem Halbleiterchip eine Mikrowellenstrahlung, wie man sie von der Mikrowelle aus der heimischen Küche kennt, allerdings mit einer sehr viel geringeren Leistung. Das kann man sehr effizient machen. Dann wird mit einem sogenannten „Überträger“, das ist so etwas wie ein kleiner Spannungstransformator, die Energie elektrodenlos in den Glaskörper „eingekoppelt“. Dass wir komplett auf Quecksilber verzichten können, war nur möglich, weil wir auf diese Weise keine Elektroden mehr benötigen. Das ist ein altes Problem bei den Entladungslampen, dass die Füllung mit den Elektroden reagiert. Ohne Elektroden können wir Füllungen benutzen, die wesentlich aggressiver sind.



**lookIT:** Natürlich unterliegt die genaue Mischung, die von Celal Mohan Ögün, einem Ihrer Doktoranden, entwickelt wurde, dem Patentschutz. Man weiß nur, dass sie Indium und Argon enthält. Wie muss ich mir Forschung in diesem Bereich vorstellen? Haben Sie für die Versuchsreihen tatsächlich eine Haushaltsmikrowelle benutzt?

**Rainer Kling:** Wir haben ein Plasmalabor, wo wir seit Jahrzehnten Forschung an allen Arten von Plasmen machen. Darunter sind auch solche, die von Mikrowellen angeregt werden. Einer der Doktoranden hier hat einen Plasma-Launcher entwickelt. Damit können wir alle Arten von Lampengeometrien mit Mikrowelle betreiben und dann das Spektrum vermessen. So konnten wir die Lampen unabhängig von den Kollegen in Aachen weiterentwickeln. Wir haben unglaublich viele unterschiedliche Füllungen ausprobiert. Natürlich haben wir zuerst theoretisch recherchiert, was sich anbieten würde und haben das dann praktisch umgesetzt. Wir verfügen auch über einen eigenen Glasbläser, der uns die Lampen in unterschiedlichen Formen baut, und wir haben hier auch fast alle Substanzen, die wir einfüllen können.

*Begehrter Ansprechpartner: Auf der Hannover Messe zeigt Rainer Kling (auch Foto ganz links im Labor) die innovative Energiesparlampe der baden-württembergischen Wissenschaftsministerin Theresia Bauer und Ministerpräsident Winfried Kretschmann*

*Sought-after conversation partner: At the Hannover Messe, Rainer Kling (at the laboratory on the left photo) presents the innovative low-energy bulb to the Baden-Württemberg Minister of Science, Theresia Bauer, and Minister-President Winfried Kretschmann*



**lookIT:** Die Plasmaphysik ist die Forschungsdisziplin, die hier die Grundlagen liefert?

**Rainer Kling:** Plasma wird auch als vierter Aggregatzustand bezeichnet. Wenn ich sehr viel Energie in einen Stoff einbringe, dann zersetze ich ihn in Elektronen und Ionen. Diese freien Ladungsträger werden dann als Plasma bezeichnet. Typische Plasmen, die man kennt, sind zum Beispiel ein Blitz oder ein Schweißbogen. Dabei handelt es sich um Hochdruckplasmen. Unsere Lampe dagegen erzeugt den Plasmazustand bei niedrigem Druck wie auch in herkömmlichen Leuchtstofflampen. Wir haben quasi ein winziges Stück aus einer Leuchtstofflampe herausgeschnitten und daran dann diese Untersuchungen bezüglich der Füllungs-Optimierung gemacht.

**lookIT:** Das Plasma entsteht im Glaskolben in dem Augenblick, in dem Energie zugeführt wird?

**Rainer Kling:** Man füllt beispielsweise Argon ein und noch weitere Füllsubstanzen. Wir benutzen hauptsächlich Halogenide. Eine Möglichkeit ist Indium-Jodid. Dann „koppelt“ man mit der Mikrowelle die Energie in das Argon. Das liegt atomar vor. Durch die Energiezufuhr erzeuge ich Argon-Ionen und Argon-Elektronen. Die werden in dem Feld beschleunigt, das sich im Inneren befindet und regen dann die Jodide zur Strahlung an. Das ist dann der Strahlungsanteil des Plasmas.

**lookIT:** Dann braucht die Lampe auf der Innenseite noch eine Beschichtung, auf die diese Strahlung auftrifft?

**Rainer Kling:** Die Mikrowelle breitet sich im Inneren des Glaskolbens ohne Probleme aus. Sie wird am Ende reflektiert und läuft dann immer wieder hin und her. Dabei tritt praktisch keine Strahlung aus der Lampe aus. Dafür braucht man also keine Schutzschicht. Wenn wir aber eine hohe Lebensdauer der Lampe garantieren wollen, müssen wir auf der Innenseite noch eine Schutzschicht aufbringen, damit uns die Füllung nicht mit der Zeit in die Glaswand diffundiert.

**lookIT:** Das bedeutet, die Lichtemission, die Photonen kommen aus dem Plasmazustand?

**Rainer Kling:** Sie kommen aus dem Indium-Jodid. Das ist eine UV-Strahlung, die zusätzlich noch einen Blau-Anteil hat. Man erzeugt also längerwellige Strahlung wie die UV-Strahlung des Quecksilbers. Das ist unsere Grundstrahlung. Wir können dann auch noch Phosphor da-

zugeben. Damit können wir alle Farben einstellen, so wie man das auch von konventionellen Leuchtstofflampen kennt. Aber dadurch, dass wir mit unserer Emission näher am sichtbaren Licht sind, haben wir deutlich weniger Verluste. Die Entladung ist an sich schon effizienter.

**lookIT:** Von der Mikrowellenstrahlung tritt nichts aus der Lampe?

**Rainer Kling:** Im Außenkolben gibt es noch einmal Phosphor, der funktioniert als leitfähige Schicht. Dadurch agiert er als Schirm. Es gibt keinerlei Wechselwirkungen, und auch der ganz aus Metall gebaute Sockelbereich ist abgeschirmt. Somit hat man im Vergleich mit konventionellen Kompaktleuchtstofflampen eine absolut strahlungsfreie Lampe.

**lookIT:** Wie ist nun die Lichtausbeute in Relation zum Stromverbrauch?

**Rainer Kling:** Der erste Prototyp war deutlich größer als eine Kompaktleuchtstofflampe, da waren wir bei 20 Watt und hatten einen Output von 600 Lumen. Inzwischen haben wir eine viel kleinere Variante entwickelt. Da sind wir bei 12 Watt und 800 Lumen Lichtstrom. Das bedeutet ein Verhältnis von etwa 50 Lumen pro eingesetztes Watt, das entspricht einer herkömmlichen Kompaktleuchtstofflampe mit Quecksilber. Aber wir erreichen eine sehr viel längere

Lebensdauer zwischen dreißig- und sechzig tausend Stunden, das ist drei- bis sechsmal so lang wie bei konventionellen Energiesparlampen. Und das alles bei einem voraussichtlichen Ladenpreis zwischen sieben und acht Euro.

**lookIT:** Wo steht Ihre mikrowellengezündete Plasmalampe im Vergleich zu den LEDs?

**Rainer Kling:** Unsere Stärke im Bereich der Haushaltsanwendungen sind höhere Wattzahlen. Wenn man mit LEDs 100 oder 150 Watt erreichen will, werden die Lampen sehr viel größer als eine konventionelle Glühlampe. Das heißt, wir sind kleiner als eine LED und haben den gleichen Lichtstrom. Wir bringen die Vorteile des preiswerten Lichts der Kompaktleuchtstofflampe in Verbindung mit der Quecksilberfreiheit und der eher für LEDs typischen langen Lebensdauer. Deshalb sehen wir unsere Marktnische ganz klar in dem Bereich der Lampen mit höheren Wattzahlen. Außerdem ist unsere Lichtqualität besser als die des immer punktförmigen LED-Lichts. ■

Dr. Stefan Fuchs führte das Gespräch.

Kontakt: [rainer.kling@kit.edu](mailto:rainer.kling@kit.edu)

## Light without Shadow

Dr. Rainer Kling, Head of the Light and Plasma Technologies Division, Light Technology Institute (LTI), Discussing about the Plasma Lamp Free from Mercury

TRANSLATION: RALF FRIESE

A team of the Light and Plasma Technologies Division of the Light Technology Institute (LTI) of the KIT spent two and a half years developing to commercial maturity a compact fluorescent lamp entirely free from mercury. Two technical innovations were necessary for this to become possible. The gas plasma is ignited by a microwave pulse generator installed outside the glass bulb. In this way, electrodes were avoided altogether. This, in turn, multiplied the number of possible options when selecting the components of the gas charge. In a long test series, an optimal mixture based on argon and halides, such as indium iodide, was found to ensure high efficiency in light output. The absence of mercury, the small size, and the extremely long life comparable to that of LEDs make the Karlsruhe microwave-controlled plasma lamp the ideal retrofit option for household lighting of higher wattage. ■

Contact: [rainer.kling@kit.edu](mailto:rainer.kling@kit.edu)



## Warten nur auf Sie: spannende Aufgaben und die Erfolgsgefühle danach.

Bei uns ist noch ein Platz frei. Und wir haben ihn für Sie reserviert. Alles ist vorbereitet: Spannende Projekte liegen parat und das Team freut sich auf Sie. Doch eine gute Arbeitsatmosphäre ist nicht alles, was Sie bei der zum Rheinmetall Konzern gehörenden KSPG AG erwarten dürfen. Als einer der 100 größten Automobilzulieferer weltweit bieten wir Ihnen die Sicherheit eines Konzerns und zugleich den Spielraum eines Mittelständlers. Für Sie heißt das: ein Arbeitsplatz mit Gestaltungsmöglichkeiten, Perspektive und der Aussicht, international zu arbeiten. Hört sich gut an? Dann sollten Sie bei uns Platz nehmen. [www.kspg.com](http://www.kspg.com)

# Ich sehe was, was Du nicht siehst und das ist **Kunst**

Im Projekt e-Installation  
wird Medienkunst per Datenbrille  
jederzeit erlebbar gemacht

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // FOTOS: TANJA MEISSNER

Das berühmteste Werk des Künstlers Stephan von Huene sind wohl seine „Tischtänzer“: Vier pneumatisch bewegte Unterkörper auf Sockeln, die zum Rhythmus von Reden amerikanischer Politiker und zu Musik tanzen. Über den Künstler und seine Installationen promoviert Jesús Muñoz Morcillo vom ZAK | Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale. Eigentlich hat er Glück, denn die „Tischtänzer“ befinden sich Luftlinie nur einige hundert Meter von seinem Schreibtisch entfernt im ZKM | Zentrum für Kunst und Medientechnologie. Doch sehen kann er sie trotzdem nicht. Derartig aufwendige Kunstwerke werden nur sehr selten aufgebaut, die Tischtänzer stehen seit 2006 verpackt im Depot, so nützt ihm die Nähe zum Werk nichts. Aber das brachte ihn auf die Idee, ob es nicht möglich sei, Medienkunst-Installationen für die Zukunft digital festzuhalten und so jederzeit und an vielen Orten per Datenbrille erlebbar zu machen.

Was Muñoz Morcillo brauchte, war die institutionelle Unterstützung und das Know-how, um diese Idee in die Tat umzusetzen. Unterstützung bekam er sofort am ZAK von Professorin Caroline Y. Robertson-von Trotha, die als Expertin in der Kulturkommission der Deutschen UNESCO die Idee für förderungswürdig hielt. Auch für die technische Umsetzung befand sich Muñoz Morcillo am richtigen Ort: dem KIT. Denn am Lehrstuhl für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme (ISAS) arbeiten Experten unter der Leitung von Professor Uwe D. Hanebeck im Bereich der Telepräsenz-technologie, die für ein solches Vorhaben unab-

dingbar sind. So ist es beispielsweise möglich, sich im „Holodeck“ des ISAS mittels Datenbrille an einen virtuellen Ort zu versetzen und durch Umhergehen zu navigieren. Durch Bewegungskompression, eine am ISAS entwickelte Technik, ist es dem Betrachter dabei sogar möglich, beliebig große Orte telepräsent zu begehen.

Dadurch stellt das Holodeck die optimale Plattform für das angestrebte Projekt dar. Als Dritter im Bunde wurde das ZKM ins Projektboot ge-





holt. „Nun ging es darum, eine Skulptur zu finden und in 3D zu erfassen, die möglichst kinetische und dynamische Elemente enthält“, erzählt Jesús Muñoz Morcillo. „Es sollte keine statische Skulptur sein, sondern eine, die sich selber bewegt, Interaktionsmuster hat und eventuell auch Videosignale enthält.“ Kinetische Kunst war zu dem Zeitpunkt im ZKM nicht zu sehen, so fiel die Wahl auf die Videoskulptur „Versailles Fountain“ (1993) von Nam June Paik. „Dazu kam, dass die Skulptur gefährdet ist, da die Mo-

nitore, die verwendet wurden, Neonröhren enthalten, die altern und kaputtgehen können und ihre Farbgebung mit der Zeit sehr verändern.“ Am ISAS werden jedes Semester Forschungspraktika angeboten, in denen sich Gruppen von Studierenden mit technisch anspruchsvollen und für die Wissenschaft relevanten Themen auseinandersetzen.

In diesem Rahmen wurde ein Kooperationsprojekt zum Thema Telepräsenz-basierte Dokumen-

tation gefährdeter Medienkunstwerke mit dem ZAK gestartet. Im Wintersemester 2013/14 haben drei Informatikstudierende unter der technischen Leitung von Florian Faion und Antonio Zea vom ISAS und der künstlerischen Leitung von Jesús Muñoz Morcillo die Skulptur „Versailles Fountain“, die gerade im ZKM ausgestellt wurde, virtuell reinszeniert. „Um ein Kunstwerk als digitale Kopie im Holodeck darstellen zu können, muss es basierend auf Kameraaufnahmen und einer ausführlichen Dokumenta-

tion mithilfe einer 3D-Modellierungssoftware am Computer rekonstruiert werden“, sagt Florian Faion, „das ist ein sehr komplexer Vorgang.“ Das bestätigt auch Jesús Muñoz Morcillo: „Es ist extrem wichtig, dass man sehr genau dokumentiert. Man muss die Skulptur sehr gut kennen, um diese überhaupt digital nachbauen zu können. Es reicht nicht, einfach nur mit Kameras hinzugehen und viele Fotos zu machen: Man muss auch die Skulptur von innen kennen, deswegen haben wir auch mit dem ZKM kooperiert. Der ZKM-Kurator Dr. Bernhard Serexhe und der Techniker Mirco Frass, der die Skulptur aufgebaut hat, haben uns Sachen verraten, die man sonst in Publikationen nicht findet, wie zum Beispiel, dass es eine ungewollte Zeitverzögerung zwischen den zwei Videosignalen gibt.“ Auch für das ZKM ist diese Form der digitalen Dokumentation von unschätzbarem Wert. Gerade Medienkunst hat im Vergleich zu traditionellen Kunstformen oft eine kürzere Lebenszeit,

*Mit Datenbrille sichtbar: Die Videoskulptur „Versailles Fountain“ (1993) von Nam June Paik verändert ständig die Bilder auf den Bildschirmen*

*Visible with data goggles: The video sculpture „Versailles Fountain“ (1993) by Nam June Paik constantly changes the images on the screens*



## I Spy with My Eye ...

The E-installation Project Makes Media Art Come Alive Anytime by Means of Data Goggles

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

In an extraordinary collaboration between KIT's ZAK—Centre for Cultural and General Studies, ZKM | Center for Art and Media Karlsruhe, and the Chair for Intelligent Sensor-Actuator Systems (ISAS), the video sculpture "Versailles Fountain" (1993) by Nam June Paik has been preserved for the future through telepresence technology.

At the ISAS holodeck, experts led by Professor Uwe D. Hanebeck are working in the field of telepresence technology. Using data goggles, they can place themselves in a virtual space and navigate by walking around. Movement compression, a technique developed at ISAS, even enables the viewers to be telepresent in large environments.

Inspired by his doctoral thesis on the artist Stephan von Huene, Jesús Muñoz Morcillo from ZAK was searching for a way to make video installations come alive permanently. He found the holodeck to be an ideal platform for these rarely shown works of art, which can be tedious to set up. From this beginning within the framework of an ISAS research internship, where students work on technically ambitious topics that are relevant to science, the cooperative E-installation for telepresent documentation project was started.

Under the technical direction of Florian Faion and Antonio Zea from ISAS and the artistic direction of Jesús Muñoz Morcillo, the sculpture "Versailles Fountain" that was exhibited in the past winter semester at ZKM was reinstalled by three students of computer science and now can be viewed and experienced from all sides in the holodeck by means of data goggles.

Because media art is often shorter-lived and requires more maintenance and much more space than traditional forms of art, this type of digital documentation is of inestimable value also for the ZKM. Professor Caroline Y. Robertson von Trotha, Head of ZAK, and Professor Uwe D. Hanebeck, Head of ISAS, agree: The objective of E-installation should be to make a digital Noah's Ark of media art available to the public within a few years. ■

Contact ZAK: [jesus.munozmorcillo@kit.edu](mailto:jesus.munozmorcillo@kit.edu)

Contact ISAS: [florian.faion@kit.edu](mailto:florian.faion@kit.edu)

Contact ZKM: [medienmuseum@zkm.de](mailto:medienmuseum@zkm.de)

Video: [www.kit.edu/videos/e-Installation](http://www.kit.edu/videos/e-Installation)



dazu kommt ein großer Wartungsaufwand und der enorme Platzbedarf etlicher Werke.

Im ZKM | Labor für antiquierte Videosysteme werden beispielsweise Methoden entwickelt, um jahrzehntealte, nicht mehr abspielbare Videospulen und seltene Kassettenformate zu restaurieren. Das Labor fungiert sozusagen als „digitale Arche Noah“, die bedeutende Werke der Medienkunst vor dem Verschwinden rettet. Das wiederhergestellte und konservierte audiovisuelle Material wird in Ausstellungen, mittels DVD-Editionen sowie in Sammlungen der ZKM | Mediathek der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemacht. Als „Max-Planck-Institut der Künste“ versteht sich das ZKM als Zentrum aller Medien und Gattungen, das neben Ausstellungen und Veranstaltungen auch technische Innovationen vorantreibt und den wissenschaftlichen Diskurs fördert.

Die Leiter der beiden Einrichtungen, Professorin Caroline Y. Robertson von Trotha vom ZAK und Professor Uwe D. Hanebeck vom ISAS, sind sich einig: Das Ziel von e-Installation sollte sein, in einigen Jahren der Öffentlichkeit die digitale Arche Noah der Medienkunst präsentieren zu können.

Das nächste Projekt haben die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von e-Installation schon im virtuellen Visier: Gemeinsam mit dem Schweizer Künstler Marc Lee soll im Rahmen des nächsten Praktikums von e-Installation sein Werk „10.000 moving cities – same but different“ (2013) im Sommersemester digitalisiert und per Telepräsenz erlebbar gemacht werden. Der Besucher kann in der Installation anhand einer digitalen Oberfläche jeden beliebigen Ort der Welt anwählen, zu dem in Echtzeit das Internet nach Informationen durch-

sucht wird, die dann über vier Projektoren in den Raum projiziert werden. So wie keine Stadt der Welt einer anderen gleicht, so unterschiedlich und lebendig erscheinen auch die Projektionen, durch die sich die Installation in eine quirlige Metropole verwandelt. Jede neue Anfrage erzeugt immer wieder neue Anschauungen und Bilder der realen Welt als Zusammenspiel der Besucher und der digitalen Matrix.

„Was Lee macht, ist eigentlich Netzkunst. Und bei Netzkunst ist es so, dass die Arbeit vom Internet lebt. Wenn das Netz einmal nicht zur Verfügung steht oder die nächsten Updates für einen Browser kommen, dann muss ein Museum oder der Künstler die ganze Software anpassen. Das ist sehr mühselig und teuer. Irgendwann kann man sich das nicht mehr leisten“, erklärt Jesús Muñoz Morcillo, „deswegen werden wir zwei Strategien verfolgen“, ergänzt Florian Faion: „Einerseits werden wir das Kunstwerk in einer Online-Version in die Telepräsenz abbilden, die zum Abspielen einen Internetzugang voraussetzt. Und andererseits werden wir ein Offline-Modell erstellen, also eine Konserve, die es uns erlaubt, das Kunstwerk in 15 Jahren noch telepräsent so darzustellen, wie es zum Zeitpunkt der Digitalisierung funktioniert hat.“

Von besonderer Bedeutung bei diesem Projekt ist die Beteiligung des Künstlers, der bei der Modellierung mitentscheiden kann, welche Elemente verändert werden dürfen und welche nicht. ■

Kontakt ZAK: [jesus.munozmorcillo@kit.edu](mailto:jesus.munozmorcillo@kit.edu)  
Kontakt ISAS: [florian.faion@kit.edu](mailto:florian.faion@kit.edu)  
Kontakt ZKM: [medienmuseum@zkm.de](mailto:medienmuseum@zkm.de)

Video: [www.kit.edu/videos/e-Installation](http://www.kit.edu/videos/e-Installation)





Professorin  
Anne S. Ulrich

# Light

## Effect through

### KIT Scientists Succeed in Specifically Activating Drugs in Space and Time by Means of Photoswitches

BY DR. SIBYLLE ORGELDINGER // TRANSLATION: RALF FRIESE  
FOTOS: MARKUS BREIG

Effective drugs often have side effects ranging from mildly adverse to dangerous. Scientists at the KIT now developed a photomodule enabling drugs to be activated under specific conditions while limiting their negative side effects. The scientists implanted their photoswitch into an antibiotic.

Managing the biological activity of drugs in such a way that they affect only the required site without burdening the whole body with side effects – this is a vision the Karlsruhe scientists achieved with their new photomodule. “In prin-

ciple, our system can be used for all active substances based on peptides,” explains Professor Anne S. Ulrich, Director of the Institute for Biological Interfaces 2 (IBG2) and Chair of Biochemistry at the Institute of Organic Chemistry (IOC) of the KIT. In order to demonstrate how light can be used to switch functions on and off, the team associated with Anne S. Ulrich produced an antimicrobial peptide that can be reversibly activated by light.

The switch the scientists used is based on diarylethene, a photo-switchable building block. Mol-

ecules of this type change their structure and, consequently, their properties when exposed to light of a specific wavelength. Photo-switchable molecules are being used in various areas, for instance as molecular switches in nano-electronics. Diarylethenes exist in a closed and an open form. Under the impact of light, the molecule rearranges itself internally. This so-called photo-isomerization can be undone at any time by applying light of a different wavelength.

The KIT scientists, together with colleagues at the University of Kiev, changed a diarylethene

## (R)evolutionary NANOFABRICATION Technology

# Raith



### Revolutionary IONselect Technology

### Evolutionary EBPG



Advanced FIB nanofabrication  
beyond gallium

Ultra high performance  
Electron Beam Lithography

[www.raith.com](http://www.raith.com)

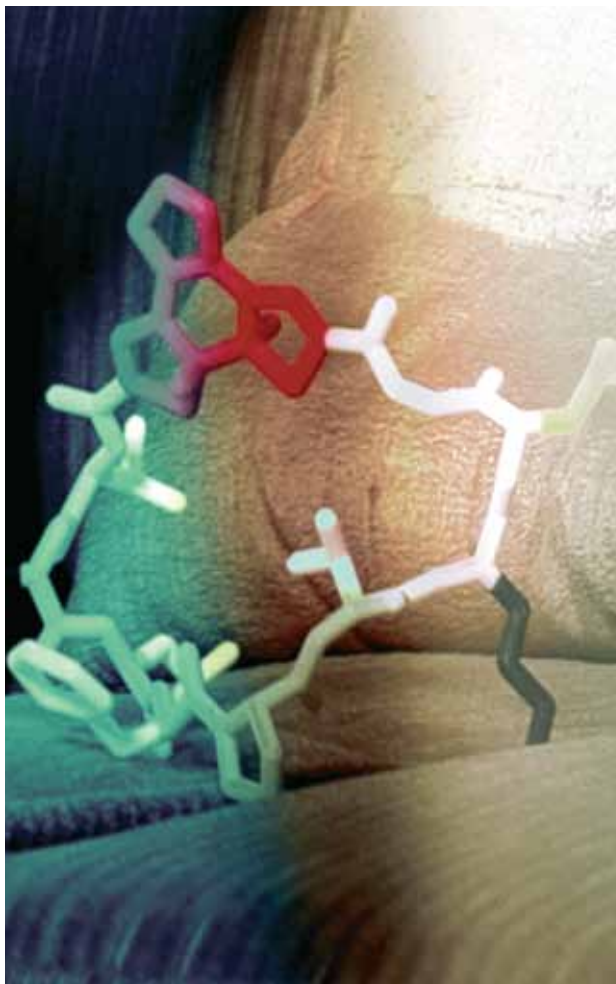
[www.vistec-litho.com](http://www.vistec-litho.com)

lattice into an amino acid analog which they introduced right into the backbone of the cyclic antibiotic, gramicidin S. The biological activity of the active drug molecule produced in this way can be managed specifically in space and time by means of UV light and visible light. "When the photoswitch is open, the modified antibiotic is almost as effective as the original," reports Anne S. Ulrich. "When the photoswitch is closed, it hardly acts against bacteria, but also has correspondingly fewer side effects against human cells." To demonstrate the functioning of the photomodule, the scientists treated a

bacterial lawn with the inactivated antibiotic and exposed it to light through a mask. At the sites exposed to light, the photo-switchable diarylethene changed from the closed to the open form, and the antibiotic showed a much stronger effect. "The photomodule is extremely robust, it can be switched any number of times without losing functionality," explains Ulrich. "This is another advantage over other known photo-switchable modules."

The original active substance, gramicidin S, a peptide antibiotic originating from a soil bacte-

rium, was first isolated in the Soviet Union in the early 1940s. During the Second World War, it was used successfully by the Soviet Union to treat many thousands of soldiers for wound infections. To this day, gramicidin S has remained an antibiotic frequently used in Russia, while it is not available in the West, not even for research. The only exception is the IBG2 of the KIT, where it is produced by bio-engineering. Gramicidin S acts in a different way from classical antibiotics: It mechanically destroys the membranes of bacteria, thus causing them to die immediately and preventing mutations from being generated.



## Wirkung durch Licht

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des KIT ist es gelungen, per Photoschalter Arzneimittel in Raum und Zeit gezielt zu aktivieren

Forscher des KIT und der Universität Kiew haben einen Photoschalter entwickelt, um die biologische Aktivität von Arzneimitteln so zu steuern, dass sie nur an der Stelle wirken, an der es jeweils erforderlich ist, ohne den ganzen Körper mit Nebenwirkungen zu belasten. Für den Schalter nutzten die Wissenschaftler ein Diarylethen, das zu den photoschaltbaren Molekülen gehört – unter Lichteinfluss wandelt es sich von einer geschlossenen in eine offene Form um.

Die Wissenschaftler bauten ein Diarylethengerüst zu einem Aminosäure-Analogon um und fügten dieses direkt in das Rückgrat des ringförmigen Peptid-Antibiotikums Gramicidin S ein. Mithilfe von UV-Licht und sichtbarem Licht lässt sich die biologische Aktivität des so erzeugten Wirkstoffmoleküls räumlich und zeitlich gezielt erhöhen. Der Photoschalter eignet sich grundsätzlich für alle Wirkstoffe, die auf Peptiden basieren. Damit bahnt die Grundlagenforschung am KIT den Weg zu einer gezielten Therapie.

Die Aktivierung durch Licht könnte beispielsweise über eine starke Lampe erfolgen, deren Strahlung einige Millimeter unter die Hautoberfläche dringt, oder über eine feine Glasfaserleitung, die gezielt zu der behandelten Stelle geführt wird. So könnte der Photoschalter in Antibiotika künftig die Behandlung lokal begrenzter bakterieller Infektionen erleichtern. Denkbar sind auch photoaktivierbare peptid-basierte Wirkstoffe gegen Krebs – der Wirkstoff würde dann im Körper nur dort aktiviert, wo sich der Tumor befindet. ■

Oleg Babii, Sergii Afonin, Marina Berditsch, Sabine Reißer, Pavel K. Mykhailiuk, Vladimir S. Kubyschkin, Thomas Steinbrecher, Anne S. Ulrich, and Igor V. Komarov: Controlling Biological Activity with Light: Diarylethene-Containing Cyclic Peptidomimetics. *Angewandte Chemie* (2014). DOI: 10.1002/ange.201310019

Kontakt: [anne.ulrich@kit.edu](mailto:anne.ulrich@kit.edu)

Hence, no resistance to this antibiotic can be developed, which makes it appear particularly promising. However, gramicidin S is able to damage other cells as well, such as human blood cells, though with significantly lower activity. For this reason, it has been used only locally so far, especially in the areas of skin, eyes, ears, and nose, and it must not enter the blood system. The photoswitch is able to clearly reduce these previously known side effects. However, the scientists at the KIT so far have used the antibiotic only as an example demonstrating the photo switchability of active substances in medicines.

Drugs could be photo-activated, for instance, by a powerful lamp whose radiation penetrates a few millimeters below the surface of the skin or could be transmitted through a fine optical fiber specifically at the site to be treated. In this way, the photoswitch in antibiotics henceforth could facilitate the treatment of locally confined bacterial infections. Another possible system would be peptide-based active substances against cancer which could be photoactivated. The active substance in that case would be activated in the body only at the sites where the tumor is located. "However, in this respect, we are working in fundamental research," emphasizes Professor Anne S. Ulrich. "It would certainly take many years for new photo-switchable drugs to be available commercially." ■

Oleg Babii, Sergii Afonin, Marina Berditsch, Sabine Reißer, Pavel K. Mykhailiuk, Vladimir S. Kubyschkin, Thomas Steinbrecher, Anne S. Ulrich, and Igor V. Komarov: Controlling Biological Activity with Light: Diarylethene-Containing Cyclic Peptidomimetics. *Angewandte Chemie* (2014). DOI: 10.1002/ange.201310019

Contact: [anne.ulrich@kit.edu](mailto:anne.ulrich@kit.edu)



FOTO: TILMAN LAMPARTER

FOTO: KARLHEINZ KNOCH

# Auf eine Frage

Just One Question

## Wachsen Pflanzen ohne Licht?

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER

„Wie jeder Hobbygärtner weiß – eigentlich nicht“, sagt Professor Tilman Lamparter vom Botanischen Institut des KIT, „aber trotzdem ist es uns gelungen, Samen und Setzlinge der Ackerschmalwand im Dunklen zum Keimen und Wachsen zu bringen.“ Wie ist dem Wissenschaftler und seinem Team diese Sensation geglückt? „Den Samen und Setzlingen wurde ein synthetischer Stoff namens 15Ea-Phycocyanobilin gegeben“, erklärt Lamparter, „dieser Stoff ersetzt nun in der Pflanzenzelle den natürlichen, photoaktiven Baustein des Photorezeptors, das Phytochromobilin.“ Durch den Einbau von 15Ea-PCB werde der Photorezeptor in die aktive Form überführt und der Pflanze quasi vorgegaukelt, sie wäre im Licht. „Trotz Dunkelheit keimten und wuchsen die Modellpflanzen in ähnlicher Weise wie die Kontrollgruppe unter Licht. Damit wurde erstmals gezeigt, dass synthetische Stoffe in ganzen Pflanzen Lichteffekte hervorrufen können“, so Tilman Lamparter.

Synthetische Photorezeptoren könnten ein wertvolles Werkzeug für die Forschung werden, weil sich viele chemische Pflanzenprozesse mit ihnen leichter untersuchen lassen, als bisher mit gentechnischen Methoden. Dazu könnte neben dem Wachstum auch die Photosynthese gehören. „Vielleicht ließen sich in Zukunft auch das Blühen von Blumen oder die Ausbildung des Photosynthese-Apparats besser steuern“, blickt Lamparter in die Zukunft. „Diese Erkenntnisse wären sicherlich wertvoll für die Agrarindustrie von der Blumenzucht bis zur Biomasseproduktion.“ In kommenden Studien sollen weiterführende Aspekte untersucht werden. ■

Kontakt: [tilman.lamparter@kit.edu](mailto:tilman.lamparter@kit.edu)

## Do Plants Grow in the Absence of Light?

“As every amateur gardener knows, they actually do not,” says Professor Tilman Lamparter of the Botanical Institute of the KIT, “but we succeeded nevertheless in having mouse ear cress seeds and seedlings germinate and grow in the dark.” How did the scientist and his team manage this sensational achievement? “The seeds and seedlings were added a synthetic substance called 15Ea-phycoerythrin,” explains Lamparter. “Now, in the cell of the plant, this substance replaces the natural photo-active building block of the photoreceptor, phytoerythrin.” The inclusion of 15Ea-PCB transferred the photoreceptor into its active form, thereby tricking the plant into perceiving it was surrounded by light. “Despite the darkness, the model plants germinated and grew in a similar way as the control group exposed to light did. For the first time, this demonstrated that synthetic materials can cause photo effects in entire plants,” says Tilman Lamparter.

Synthetic photoreceptors could become a valuable research tool because many chemical plant processes can be studied more easily with their help than by the current methods of genetic engineering. Besides growth, this could also include photosynthesis. “Maybe, it could be possible in the future to better manage the blossoming of flowers or the generation of the photosynthesis apparatus,” Lamparter muses. “These findings certainly would be valuable for the agricultural industry, from growing flowers to producing biomass.” Further aspects are to be studied in future research work. ■

Contact: [tilman.lamparter@kit.edu](mailto:tilman.lamparter@kit.edu)

TRANSLATION: RALF FRIESE



FOTO: PATRICK LANGER

## KIT-Gründerschmiede ist online

Sie haben eine Idee? Die KIT-Gründerschmiede bietet Studierenden und KIT-Beschäftigten die Möglichkeit, sich gezielt mit den Themen Gründen und Unternehmertum auseinanderzusetzen. Auf der Seite finden alle Neugründer und solche, die es werden wollen, Informationen rund um Förderung, Lehr- und Weiterbildungsformate, verbesserte Beratungsangebote und einen Veranstaltungskalender. Gefördert werden sowohl Start-ups aus dem Kreis der Studierenden als auch Hightech-Gründungen aus dem wissenschaftlichen Bereich.

Info: [www.kit-gruenderschmiede.de](http://www.kit-gruenderschmiede.de)

## Studierendenwettbewerb: KIT-Teams vorne

Im nationalen Finale des Studentenwettbewerbs „Imagine Cup“ von Microsoft hat das KIT zwei erste und zwei zweite Plätze erreicht: Das Team „Krowd“ siegte in der Kategorie „Innovation“ mit einem System, das bei Großveranstaltungen kritische Situationen meldet und die Sicherheitskräfte

informiert. Auf den zweiten Platz kam das Team „Crisis Control“ mit einem IT-basierten System zur Verbesserung von Rettungseinsätzen. Das Team „Mr. Skyjump“ siegte in der Kategorie „Games“ mit einem vertikalen Jump 'n' Run-Spiel. Den zweiten Platz errang das Team „Path of Artemis“ mit einem Rollenspiel, das die reale Benutzerumgebung einbezieht. Vom KIT hatte sich außerdem das Team „LiveDemocracy“ für das nationale Finale qualifiziert. Alle fünf Teams kommen vom Lehrstuhl Tichy des Instituts für Programmstrukturen und Datenorganisation (IPD).

Info: [www.imaginecup.com](http://www.imaginecup.com)

Gewinner: Emanuel Jöbstl,  
Elisaweta Masserova,  
Ainara Askar und  
Jérôme Urhausen (v.l.n.r.)



FOTO: MARKUS ZUMBANSEN



FOTO: ANDREA FABRY

## KIT Spitze im CHE-Ranking

Im aktuellen Hochschulranking des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) schneidet das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Wirtschaftsingenieurwesen sehr gut ab: Unter anderem bei der „Studiensituation insgesamt“ und der „Internationalen Ausrichtung“ liegt es in der Spitzengruppe. Besonders stark schneidet das Fach bei der Studierendenbefragung ab: Sehr gut bewerteten die Studentinnen und Studenten des KIT neben der „Studiensituation insgesamt“ unter anderem auch Lehrangebot, Berufsbezug, E-Learning und IT-Ausstattung. Die Spitzengruppe erreichte auch das Fach „Informationswirtschaft“ bei den Indikatoren „Praxisorientierung“ und „wissenschaftliche Veröffentlichungen“.

## Self-healing Material Developed

Scientists of the KIT Institute for Chemical Technology and Polymer Chemistry and Evonik Industries have developed a novel polymer network that self-heals quickly and as often as desired at relatively low temperatures. Whether the damage is scratches in a car's finish or cracks in polymer material, the materials can repair themselves by a chemical crosslinking reaction. Under mild heating, good short-term healing properties of the material are ensured and the initial molecular structure is restored. (ms)

Contact: [christopher.barner-kowollik@kit.edu](mailto:christopher.barner-kowollik@kit.edu)

## Optimizing Digital Maps

Computer scientists of Karlsruhe Institute of Technology (KIT) have developed a new method for labeling digital maps in car navigation systems. Unwanted, but striking visual effects such as jumping and flickering labels can be avoided, so that the map does not distract drivers from traffic. Martin Nöllenburg of the Institute of Theoretical Informatics and his group of young researchers have developed algorithms for geovisualization that are more efficient, because they reasonably limit the general problem and permit only a certain number of labels in a given area. (ms)

Contact: [noellenburg@kit.edu](mailto:noellenburg@kit.edu)

## Kleben wie ein Gecko

Forscher des Instituts für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT und der Carnegie Mellon University in Pittsburgh haben einen Klebstreifen entwickelt, der so haftsicher ist wie ein Geckofuß und über einen vergleichbaren Selbstreinigungsmechanismus verfügt. Damit ließen sich beispielsweise Lebensmittelverpackungen mehrfach öffnen und sicher wiederverschließen. Für ihre Experimente verwendeten die Wissenschaftler elastische Mikrohärchen in unterschiedlichen Größen. Ihre Ergebnisse haben die Wissenschaftler im Fachmagazin „Interface“ der britischen Royal Society veröffentlicht. DOI: [rsif.2013.1205](https://doi.org/10.1063/1.3611205)

Kontakt: [hendrik.hoelscher@kit.edu](mailto:hendrik.hoelscher@kit.edu)



FOTO: NIC099 – FOTOLIA.COM

# Measuring Fine Dust with a Smartphone

In Cooperation with  
Smartphone Users,  
KIT Computer Scientists  
Want to Draw up  
Pollution Maps

BY MARGARETE LEHNÉ // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

*Wenn der „Schwarm“ der Wissenschaft hilft:  
Per Smartphone sollen Bürger Daten generieren  
und sammeln*

*When the “swarm” helps science: Citizens are  
to generate and collect data using their smartphones*





## Feinstaub mit dem Smartphone messen

Zusammen mit Nutzerinnen und Nutzern wollen Informatiker des KIT Belastungslandkarten erstellen

Eine Großstadt versinkt im Smog: Fotos aus Peking oder zuletzt Paris zeigen das Ausmaß der Feinstaubbelastung deutlich. Aber wie sieht es eigentlich in der eigenen Umgebung aus? Wissenschaftler des KIT entwickeln einen Sensor, der sich einfach an Smartphones anschließen lässt – und dessen Blitz und Kamera zum Messen nutzt. Vergleichsmessungen mit Spezialgeräten haben gezeigt, dass das Prinzip funktioniert. Ziel ist nun eine noch höhere Messgenauigkeit und -sensitivität. Dabei setzen die Informatiker nicht nur auf die Weiterentwicklung der Bauteile, sondern auch auf die Zusammenarbeit mit den Nutzerinnen und Nutzern: Je mehr von ihnen beim gemeinschaftlichen Messen (Participatory Sensing) mitmachen, umso aussagekräftiger werden die Ergebnisse.

Das Prinzip der Feinstaubmessung per Smartphone entspricht dabei dem eines einfachen optischen Sensors: „Anstelle der sonst im Sensor üblichen Infrarot-LED gibt hier der Blitz des Smartphones Licht in den Messbereich ab. Sind dort Staub oder Rauch vorhanden, streuen sie dieses Licht. Die Kamera dient als Rezeptor und fängt das Messergebnis als Bild auf. Die Helligkeit der Pixel lässt sich dann in die Staubkonzentration umrechnen“, erläutert Informatiker Matthias Budde. Er hat das System am Lehrstuhl für Pervasive Computing und der Forschungsgruppe TECO am KIT entwickelt.

Dass das Prinzip funktioniert, haben die Informatiker in Vergleichsmessungen mit spezialisierten Geräten gezeigt. Bei der Genauigkeit reichen die Smartphone-Sensoren an diese zwar noch nicht heran, ihr Vorteil ist aber der Preis. Als mögliches Anwendungsszenario sieht Budde vor allem das gemeinschaftliche Messen oder Participatory Sensing: Interessierte Bürgerinnen und Bürger nehmen an unterschiedlichen Orten in ihrer Stadt Messdaten auf und teilen sie. Daraus, so Buddes Idee, ließe sich dann eine Feinstaubbelastungskarte für die jeweilige Stadt erstellen. Nutzerinnen und Nutzer könnten so auch die eigene Belastung mitverfolgen.

Der Sensor soll sich für Messungen künftig einfach – etwa mit einem Magneten – am Smartphone befestigen lassen, ein Anpassen der Elektronik ist nicht erforderlich. Wer mitmachen möchte, müsste sich lediglich die entsprechende App herunterladen. Am gewünschten Messpunkt setzt man dann den Sensor auf das Handy und nimmt zum Messen ein Foto oder ein Video auf. Die Bilder können sowohl lokal ausgewertet als auch an ein Rechnersystem gesendet werden, das die Daten mit anderen Messungen zusammenführt und zurücksendet. Die Feinstaubkonzentration lässt sich dann auf dem Display des Telefons ablesen. ■

Kontakt: [matthias.budde@kit.edu](mailto:matthias.budde@kit.edu)

**Video:** [www.kit.edu/videos/feinstaub\\_messen](http://www.kit.edu/videos/feinstaub_messen)

A big city vanishes in smog: Photos from Beijing and, more recently, Paris clearly illustrate the extent of fine dust pollution. But what about our immediate environment? What is the pollutant concentration near our favorite jogging route or the printer in our office? KIT scientists are developing a sensor that can be connected easily to smartphones and uses their flashlight and camera to perform measurements. Comparative measurements with specialized instruments have proved that this works in principle. Now, the scientists want to increase measurement accuracy. This is to be achieved not only by the further development of the components, but by cooperation with smartphone users. The more users take part in participatory sensing, the better the results will be.

The principle of fine dust measurement using a smartphone corresponds to that of a simple optical sensor. “Instead of the conventional infrared LED in the sensor, the flashlight of the smartphone emits light into the measurement range. This light is scattered by whatever dust or smoke is present. The camera serves as a receptor and takes a picture representing the measurement result. The brightness of the pixels can then be converted into the dust concentration,” computer scientist Matthias Budde explains. He has developed the system as a member of the research group TECO of KIT’s Chair for Pervasive Computing.

Measurements with specialized instruments have shown that this principle works. Though the smartphone sensors were found to lack precision, their costs are much lower. Official measurement stations for fine dust monitoring are operated by the Baden-Württemberg State Agency for the Environment, Measurements, and Nature Conservation (LUBW). “These detectors are highly precise, but also very large, very expensive, and static. In Karlsruhe, for instance, only two stations have been established. This is hardly sufficient for obtaining an exact impression of the existing pollution,” Budde says. Professional mobile fine dust detectors of high accuracy are also quite large and hardly suited for private use, as they cost between EUR 10,000 and 20,000. “As regards sensitivity, the smartphone sensors are not yet comparable. But we plan to enhance accuracy by using additional sensors

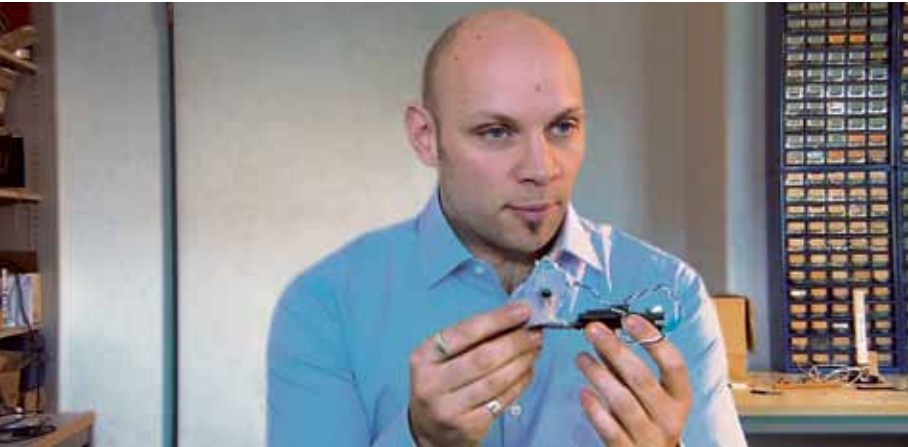


FOTO: SEBASTIAN MANG

*Die Befestigung des Messgerätes am Smartphone ist eines der Probleme, das von Matthias Budde und seinem Team noch gelöst werden muss*

*Attaching the sensor to the smartphone is one of the problems to be solved by Matthias Budde and his team*

and a high measurement density," Budde adds. "When using many closely adjacent sensors, we can combine the measurements and calibrate the sensors against each other. In this way, measurement errors can be reduced." Budde thinks that a potential application scenario is joint measurement or participatory sensing: Interested citizens measure data at various places in their city and share them. These data may then be used to draw up a fine dust pollution map for the respective city. The citizens could consult the map to find out to which pollutant concentration they are exposed.

The sensor is planned to be attached to the smartphone by means of a magnet. Modification of the smartphone's electronics will not be required. Those who want to join participatory sensing will have to download the corresponding app. At the area of interest, the sensor is attached to the cell phone and a photo or a video is taken for measurement. The images can be evaluated locally or transmitted to a computer system that combines these data with other measurements and sends them back. Then, the fine dust concentration is displayed by the phone.

Currently, the smartphone sensor can measure concentrations of about 1 mg/m<sup>3</sup> air. This is sufficient for detecting coarse dust and smoke, but not for typical fine dust concentrations in the microgram range. The scientists plan to fur-

ther increase the sensitivity of the sensors. "Previous experiments have revealed that more light in the sensor is needed for increased measurement accuracy. Using an external LED, we have already reached the desired accuracy," Budde explains. "To ideally bundle the flashlight, we have now integrated hemispherical lenses." The scientists have produced the novel, far smaller sensor prototype by 3D printing.

In addition, the scientists expect that both the algorithms and the smartphones themselves will advance. "While current devices compress the photos, the next generation will supply images in the raw data format. These pure, unprocessed sensor data promise to further improve our measurement results. Moreover, modern smartphones are increasingly equipped with other sensors measuring humidity, temperature, or air pressure. We plan to use these data." Budde thinks that a smartphone sensor able to detect typical fine dust will be developed by the beginning of next year.

The doctoral thesis of Matthias Budde, however, does not only deal with the further development of the sensors and the possibilities of generating a map, but also with the question of how citizens can be motivated to participate in the measurements. "Many people are interested in such offers, because they see a benefit for themselves." For others, gamification, i.e. participation in measurement in the form of a game or integration of game elements, might

be an incentive. The participants might be sent on a discovery trip similar to geocaching, where they might score points for measurements at certain locations.

An important aspect is the protection of the data and individual privacy. "This will also depend on who will offer participatory sensing and which business model will be used. The participants have to be sure that the operator protects their data from being tracked or stolen and uses them for nothing else than the pollution map." An option is data aggregation, by means of which the data are combined and bundled such that they can no longer be traced back to an individual person. But participatory sensing is based on the joint benefit of increased information quality resulting from an increasing number of measurements. This already works well with applications by which citizens can inform their city about non-working traffic lights or danger spots. Matthias Budde points out that low-cost fine dust sensors will also be of interest for other applications. Dynamic concentration-related control of low emission zones in a city might be feasible. At a high fine dust concentration, polluted areas might be blocked for heavy duty traffic on a temporary basis. ■

Kontakt: [matthias.budde@kit.edu](mailto:matthias.budde@kit.edu)

**Video:**  
[www.kit.edu/videos/feinstaub\\_messen](http://www.kit.edu/videos/feinstaub_messen)

Hätte Goethe  
so Faust III  
geschrieben?



**JUGEND  
FÜR TECHNIK**

Initiative für mehr  
Nachwuchs in  
Naturwissenschaft und Technik



**TECHNOSEUM**

Landesmuseum  
für Technik und Arbeit  
in Mannheim

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

**AUCH GROSSE  
ZIELE?**



**HEILBRONN – FÜR HELLE KÖPFE  
& ZUKUNFTSGESTALTER**

*Heilbronn in 3 Minuten:*



Bei einem Weltmarktführer arbeiten?  
Die eigene Hightech-Firma gründen?  
Spannende Zukunftsprodukte entwickeln?

[www.regiojobs24.de](http://www.regiojobs24.de)  
[www.innovationsfabrik.de](http://www.innovationsfabrik.de)  
[www.wohlgelegen.de](http://www.wohlgelegen.de)

**Standort Heilbronn**  
*Create your Business!*

Kontakt:  
Stabsstelle Wirtschaftsförderung  
Tel.: 07131 / 56-2277  
[wirtschaftsfoerderung@stadt-heilbronn.de](mailto:wirtschaftsfoerderung@stadt-heilbronn.de)



Wir bieten  
innovativen Köpfen  
den Raum ■ ■ ■  
für ihre Ideen!

Das Kompetenzzentrum  
für Unternehmensgründungen

Haid-und-Neu-Str. 7 · 76131 Karlsruhe · Telefon 0721-174 271  
[info@technologiefabrik-ka.de](mailto:info@technologiefabrik-ka.de) · [www.technologiefabrik-ka.de](http://www.technologiefabrik-ka.de)



**Technologiefabrik  
Karlsruhe**

300+ UNTERNEHMEN  
BETREUT  
97% ERFOLGSQUOTE  
6.000 ARBEITSPLÄTZE  
GESCHAFFEN

# Der faszinierende Salzsee

Wissenschaftler aus vier Ländern  
gehen dem rapiden Umweltwandel  
am Toten Meer auf den Grund

VON JULIA HACKENBRUCH // FOTOS: MANUELA NIED



*Naturlabor und Paradies mit Tücken: Wegen des hohen Salzgehaltes dürfen Menschen höchstens 15 Minuten im Toten Meer baden*

*Field laboratory and treacherous paradise: Due to the high salt concentration, people must not take a bath in the Dead Sea for more than 15 minutes*

Seit Jahrtausenden ein magischer Anziehungspunkt, ein Muss auf jeder Israelreise: das Tote Meer. Schon in der Antike war der Name des Sees „mare mortuum“ geläufig, dessen Salzgehalt mit rund 33 Prozent legendär ist – wollte man die Bedingungen in der heimischen Badewanne nachstellen, wären 50 Kilo Salz pro Füllung nötig. Doch nicht nur der See selbst, auch die gesamte Region ist für Wissenschaftler faszinierend. Die vegetationslose Steinwüste, die im Süden vorherrscht, geht im Norden in Halbwüste und mediterrane Landschaften über. Von Jerusalem im mediterranen Klima sind es 20 Kilometer Luftlinie bis zur Küste des Toten Meeres, und bereits kurz hinter der Stadt beginnt die Wüste. Diese extremen Umgebungsverhältnisse bieten auf kleinstem Raum außergewöhnliche Forschungsbedingungen, von denen auch die Wissenschaftler aus Deutschland, Jordanien, Israel und Palästina angezogen werden, die seit September 2012 in dem Virtuellen Institut DESERVE (Dead Sea Research Venue) unter Federführung des KIT forschen.

Professor Christoph Kottmeier, Leiter des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung – Forschungsbereich Troposphäre (IMK-TRO) am KIT, koordiniert DESERVE: „Es ist sehr erfreulich, dass hier mehrere Helmholtz-Zentren gemeinsam in einem Gebiet, das gleichermaßen von schnellem lokalem Umweltwandel und Naturgefahren wie

vom Klimawandel betroffen ist, so gut zusammenwirken. Wir wollen in diesem großen Naturlabor nicht nur verstehen, wie die Vorgänge ablaufen. Wir wollen auch viele unserer Messmethoden und Modellwerkzeuge unter Bedingungen erproben, für die sie eigentlich nicht gemacht sind. Wenn das gelingt, dann können wir sie auch mit größerem Vertrauen für Aufgaben anderswo auf der Welt einsetzen, wo sich zukünftig die Umwelt ganz anders entwickeln wird als wir sie heute kennen.“

In den vergangenen Jahrzehnten ist der Seespiegel des Toten Meeres um mehr als einen Meter jährlich gesunken. Die Wissenschaftler suchen nach den menschgemachten und natürlichen Ursachen. Die Entnahme von Wasser, vor allem aus dem Jordan, reduziert den Zufluss in das Tote Meer. Die Industrie nutzt am Rand des Toten Meeres große Verdunstungsflächen zur Mineraliengewinnung, was die Wasserverdunstung erhöht. Aber auch Klimaänderungen tragen zum Sinken des Seespiegels bei. Die Karlsruher Meteorologen wollen mit ihren Messungen die Verdunstung der See- und Landoberflächen bestimmen und Veränderungen in den Luftströmungen sowie mögliche Verlagerungen der Niederschlagsgebiete dokumentieren. „Seit einigen Jahren beobachten wir ein Zurückgehen der Niederschläge, es wird generell trockener in der Region. Im vergangenen Winter gab es eine lange Dürre ohne jeden Regen zwischen Mitte Dezember und Ende Februar“, beschreibt Dr. Ulrich Corsmeier, Arbeitsgruppenleiter am IMK-TRO und Mitinitiator von DESERVE, die Situation.





*Die starke Sonneneinstrahlung fördert die Verdunstung aus dem Toten Meer. Am Ufer bleiben Salzkristalle zurück*

*The high solar irradiation fosters evaporation from the Dead Sea. Salt crystals remain on the bank*

## The Fascinating Salt Lake

### Scientists from Four Countries Study the Causes of Rapid Environmental Change in the Dead Sea Area

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

The Dead Sea Area is characterized by a high natural and climatic diversity in a small space. Extreme environmental conditions ranging from desert areas to Mediterranean landscapes make up a big outdoor laboratory with extraordinary research conditions. Scientists from Germany, Jordan, Israel, and Palestine, who participate in the Helmholtz Virtual Institute DESERVE (Dead Sea Research Venue) coordinated by the KIT for a duration of five years, benefit from these conditions.

In the past decades, the Dead Sea level decreased by more than one meter annually. The causes are partly of anthropogenic character, such as the use of water from feeder rivers, in particular the Jordan river, and the industrial extraction of minerals, such as Dead Sea salt. On the other hand, climate change has a considerable impact. The scientists of the Troposphere Research Division of the KIT Institute of Meteorology and Climate Research (IMK-TRO) have established several meteorological stations near the Dead Sea, where they measure water evaporation via sea and land surfaces. Based on these data and additional hydrological measurements, they determine the total water balance of the Dead Sea. This exacting information is needed for improving weather forecast models.

The DESERVE joint project does not only foster interdisciplinary scientific, but also personal relations among the Israeli, Palestine, Jordan, and German project partners in this scientifically and culturally interesting region. ■

Contact: [ulrich.corsmeier@kit.edu](mailto:ulrich.corsmeier@kit.edu)

Das IMK hat am Toten Meer ein Netz aus meteorologischen Stationen aufgebaut, darunter die mit 410 Metern unter dem Meeresspiegel am tiefsten gelegene der Welt. „Im Rahmen dieser Messungen über dem Wasser, über dem Wüstenboden und über einem Schilfgürtel möchten wir die Wasserverdunstung bestimmen. Zusammen mit Messungen weiterer Größen versuchen wir dann, eine Gesamtwasserbilanz des Toten Meeres aufzustellen und zu bestimmen, wie schnell das Wasser abnimmt“, erläutert die Hydrologin Manuela Nied, DESERVE-Projekt Koordinatorin am Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Die Kenntnis dieser Bilanz ist für die Verbesserung von Wettervorhersagemodellen sehr wichtig, weil Prozesse wie Wolken- und Niederschlagsbildung entscheidend von den Bedingungen an der Erdoberfläche abhängen. Änderungen in der Wasserbilanz haben also eine Rückwirkung auf Wetter und Klima in der Region. Damit Wettervorhersagemodelle auch extreme Verhältnisse, wie die der Region des Toten Meeres, wiedergeben können, bieten die Daten der meteorologischen Messstationen eine ideale Kalibrierungsmöglichkeit.

Wird das Tote Meer völlig verschwinden? „Nein“, sagt Manuela Nied, „es wird angenommen, dass es in der Erdgeschichte schon kleiner war als heute. Die Verdunstung wird schließlich zurückgehen, weil die Oberfläche im Verhältnis zum Volumen kleiner wird. Da gleichzeitig die Salzkonzentration zunimmt, steigt auch die Oberflächenspannung, was die Wassermoleküle fester bindet. Ein neues Gleichgewicht zwischen ober- und unterirdischen Zuflüssen und dem Seespiegel wird sich einstellen.“

Die Meteorologin Jutta Metzger und die Geophysikerin Friederike Lott untersuchen als Doktorandinnen die Wetterphänomene ebenso wie die Bewegungen der Erdkruste. Von ganz aktuellem Interesse ist die sehr schnelle Bildung von Einsturzlöchern (sinkholes). Durch das Absinken des Salzwasserspiegels fließt im Untergrund Süßwasser nach. Bei der unterirdischen Lösung von Salzschieben entstehen Hohlräume, die schließlich einbrechen. Dieser Prozess ließ am Toten Meer in einem Jahrzehnt Hunderte dieser Einsturzlöcher entstehen, die Gebäude gefährden und zur Aufgabe landwirtschaftlicher Flächen führten.

Nach dem Aufbau des meteorologischen, hydrologischen und seismischen Messnetzes im Februar dieses Jahres ist ab August eine fünfmonatige Messkampagne mit dem KITcube geplant, um Messungen der sommerlichen und winterli-

chen Verhältnisse am Toten Meer durchzuführen. Der KITcube ist ein Gesamtbeobachtungssystem des IMK-TRO mit unterschiedlichen Instrumenten zur Sondierung der Atmosphäre, das einen Würfel der Atmosphäre von etwa zehn Kilometer Kantenlänge vermessen kann.

Im Virtuellen Institut DESERVE funktioniert auch die konkrete Zusammenarbeit der beteiligten Wissenschaftler sehr gut. Neben den jährlichen Treffen aller Wissenschaftler gibt es in bilateralen Partnerschaften enge Verbindungen in Form von gemeinsamen Feldexperimenten und Datenaustausch. „In einem so weit gefächerten Projekt sowohl was die Institute, das wissenschaftliche Spektrum als auch die Länder angeht, braucht es eine gewisse Zeit, um die Denkweise, Fragestellungen und Arbeitsmethoden anderer Disziplinen zu verstehen. In DESERVE gibt es schon viele Querverbindungen und gegenseitigen Input“, unterstreicht Ulrich Corsmeier. Das IMK arbeitet in Fragen der Wasserbilanz mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig zusammen. Die meteorologischen Daten werden von der Universität Tel Aviv für eine Studie herangezogen, die die Wirkung von UV-A- und UV-B-Strahlung auf Krankheitsverläufe von Patienten vor Ort untersucht. Nachgewiesen ist, dass in Verbindung mit dem Salzgehalt des Sees Hautkrankheiten gelindert werden. Zu Fragen von Sandaufwirbelung, Sandtransport und Staubstürmen arbeitet zurzeit der Jordanier Professor Benbella Shannak von der Al Balqa Applied University als Gastwissenschaftler am KIT.

Neben der Verdunstung sind extreme Regengüsse, die zu sogenannten „flash floods“ in Trockentälern führen, ein großes Problem in der Region. Diese sind mächtige Flutwellen, die lokalen Starkregenereignissen folgen. „In den Einzugsgebieten des Toten Meeres gibt es kaum wasseraufnehmenden Erdboden und Vegetation, die Regen zwischenspeichern könnten. Darüber hinaus sind die Niederschläge sehr lokal und stark. Deshalb kommt es zu sehr schnellen Abflussprozessen, die Wadis zu einem reißenden

Wasserstrom machen“, erläutert Manuela Nied. Forscher der Universität Tel Aviv versuchen nun mit einer neuartigen Methode, über die Laufzeit von Funksignalen des Mobilfunknetzes Rückschlüsse auf den Feuchtegehalt der Atmosphäre zu ziehen. So könnten Niederschlagsereignisse detektiert werden, die zum Beispiel von Niederschlagsradargeräten wegen mangelnder Flächenabdeckung nicht erfasst werden können. Wenn sich diese Ergebnisse mit den Messdaten der meteorologischen Stationen decken, würde dies die Entwicklung einer neuen Methode zur kurzfristigen Vorhersage von „flash floods“ erlauben. In den Nationalparks, die beliebte Tourismusziele sind, können die Ranger so selbst bei kurzfristig eintreffenden Warnungen die Touristen vor den Gefahren der Sturzfluten bewahren.

Neben den umweltwissenschaftlichen Fragestellungen hat das Projekt auch geopolitische und kulturelle Bedeutung. „Das Verhältnis zwischen palästinensischen, israelischen und jordanischen Forschern zeichnet sich durch respektvollen Umgang und reibungslose wissenschaftliche Zusammenarbeit aus“, so Ulrich Corsmeier. Erschwerend würden sich allerdings die technischen und politischen Rahmenbedingungen in der Region auswirken, wie die Behinderung des freien Austauschs und der Grenzübertritte aufgrund historisch begründeter Vorbehalte. Auf der anderen Seite erzählen die KIT-Wissenschaftler von der sehr großen Gastfreundschaft der Menschen in der Region. Sie wünschen sich, dass DESERVE sowohl den interdisziplinären als auch den persönlichen Austausch fördert. „Aus wissenschaftlicher und aus menschlicher Sicht ist unser Projekt vielleicht einer von vielen kleinen Schritten, die Menschen unterschiedlicher Kulturen zusammenbringen und die Kooperation und das gegenseitige Verständnis in kleinem Maßstab fördern.“ ■

Kontakt: [ulrich.corsmeier@kit.edu](mailto:ulrich.corsmeier@kit.edu)





Foto oben: Mit meteorologischen Messmasten in Jordanien und Israel beobachten die Wissenschaftler Wetter- und Klimaänderungen

Top: Meteorological measurement towers in Jordan and Israel serve to observe weather and climate changes

Foto links: Süßwasser im Untergrund löst Salzschieben und lässt Einsturzlöcher entstehen. Sie können einen Durchmesser von einigen Metern bis zu Dekametern haben

Left: Underground freshwater dissolves salt layers, as a result of which sinkholes may form. They may be several meters to decameters in diameter

## DESERVE

Projektpartner sind neben dem KIT (Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Forschungsbereich Troposphäre (IMK-TRO)) das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum (GFZ) (Department Physik der Erde) und Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (Department Catchment Hydrology), die jordanische Al Balqa Applied University, die israelischen Universitäten Hebrew University of Jerusalem und Tel Aviv University und beteiligte palästinensische Wissenschaftler. Hinzu kommen weitere assoziierte Institutionen aus den Partnerländern Deutschland, Israel, Palästina und Jordanien, darunter GRACE, die Graduiertenschule für Klima und Umwelt des KIT.

Die Idee der Helmholtz Virtuellen Institute besteht darin, dass sich mehrere Helmholtz-Institute mit Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammenfinden und ein Themenfeld interdisziplinär bearbeiten, wobei jedes Zentrum und jede Universität seine Kompetenzen einbindet und so ein Mehrwert entsteht.

Das Verbundprojekt wird von der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren über fünf Jahre gefördert und hat eine Gesamtfinanzierung von 4,5 Millionen Euro (3 Mio. Helmholtz Impuls- und Vernetzungsfonds, 1,5 Mio. Eigenanteil der Partnerinstitute). Im Fokus steht die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Forschungsfragen zur Hydrologie, Geologie, Geophysik und Meteorologie.

Eine Möglichkeit für Studierende und Promovierende, die Faszination des Toten Meeres vor Ort zu erleben, bietet eine von DESERVE organisierte Winter School in Israel. „Der HGF-Impuls und -Vernetzungsfonds legt besonderes Gewicht auch auf die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. In diesem Zusammenhang werden wir im November und Dezember 2014 eine Winter School veranstalten. Dort wollen wir Studierende der Geowissenschaften aus den beteiligten Ländern ansprechen, ihre Ausbildung am Toten Meer in einem interdisziplinären Ansatz zu vertiefen“, berichtet Dr. Ulrich Corsmeier. ■

Die aktuellen Messungen der meteorologischen Stationen des IMK am Toten Meer sind im Internet unter [http://imkbemu.physik.uni-karlsruhe.de/~ws\\_ebil3/public/index.html](http://imkbemu.physik.uni-karlsruhe.de/~ws_ebil3/public/index.html) verfügbar.

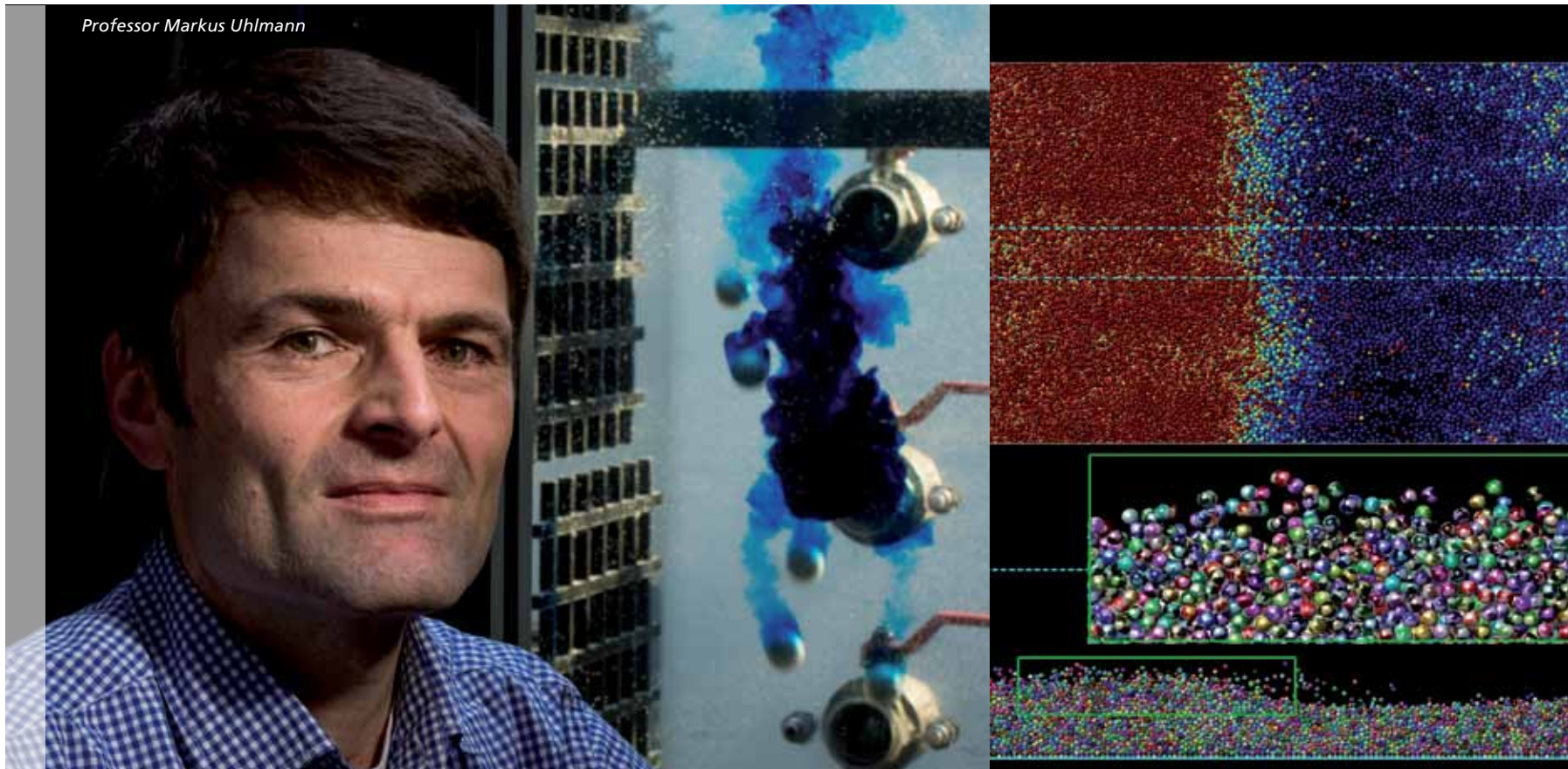
Weitere Informationen zum Helmholtz Virtuellen Institut DESERVE: <http://www.deserve-vi.net/>



Die Energiebilanz entscheidet über das Klima einer Region. Ob die einzelnen Komponenten der Bilanz sich ändern, messen die Forscher an mehreren Stationen über Land und Wasser (Foto links)

The energy balance determines the climate of a region. At several land- and water-based stations, scientists measure changes of the components of the balance (left)

Professor Markus Uhlmann



Es klingt so einfach und ist doch so kompliziert: Kleine Partikel bewegen sich in einem Fluid, einer Flüssigkeit oder einem Gas. In unzähligen Varianten kommt diese Konstellation auf der Erde oder in der Luft vor. In Flüssen, Meeren oder Wolken, als feinste Körnchen oder Tröpfchen. Doch wie diese Partikel sich verhalten, wie sie sich bewegen, wie sie fallen, das kann immensen Einfluss haben und ist eines der Forschungsgebiete von Professor Markus Uhlmann und seiner Forschungsgruppe „Numerische Strömungsmechanik“ am Institut für Hydromechanik.

Dass diese Grundlagenforschung von großer wissenschaftlicher Bedeutung ist, zeigt auch, dass Uhlmann unlängst im Rahmen der 10.

Ausschreibung für Großprojekte des Gauss Centre for Supercomputing Parallel-Rechnerkapazität in München von rund 40 Millionen Stunden zugesprochen bekommen hat. „Diese großzügige Kapazität ist für uns ein Meilenstein und wir wissen, dass in der Auswahl sehr genau geschaut wird, ob ein Projekt sinnvoll und wissenschaftlich fundiert ist“, sagt Markus Uhlmann. „Aber inzwischen sind wir sehr erfolgreich im Bereich der Nutzung massiv-paralleler Rechnersysteme zur Simulation von turbulenten Strömungen.“

Obwohl Uhlmann Grundlagenforschung betreibt, sind die von ihm als Simulation untersuchten Vorgänge in der Natur häufig und ein-

fach zu finden: So bilden Sandkörnchen in einer Flussströmung automatisch Riffel, auch jeder Sommerurlauber fühlt sie unter den Füßen in der Brandung am Meer. „Diese Riffel haben wichtige Eigenschaften, sie ändern den Widerstand der Strömung und den Transport von gelösten Stoffen oder Kleinstlebewesen. Je nach Bedingung kann sich zum Beispiel ein Flussboden total auslösen, wie des Öfteren im Außenbereich von Flussbiegungen. Oder ein Stausee kann sich über einen Zeitraum von wenigen Jahren komplett zusetzen und muss für viele Millionen Euro wieder ausgebaggert werden.“ Doch nicht nur die Anhäufung von Partikeln kann zum Problem werden, auch der Verlust. „Es passiert auch, dass Fundamente von Brü-



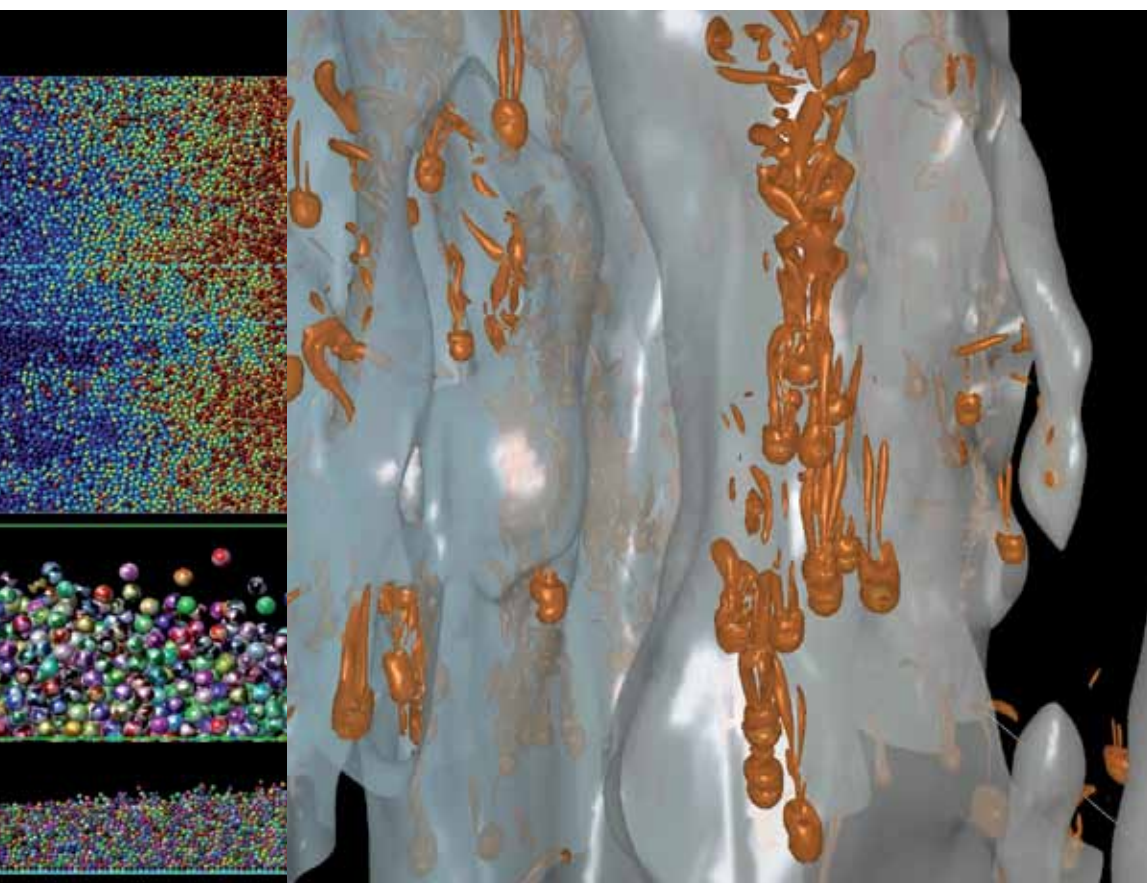
# Vom Fließen

Grundlagenforschung über strömungsmechanische Vorgänge in Wasser und Luft

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER

FOTO: MARTIN LOBER; GRAFIKEN: M. UHLMANN, A. G. KIDANEMARIAM

# und Fallen



*Computer simulieren die Bewegungen, Kollisionen und Nachläufe der unterschiedlichen Partikel*

*Computers simulate the motions, collisions, and wakes of various particles*

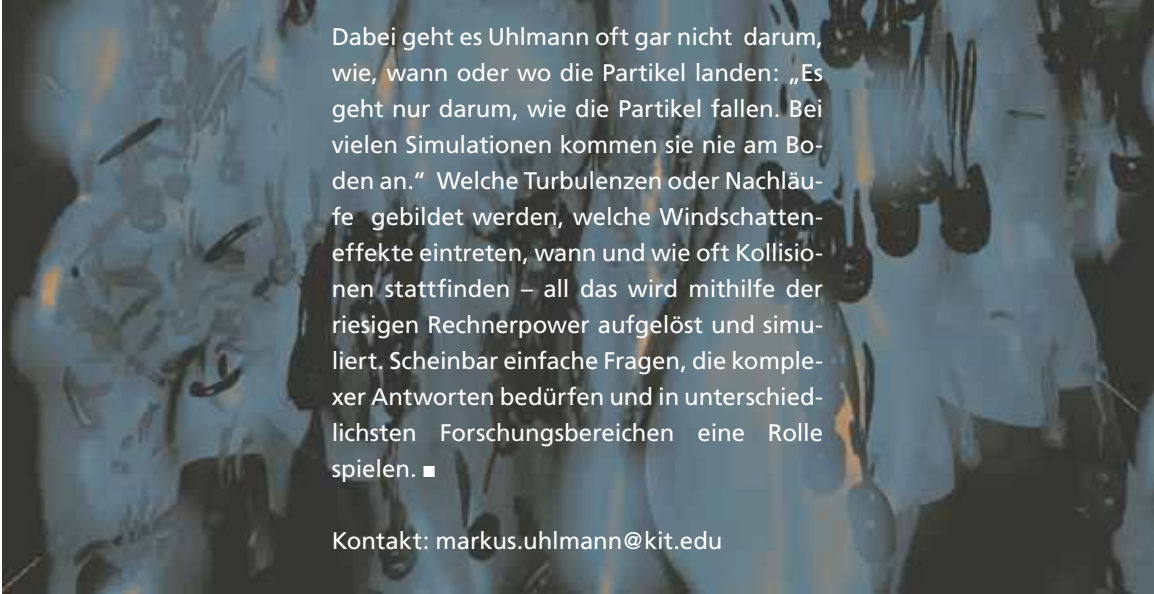
ckenpfeilern ausgespült werden, was wiederum die Stabilität des gesamten Bauwerkes bedroht.“

Auch im Meer spielt die Bewegung von kleinsten Teilchen nicht nur eine große Rolle, sondern verspricht manchmal sogar das große Geld. „Es passiert zum Beispiel vor der Küste Kaliforniens, dass Unterwasserlawinen an den steilen Hängen des Kontinentalsockels abgehen“, erzählt Uhlmann, „mit diesen sogenannten Trübeströmen wird oft auch Biomasse in tiefliegende Bereiche des Meeresbodens transportiert. Dort, wo diese Lawinen stoppen, findet man Öl und Gas, weil diese Vorgänge schon seit tausenden Jahren so passieren. Deswegen ist die Ölindustrie extrem an For-

schungen in unserem Bereich interessiert, um an möglichst sinnvollen Stellen ihre Probebohrungen machen zu können.“ Auch am Amazonas ist dieses Phänomen anzutreffen. „Dort haben Unterwasserlawinen Kanäle mit einer Länge von über tausend Kilometer in den Boden des Atlantiks gegraben. Deshalb bohren dort auch brasilianische Petrolunternehmen. Bei unseren Simulationen betrachten wir natürlich stark vereinfachte Geometrien und nicht den Amazonas. Im Moment arbeiten wir mit einigen hunderttausend Partikeln, das ist im Vergleich mit der Natur natürlich sehr wenig, aber es geht um die grundsätzlichen Mechanismen. Diese zu verstehen und dann auf andere Dimensionen und Skalen zu übertragen, das ist durchaus möglich.“

Auch andere KIT-Wissenschaftler wie Professor Thomas Leisner vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung und sein Team profitieren von Uhlmanns Arbeit und den Simulationen am Rechner. „Wir sind im Gespräch mit den Atmosphärenforschern. Wir haben sie gebeten, uns eine Art Wunschliste zu erstellen, welche Berechnungen für sie interessant sein könnten. Da hat sich schnell gezeigt, dass es um die Themen Wolken, Regenbildung und Eispartikel, die wieder schmelzen, gehen soll.“ Keine unlösbare Aufgabe für Uhlmann und seine Gruppe. „Wir stellen die Regentropfen zunächst als Partikel dar. Was man dann in diesen meteorologischen Anwendungen wissen möchte, ist: Mit welcher Rate kollidieren die Partikel? Und wodurch wird die Kollisionshäu-

figkeit stark beeinflusst? Wo bilden sich Cluster? Das wiederum ist essenziell für eine präzise Vorhersage des Tropfenwachstums und letztendlich der Regenwahrscheinlichkeit. Wenn Tropfen die kritische Größe erreicht haben, fallen sie. Und das ist typischerweise ein Input-Parameter für meteorologische Modelle.“



Dabei geht es Uhlmann oft gar nicht darum, wie, wann oder wo die Partikel landen: „Es geht nur darum, wie die Partikel fallen. Bei vielen Simulationen kommen sie nie am Boden an.“ Welche Turbulenzen oder Nachläufe gebildet werden, welche Windschatteneffekte eintreten, wann und wie oft Kollisionen stattfinden – all das wird mithilfe der riesigen Rechnerpower aufgelöst und simuliert. Scheinbar einfache Fragen, die komplexer Antworten bedürfen und in unterschiedlichsten Forschungsbereichen eine Rolle spielen. ■

Kontakt: [markus.uhlmann@kit.edu](mailto:markus.uhlmann@kit.edu)

## About Flowing and Falling

Fundamental Research into Fluid Mechanics Processes in Water and Air

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

It sounds so simple and yet it is highly complex: Small particles move in a fluid (a liquid or a gas). Countless varieties of this process are encountered on Earth, such as in rivers, oceans, or clouds, the particles being small grains or droplets. The way these particles behave, how they move, and how they fall can have an enormous impact. This is one of the research areas of Professor Markus Uhlmann and his research group “Computational Fluid Mechanics” at the Institute for Hydromechanics.

The great scientific relevance of this fundamental research is reflected by Uhlmann having been granted 40 million hours of parallel computing capacity by the Gauss Center for Supercomputing in Munich after the 10th review of large-scale project proposals. “For us, this generous capacity is a milestone and we know that the review committee exactly analyzes whether a project is innovative and scientifically sound,” Markus Uhlmann says. “Meanwhile, we have become rather experienced in the use of massively parallel computer systems for the simulation of turbulent flows.”

Uhlmann is often not concerned about how, when, or where the particles deposit: “We mainly focus on how the particles fall. In some of our simulations the particles never arrive on the ground.” By means of enormous computing power, the formation of turbulence or wake vortices, the occurrence of sheltering effects, and the frequency of collisions are modeled. These apparently simple phenomena are intriguingly complex and they play an influential role in various research areas. ■

Contact: [markus.uhlmann@kit.edu](mailto:markus.uhlmann@kit.edu)

# Technik im Fokus. Menschen im Blick.



Denn wegweisende Ideen brauchen Menschen, die sie nach vorne bringen. Bis ins Ziel und darüber hinaus. Engagierte Talente wie Sie, die bei uns ihre Qualitäten bereits während des Studiums beweisen möchten. Ob im Rahmen von **Praktika** oder **Abschlussarbeiten** – bei uns legen Sie den Grundstein für Ihre Karriere. Schließlich können Sie bei MAHLE direkt vor Ort herausfinden, welchen Weg Sie in Zukunft gehen möchten. Neben der Möglichkeit, erste Praxiserfahrung zu sammeln, bieten wir Ihnen dabei auch vielseitige Einblicke sowohl in kaufmännische als auch in technische Bereiche. Und die Chance, sich frühzeitig ein eigenes Netzwerk aufzubauen. Gemeinsam mit unseren rund 64.000 Mitarbeitern an 140 Standorten und in zehn großen Forschungs- und Entwicklungszentren weltweit arbeiten Sie so an zukunftsorientierten Lösungen für unsere namhaften Kunden. Als weltweit führender Hersteller von Komponenten und Systemen für den Verbrennungsmotor und dessen Peripherie bieten wir ein Umfeld, das von kurzen Entscheidungswegen und viel Freiraum lebt – aber vor allem die Leistung eines jeden Einzelnen zu schätzen weiß. Ergreifen Sie Ihre Chance, und prägen Sie die Zukunft mit MAHLE.

[www.jobs.mahle.com](http://www.jobs.mahle.com)



 Jetzt Fan werden  
**MAHLEKarriereDE**

# MAHLE

*Driven by performance*



Professor  
Georg Vrachliotis

## Professor Georg Vrachliotis Conducts Fundamental Research into the Architectural Culture of the Present

BY MATTHIAS KEHLE // TRANSLATION: RALF FRIESE

# Unpopular Blind

# spots

“blind spots” of his discipline, as infrastructure buildings are at the center of networks, nodes of distribution for information, power, water, and goods. “These anonymous architectural buildings surrounding cities like the peel of an onion have an enormous influence in our daily life and often affect a city and its environment more than we would like. We live in a world as a database. Infrastructure buildings must be regarded as cultural integration media of a built environment by means of which the physical operating system of our society can be decoded. This is the theoretical potential they offer.” The 36-year-old scientist, who previously worked at the Zurich ETH, is concerned with fundamental research into the architectural culture of our present.

Four concepts currently constitute the center of his theoretical ideas: “Network,” “Laboratory,” “Transparency,” and “Resource.” What are the impressions of architecture, city, and landscape produced by the networking of space? How do traffic and transport systems change the cultural importance of locations? And why do logistics centers look the way they do? These are key questions about the “Network” concept. A different question results in the “discussion about accept-



FOTO: FOTOLIA.COM

They are the unloved stepchildren of architecture and urban construction: Utility buildings, such as logistics centers and power plants. “Architects like to see themselves as artists building stylish museums,” says Georg Vrachliotis, Professor of Architectural Theory at the KIT. Infrastructure buildings on the other hand, have no socially accepted aesthetic value. Vrachliotis is interested in these

ance." Why are buildings of that type regarded as ugly and disturbing? Vrachliotis feels that this is not the whole story: Infrastructure buildings have peculiar aesthetics of their own; we must see them as the historic foundations of urbanity." His second key concept is the "Laboratory" as a space of research and science industry long since detached from the historic image of a classical scientific laboratory, and advanced into the role of a popular signature of a future "experimental society." Today, sciences produce aesthetic image worlds which frequently need to be moved closer to a kind of lifestyle operation. "The image of science and research has changed in line with its architecture. Vrachliotis' third key concept is not surprising: "Transparency." "Democratic building" had influenced post-war Germany with transparent political buildings, such as the Federal Chancellor's bungalow in Bonn or the Fed-

eral Constitutional Court in Karlsruhe. The current political debates revolving around democracy, the private sphere of the individual, and technical transparency in many ways run counter to the transparency debates of post-war architecture: "It is about time that these causes be combined," says Vrachliotis, so they can be probed critically to find out to what extent technical and architectural transparency in fact can also mean societal transparency. Concept No. 4, "Resource," implies more than resources or questions of sustainability and ecology to the native Berliner. The "Resource" concept also has had a cultural function and has been tied to social activities, for instance when dealing with the historic potential of urban or natural spaces. So, what does it mean for an architect to design in a world trying to find its balance between increasing technologicization, on the one hand,

and an increasingly more important awareness of resources, on the other hand?

Georg Vrachliotis comes full circle when discussing his fourth concept: One of maybe the most important building blocks in a theory of the present is 'Supply'. In times of total availability we frequently no longer realized where our goods, energies, and data actually came from, how they reached us, and how much we owed our standard of living to the infrastructure networks. The "Supply" key concept had not only physical and social, but also subtle political dimensions: "Seeing oneself not only as a consumer, but also as a societal player, quite automatically confronts one with the question of the adequacy of one's doing and the responsibility to the environment. Why do we need something, and how quickly do we need it?" To him as an architectural and cultural theoretician, it was important to describe changes of this kind as early as possible and to reflect upon them critically for architecture: "Perhaps one must function like a pig looking for truffles."

In the short period of time he has so far spent at the KIT, Georg Vrachliotis has discovered a true "treasure trove." "This could be laurels to the KIT on an international scale," says Vrachliotis. He refers to the Archive for Architecture and Engineering in Southwest Germany (saai). The saai collects, archives and conserves materials about the creations of important architects and related sciences, which makes it something like the cultural memory of the KIT: "Karlsruhe stores the estates of Friedrich Weinbrenner, Egon Eiermann, Günther Behnisch, and Frei Otto, the documents about Olympia 1972, and Stuttgart 21, to mention only a few." This is a distinction solely pertaining to the KIT, says Vrachliotis, pointing out at the same time that "the future nowadays unfortunately is looked for without the proper feeling for the past."

His work as a young professor is accompanied also by a demanding project: Building up a research training group for architecture, art, and technology, a kind of think tank made up of different divisions and the saai." "Networking" again is the key word. The department of architecture is facing a change of generations in a medium term, adds Vrachliotis. Perhaps there will also be an imminent paradigm shift that will be characterized by a young, socially and technically networked generation and the appropriate theoretical foundation. ■

## Ungeliebte blinde Flecken

Professor Georg Vrachliotis betreibt Grundlagenforschung zur Architekturkultur der Gegenwart

Versorgungsbauten wie Logistikzentren oder Kraftwerke sind für Professor Georg Vrachliotis „blinde Flecken“ der Architektur. Sie interessieren ihn als Knotenpunkte von Netzwerken zur Verteilung von Ressourcen ebenso wie zur „Decodierung der Gegenwart“. Mit einer eigenen Ästhetik prägen sie die Städte und den ästhetischen Diskurs. Neben dem Begriff des „Netzes“ beschreiben „Labor“, „Transparenz“ und „Ressource“ gesellschaftliche Gegenwartstendenzen ebenso wie architektonische Diskurse.

Der Begriff „Labor“ hat den Wissenschaftsbetrieb verlassen und ist vom Wissens- und Kreativbetrieb übernommen worden. In der Bundesrepublik gibt es außerdem eine Tradition „transparenten Bauens“ (etwa die Glaskuppel des Reichstags in Berlin), die für demokratisches Bauen steht. Dies wird durch gegenwärtige Entwicklungen konterkariert, wie etwa mangelnder digitaler Transparenz. Nach Vrachliotis gelte es, diese Diskurse zusammenzuführen. Architektur und gesellschaftspolitische Entwicklungen spiegeln sich auch in den theoretischen Begriffen „Ressource“ und „Versorgung“. So enthalten für den 36-Jährigen auch Archive gesellschaftliche Ressourcen und die Art, wie Menschen versorgt werden und sich versorgen lassen, veränderten das Zusammenleben. Ein Alleinstellungsmerkmal des KIT ist für Vrachliotis das Südwestdeutsche Archiv für Architektur und Ingenieurbau (saai), dessen Bedeutung noch nicht erkannt wurde. Ferner plädiert er für einen „Think-Tank“ aller an die Architektur angrenzenden Geistes- und Sozialwissenschaften. ■

Kontakt: georg.vrachliotis@kit.edu

# „Verstehen macht glücklich!“

Anastasia August, Mathematikerin und FameLab-Gewinnerin mit Witz und Esprit

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // FOTOS: FAMELAB



Mit nichts als einem Messer und einer Kerze steht Dr. Anastasia August auf der Bühne. 180 Sekunden hat sie Zeit, um ein komplexes wissenschaftliches Thema zu erörtern. Und unterhaltsam soll sie dabei auch noch sein. Nicht einfach, aber Anastasia August schafft es. Sie erklärt schnell, witzig und einleuchtend, wie man mit Kerzenwachs ganze Rechenzentren kühlen kann. Die KIT-Wissenschaftlerin schafft das sogar so gut, dass sie mit ihrem Vortrag über metallschaumbasierte parafingefüllte Wärmespeichermodule den baden-württembergischen Vorentscheid des Wettbewerbs für Wissenschaftskommunikation FameLab im Tollhaus Karlsruhe gewinnt: Erster Platz in der Jury- wie auch der Publikumswertung.

„Ja, das war ein toller Abend für mich“, sagt sie. „In einem Theaterstück erzählt man eine interessante erfundene Geschichte, da ist es nicht so schwer, das Publikum zu fesseln. Aber Wissenschaft ist eigentlich trocken und vielen fremd. Da ist es eine große Herausforderung, das den Leuten verständlich zu machen.“ Die sie gleich bei ihrem ersten FameLab-Versuch überhaupt mit Bravour meistert und in vollen Zügen genießt. „Es ist einfach schön, dass ich Leute kurz glücklich machen kann. Denn wenn man etwas versteht, was man davor gar nicht anrühren wollte, erzeugt das Glücksgefühle.“

Auf den ersten Blick wirkt die zierliche Mathematikerin ganz und gar nicht wie eine Frau, die gerne im Mittelpunkt steht, doch das täuscht. „Ich bin schon immer gerne auf der Bühne gewesen. In der Kindheit hat es angefangen, dass ich gerne aufgetreten bin – mit Musik- oder kleinen Theaterstücken, in Tanzgruppen. Das habe ich genossen und gelernt, mit dem Lampenfieber umzuge-

hen.“ Diese Freude erhält sie sich auch in der Wissenschaft: „Ich halte Vorlesungen hier am KIT, da ist es auch wichtig, dass man Themen spannend, interessant und verständlich rüberbringt, damit Studenten das besser verstehen.“

Der Weg in die Hörsäle – ob als Studentin oder Dozentin – war für Anastasia August allerdings ein gutes Stück weiter als für andere. Als sie 1994 mit ihren Eltern aus Gurjew am Kaspischen Meer nach Deutschland kam, hatte sie dort schon zwei Semester studiert, musste hier aber feststellen, dass ihr Abitur nicht anerkannt wurde. „Ich konnte kaum ein Wort Deutsch, war dann aber zwei Jahre auf einem Sondergymnasium für Ausländer und konnte die Allgemeine Hochschulreife nachholen. Am Anfang war ich wenig begeistert, aber rückblickend bin ich sehr dankbar, denn das Ausbildungsniveau auf den Schulen hier ist viel höher als in meiner Heimat. Ich konnte viel profitieren und langweilte mich nie. Deutsche Literatur vor allem, das war unglaublich gewinnbringend. Ich habe so viel gelernt – auch für das Leben.“ Umso höher ist zu bewerten, dass Anastasia August nun einen Wettbewerb gewonnen hat, der von einer Sprache lebt, die nicht ihre Muttersprache ist.

Ihr wissenschaftliches Zuhause ist allerdings die Mathematik. „Mein Spezialgebiet sind Modellierung und Simulationen physikalischer Vorgänge. Wir machen keine Experimente, wir machen Forschung fast ausschließlich mithilfe von Computersimulationen. Dort werden Vorgänge visualisiert, die man in der Realität nicht so gut beobachten kann, zum Beispiel wie sich Wärme in einem komplizierteren Metallgebilde ausbreitet.“ Für die Übersetzung der physikalischen Gesetze in ein Computerprogramm ist Anastasia August am Ins-

titut für Angewandte Materialien – Zuverlässigkeit von Bauteilen und Systemen zuständig. „Da muss man sich mathematisch ziemlich anstrengen, denn ein Computer versteht eigentlich nur Rechenoperationen wie plus, minus, mal und geteilt. Und physikalische Gesetze sind aufwendiger: Man modelliert sie zunächst mithilfe von Integralen, Ableitungen, Differenzialen, Variationen – also mit lauter Konstrukten, die ein Computer in der Form nicht versteht. Man muss sie umschreiben, damit sie sich dadurch näherungsweise darstellen lassen. Dafür entwickeln Mathematiker Methoden, mit denen man es schafft, etwas Kompliziertes in etwas relativ Einfaches zu übersetzen, das ein Computerprogramm dann bearbeiten und berechnen kann.“

Komplizierte Dinge zu vereinfachen – das ist eben ein Spezialgebiet von Anastasia August, das auch ihren beiden Kindern zugute kommt. „Mein Mann und ich erklären ihnen alles, worüber sie sich wundern könnten. Warum zum Beispiel die Blasen blubbern, wenn das Wasser kocht, warum Öl sich nicht mit Wasser vermischt, warum der Drache fliegt. Mir ist zwar bewusst, dass sie es vielleicht nicht sofort und nicht im Detail verstehen, ich merke aber an ihren weiteren Fragen, dass sie interessiert mitdenken. Und mit der Zeit entwickeln sie ein intuitives Verständnis der Fachbegriffe wie zum Beispiel Dichte, Wärmekapazität, Auftriebskraft oder Luftdruck.“

Test-Publikum für ihren FameLab-Beitrag war auch ihre neunjährige Tochter. „Als sie sagte, Mama, du wirkst jetzt wie die im Fernsehen, da wusste ich, jetzt ist es gut.“ ■

Kontakt: [anastasia.august2@kit.edu](mailto:anastasia.august2@kit.edu)

Videos: [www.youtube.com/user/famelabgermany](http://www.youtube.com/user/famelabgermany)

## FameLab – was ist das?

FameLab ist ein internationaler Wettbewerb für Wissenschaftskommunikation, der 2011 erstmals auch in Deutschland ausgetragen wurde. Unter dem Motto „Talking Science“ bringt FameLab junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus über 20 Ländern auf die Bühne.

Drei Minuten haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf der Bühne Zeit, um das Publikum und die Fachjury zu überzeugen. Zur Präsentation ist nur erlaubt, was am Körper getragen werden kann.

Die Gewinner der Vorentscheide erhalten ein intensives Präsentations- und Medientraining in Berlin. Frisch gecoachert nehmen sie dann am nationalen Finale in Bielefeld teil. Dort qualifizieren sich die Teilnehmer für die Reise zum großen internationalen Finale beim Cheltenham Science Festival. ■

## “Understanding Makes Them Happy!”

Anastasia August, Mathematician and FameLab Winner with Wit and Esprit

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Dr. Anastasia August stands on the stage with nothing but a knife and a candle. She has 180 seconds to present a complex scientific topic. And Anastasia August does well: She explains in a quick, funny, and plausible way, how entire computing centers can be cooled with candle wax. The mathematician working at KIT's Institute for Reliability of Components and Systems speaks about metal foam-based paraffin-filled thermal storage modules so well that she wins the Baden-Württemberg round of FameLab, the competition for science communication, at the Tollhaus Karlsruhe: First place, by the decision of both the jury and the audience. “Yes, this was a great evening for me,” she says. “A theater play tells an interesting fictitious story. In this case, it is not so difficult to fascinate the audience. But science is rather dry and unknown to most of the people. It is a big challenge to make science understandable for everyone.” Anastasia August mastered this challenge with excellence in her first FameLab attempt and enjoys her success. “It is simply wonderful that I can make people happy for a short period of time. When people understand something they were afraid or ignorant of before, they feel happy.”

FameLab is an international competition for science communication that was organized in Germany in 2011 for the first time. Under the heading of “Talking Science”, FameLab makes young scientists from more than 20 countries appear on stage. The competitors have three minutes to convince the audience and expert jury. For their presentation, they are permitted only to use objects they can carry along. ■

Contact: [anastasia.august2@kit.edu](mailto:anastasia.august2@kit.edu)

Videos: [www.youtube.com/user/famelabgermany](http://www.youtube.com/user/famelabgermany)

**Wer zu uns kommt, schätzt  
den kleinen Unterschied.**

**Den zwischen Reden und Machen.**



### Ingenieure mit Erfindungsgeist und Gestaltungswillen gesucht.

Wir sind einer der Innovationsführer weltweit im Bereich Antriebstechnologie.

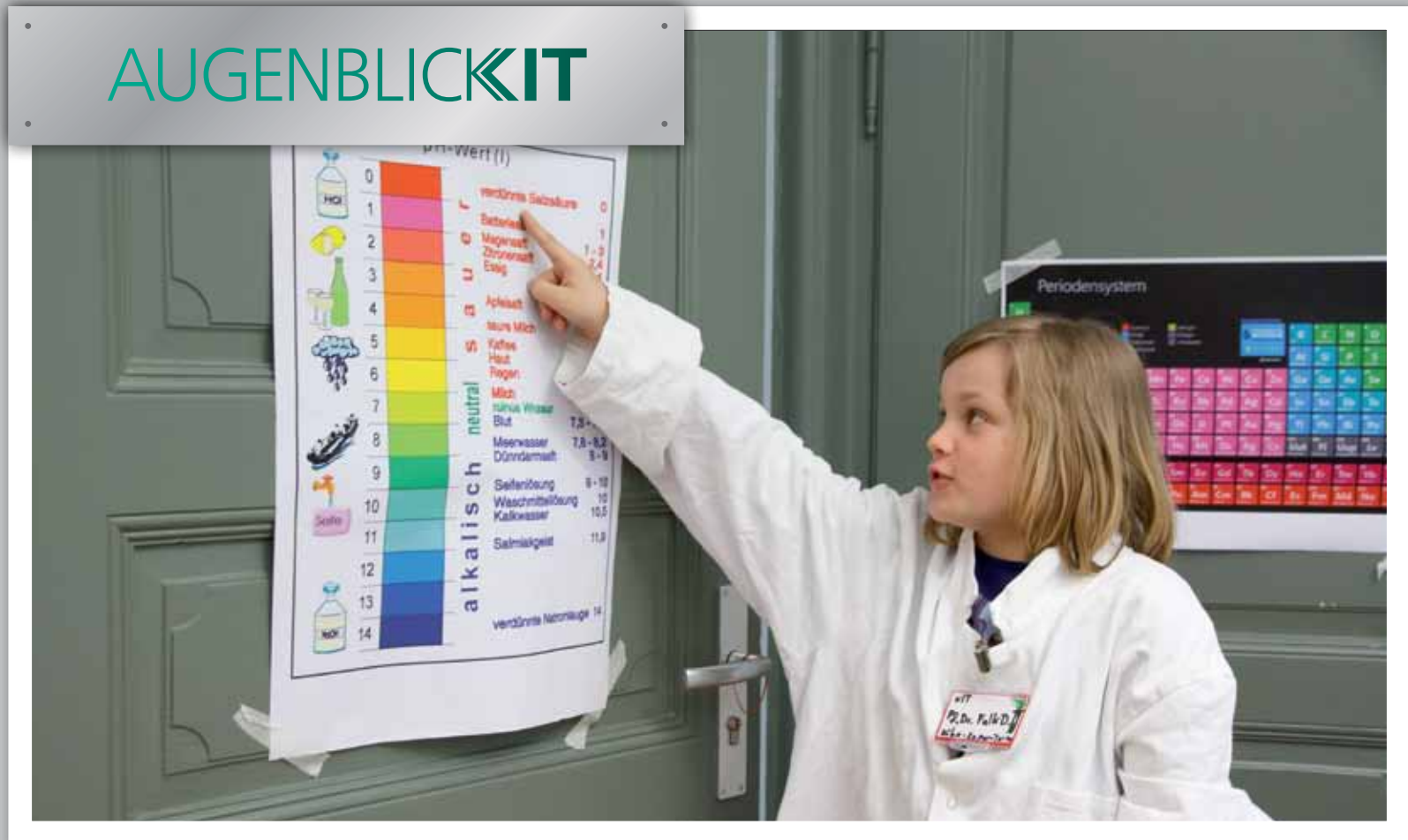
Wir sind facettenreich genug, um Ihren Ehrgeiz mit immer wieder spannenden Projekten herauszufordern. Und klein genug, um Ihre Ideen ohne große Umwege in die Tat umsetzen zu können. SEW-EURODRIVE hat für Ingenieure aus den Bereichen Entwicklung, Vertrieb, Engineering, Softwareentwicklung und Service zahlreiche interessante Perspektiven zu bieten. Also: Haben Sie Lust, in einem engagierten Team etwas Gutes noch besser zu machen? Dann herzlich willkommen bei SEW-EURODRIVE!

**Jetzt informieren über Praktikum,  
Abschlussarbeit und Berufseinstieg:**

[www.karriere.sew-eurodrive.de](http://www.karriere.sew-eurodrive.de)

**SEW  
EURODRIVE**

# AUGENBLICKIT



## Früh übt sich ...

Rein in den Kittel und los ging's: „Naturwissenschaften in Aktion“ lautete das Thema der Ferienbetreuung in der ersten Osterferienwoche am KIT. Auf dem Foto erklärt der zehnjährige „Dr.“ Falk Dietrich den Unterschied zwischen sauren, neutralen und alkalischen pH-Werten. Emanuel Jöbstl, Hiwi in der Fotostelle, hielt die Szene fest: „Das Arbeiten mit Kindern ist für mich eine der schönsten Aufgaben in meinem Job. Immer wieder erstaunt es mich, wie motiviert und voller Neugier sich die Jungs und Mädchen an Aktivitäten beteiligen. Während der Osterwoche wurde das KiBU-Haus in ein Labor verwandelt und etliche Versuche wurden gemacht. Große Freude hatten die Kinder dabei, über ihre Experimente zu berichten und die Schilder im Labor zu erklären. Aber besonders wichtig war ihnen, voller Stolz zu erzählen, wie und wo ihre Eltern am KIT arbeiten oder studieren.“

Insgesamt 38 Kinder im Alter von 6–14 Jahren verlebten am Standort des KiBU e. V. (Verein für die Kinder der Beschäftigten und Studierenden des KIT) auf dem Campus Süd spannende Ferientage und bekamen einen authentischen Eindruck in naturwissenschaftliche Forschungsarbeit. Seit 1995 bietet das Organisationsteam im Büro für Chancengleichheit zu allen Schulfertienterminen des Landes Baden-Württemberg ein abwechslungsreiches, altersgerecht differenziertes und pädagogisch hochwertiges Betreuungsangebot. (drs) ■

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

## Starting Young ...

“Natural science in action” was the heading of the holiday program for kids during the first week of the Easter holidays at KIT. And so they put on their lab coats and started work. In the photo, ten-year-old “Dr.” Falk Dietrich explains the difference between acid, neutral, and alkaline pH values. Emanuel Jöbstl, a student working at the photographers’ office, captured this on a photo: “Working with children is one of the tasks I like most in my job. I am always surprised how motivated and curious the boys and girls are. In the course of the week, the KIBU building was turned into a laboratory and various experiments were conducted. The children enjoyed reporting about their experiments and explaining the signs in the laboratory. And, full of pride, they talked about how and where their parents work or study at KIT.”

38 children, ages 6 to 14, passed one holiday week with the KIBU e.V. (Association for care for children of employees of KIT) on Campus South. They gained an authentic impression of scientific research work. Since 1995, KIBU has been offering diverse, age-specific, and pedagogically valuable care services during school holidays in the state of Baden-Württemberg. (drs) ■

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

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER





Steinbeis-Transferzentrum für  
Management-Training

Kontakt: Prof. Rolf Richterich, r.richterich@stz-mgmt.de, Tel. 07451-521 272, www.stz-mgmt.de



University  
of Bolton

## Integrate career into your life – Now!

Mit dem Global MBA-Programm der University of Bolton entwickeln Sie MGMT-Führungskompetenz für internationale Märkte

- mit dem Gütesiegel der QAA
- berufsbegleitend
- zeit- und kosteneffizient
- auch als „Quereinsteiger“

Seit 2005 finden MBA-Programme der University of Bolton auch in Deutschland statt. Dazu halten international tätige Professoren Vorlesungen am Campus Horb.

Der MBA-Degree wird von der University of Bolton vergeben. Zugangsvoraussetzung ist der Bachelor oder vergleichbare Leistungen; diese müssen ggf. nachgewiesen werden – wir beraten Sie gerne.

Vorlesungsort: DHBW Stuttgart Campus Horb  
Florianstr. 15, D-72160 Horb a.N.

## Find the Solution to your Analytical Question



Discover our innovative push-button solutions and high performance analytical systems:

- Magnetic Resonance
- Mass Spectrometry
- Infrared Spectroscopy
- X-Ray Analysis

[www.bruker.com](http://www.bruker.com) [info@bruker.com](mailto:info@bruker.com)

# Goodfellow

[www.goodfellow.com](http://www.goodfellow.com)

## Hochreine Metalle und Materialien für Forschung und Entwicklung

Goodfellow GmbH  
Postfach 13 43  
D-61213 Bad Nauheim  
Deutschland

Tel: 0800 1000 579 (freecall)  
oder +44 1480 424 810  
Fax: 0800 1000 580 (freecall)  
oder +44 1480 424 900  
[info@goodfellow.com](mailto:info@goodfellow.com)

ONLINE KATALOG



70 000 PRODUKTE



KLEINE MENGEN



SCHNELLER VERSAND



MASSANFERTIGUNGEN





Wie man aus Schweinegülle  
Geld machen kann

VON DR. SABINE FODI

**Fast  
wie  
im**

**Märchen**



Zugegeben, wenn man an Schweinemist, pardon Schweinegülle, denkt, fällt einem nicht unbedingt sofort Nährstoffgewinnung und Geldersparnis ein. Dies könnte sich jedoch in Zukunft ändern, denn mit dem am Kompetenzzentrum für Materialfeuchte am KIT entwickelten und zur Praxisreife gebrachten P-RoC-Verfahren (Phosphorus Recovery from waste and process water by Crystallization) könnte sich für manchen Landwirt die Arbeit mit der Gülle richtig lohnen.

Im Rahmen des Projekts „Nährstoffrückgewinnung aus Schweinegülle“ entwickelten die Forscher um Dr. Rainer Schuhmann, dem Leiter des Kompetenzzentrums für Materialfeuchte, das Verfahren, mithilfe dessen sich die Phosphorgehalte in der Gülle reduzieren lassen. Denn Phosphor ist eines der wichtigsten Nährstoffelemente für alle biologischen Organismen, ohne diesen gäbe es keine Pflanzen und das Element Phosphor ist auch nicht ersetzbar. Der mit dem P-RoC-Verfahren gewonnene Phosphor kann dann als Mineraldünger genutzt werden. Die Phosphorrückgewinnung ist auch deshalb interessant, da die Phosphor-Bestände auf der Erde nicht unendlich sind, Vorräte gibt es hauptsächlich in Ländern wie China, Nordafrika, USA und Russland.

Seit März dieses Jahres läuft beim Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg – Schweinehaltung, Schweinezucht – eine Demonstrationsanlage zur Nährstoffrückgewinnung aus Schweinegülle. In der Regel wird die Gülle vor der Ausbringung vorzugsweise in Co-Fermentierungsanlagen, also Biogasanlagen, behandelt, um die enthaltene Energie zu nutzen und nun wurde in solch eine Anlage die Phosphor-Rückgewinnung integriert. Mit dem dort eingesetzten P-RoC-Verfahren kann der Nährstoff Phosphor aus der Gülle herausgeholt werden.

Denn die hohen Phosphorgehalte in der unbehandelten Gülle würden eine Überdüngung des Bodens nach sich ziehen und dies würde den Bauern dazu zwingen, genügend Fläche für die Gülleausbringung zur Verfügung zu stellen. Und da liegt das Problem, denn es gibt immer weniger landwirtschaftlich nutzbare Flächen und immer mehr Schweine. Zum anderen stabilisiert Phosphor-reduzierte Gülle den Gärprozess in den Co-Fermentierungsanlagen.

Somit ist dies für Landwirte doppelt interessant: Zum einen können mehr tierische Ausscheidungen auf den Feldern ausgebracht werden und etwa 20 bis 30 Prozent weniger Fläche zur Gülleausbringung wird benötigt. Sind bisher pro Hek

tar Hofffläche 15 Schweinemastplätze erlaubt, erhöht sich mit der behandelten Gülle die Zahl auf 25 Plätze. Zum andern läuft die Energiegewinnung in den Co-Fermentierungsanlagen runder und es ist mit einer wirtschaftlichen Rückgewinnung von bis zu 25 Euro/m<sup>3</sup> Gülle zu rechnen. Die Kosten für eine Phosphor-Recycling-Anlage liegen bei 50 000 Euro und im Jahr können 5 000 m<sup>3</sup> Gülle behandelt werden. Die Betriebskosten liegen bei 8 bis 25 Euro/m<sup>3</sup>.

Das P-RoC-Verfahren ist technisch einfach, durch eine Kristallisationsreaktion mittels eines Calcium-Silicat-Hydrates wird ein Teil des Phosphors herausgelöst. In einem ersten Schritt wird aus einer Sammelgrube Schweinegülle in einen Behälter gepumpt, in dem Feststoffe wie Streu, Sand und fester Kot herausgefiltert werden. In einem zweiten Behälter wird der Gülle dann das Calcium-Silicat-Hydrat zugegeben. Durch eine chemische Reaktion bildet sich das Sekundärphosphat. Das so gewonnene Material wird herausgenommen, getrocknet und als Mineraldünger genutzt.

Die übrige Gülle hat ein besseres Nährstoffverhältnis und der Boden wird so nicht überdüngt. Zudem werden die separierten Nährstoffe in eine transportfähige und dosierbare Form überführt. Nach der Fermentation ist ein Substrat verfügbar, das landwirtschaftlich verwertet werden kann und den Nährstoffkreislauf schließen soll. So wird die regionale Absetzbarkeit des Substrats gewährleistet und zusätzlich Düngemittel gewonnen.

Gestartet wurde das Projekt im Jahr 2012, nach zweijähriger Forschungsarbeit wurde nun im Jahr 2014 die Demonstrationsanlage in Betrieb genommen. Das Kompetenzzentrum für Materialfeuchte am KIT entwickelte das P-RoC-Verfahren, das Karlsruher Ingenieurbüro Roth & Partner übernahm die Planung der Anlage. Gebaut wurde die Anlage von der Firma Alltech Dosieranlagen GmbH mit Sitz in Weingarten bei Karlsruhe und die Universität Hohenheim bestätigte die Düngewirksamkeit des erzeugten Sekundärphosphats. Gefördert wurde das Projekt je zur Hälfte mit EU-Mitteln des „Europäischen Fonds für regionale Entwicklung“ und dem Land Baden-Württemberg mit insgesamt 650 000 Euro. ■

Kontakt: rainer.schuhmann@kit.edu  
rainer.koerber@kit.edu

## Almost Like a Fairy Tale

### How to Make Money from Pig Slurry

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Admittedly, we do not necessarily associate pig slurry with nutrient recovery and money saving. However, this may change in the near future: Many a farmer may profit considerably from the liquid manure of the pigs he breeds by applying the P-RoC method invented and developed at KIT's Competence Center for Material Moisture.

Since March this year, a pilot plant for recovery of nutrients from pig slurry has been operated by Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg für Schweinehaltung und Schweinehaltung, an education and knowledge center for pig breeding and pig farming in Boxberg, Germany. The P-RoC method (Phosphorus Recovery from Waste and Process Water by Crystallization) invented and developed by researchers at KIT's Competence Center for Material Moisture reduces the phosphorus content in pig slurry. Valuable nutrients thus can be recovered and used as mineral fertilizers while avoiding over-fertilization of the soil.

The P-RoC method is technically simple: Part of the phosphorus is dissolved via crystallization by means of calcium silicate hydrate and is then dried and used as mineral fertilizer. The remaining liquid manure has a better nutrient ratio and the soil thus is not being over-fertilized.

The project was started in 2012. After two years of research, the pilot plant was ready to become operational recently. With a total sum of 650,000 euros, the project has been funded equally by EU funds from the European Regional Development Fund and by the state of Baden-Württemberg. ■

Contact: rainer.schuhmann@kit.edu

*Die Demonstrationsanlage zur Nährstoffrückgewinnung aus Schweinegülle beim Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg – Schweinehaltung, Schweinezucht*

*Pilot plant for recovery of nutrients from pig slurry at the Education and Knowledge Center for Pig Breeding and Pig Farming in Boxberg*



FOTO: ANDREAS RÄSCH

# MBA „European Management“

## Europa-Institut, MBA School, Saarland University, Germany

### Programme

Since over 20 years, the MBA programme “European Management” of Saarland University gives young professionals the opportunity to learn how to deal with various remaining differences and specific cultural differences in a united Europe. The MBA programme at Saarland University translates a clear vision into action: „With our focus on people, markets and ethics, we enable current and future leaders not only to understand global economic systems, but also to formulate and to implement strategies which are economically successful as well as socially responsible!“.

Our MBA programme gives you the chance:

- to learn the economic, political, legal and cultural basics of the European integration in an interdisciplinary comprehension, as well as
- to acquire the necessary skills and abilities for leading companies with dealings with(in) Europe.

### What makes us different?

We take account consistently of the specific demands of the European economic area. We combine cutting edge research with modern teaching style. We create a truly international experience in a truly international university.

### We like differences!

We qualify the managers of tomorrow with fundamental knowledge in European management. Our students understand the cultural diversity of Europe and know how to transform it in successful management decisions. They are prepared for „Managing successfully with(in) Europe“.

### Full-time Option/Part-Time Option

The Full-Time MBA programme starts in October. Within the first nine months of study, you complete 15 course weeks, among which three “International Weeks” take place abroad. After successfully completion, you have three months time to write the Master Thesis.

The Part-Time MBA programme gives you the possibility to extend your studies up to a period of 4 years while staying in the job. Start of the programme is possible anytime between October and May. After successfully completion of the 15 course weeks, you have six months time to write the Master Thesis.

### Practical relevance

Practitioners from international institutions and enterprises lecture on topical issues and share their professional experience. Managers from global companies invite you to visit their manufacturing facilities and share their insights into European management.

### Admission criteria

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| 1. First degree    | 3. TOEFL |
| 2. Work experience | 4. GMAT  |

### Module overview

#### Module 1: Management Basics

- M1-1 International Management
- M1-2 Corporate Sustainability and Social Responsibility

#### Module 2: European Regulations

- M2-1 European Law
- M2-2 European Economics
- M2-3 European Politics

#### Module 3: Financial Management

- M3-1 International Accounting
- M3-2 International Finance (International Week)

#### Module 4: Marketing and Management

- M4-1 Marketing and Management in Emerging Countries (International Week)

#### Module 5: Human Capital Management

- M5-1 International Human Resource Management
- M5-2 Cross-Cultural Management

#### Module 6: Operations Management

- M6-1 International Controlling
- M6-2 Service Management

#### Module 7: Behaviour Management

- M7-1 Consumer Behaviour
- M7-2 Entrepreneurship

#### Module 8: Retailing

- M8-1 International Retailing and Logistics (International Week)

Language of instruction is English.

Case studies, group work, discussions, presentations and additional activities (e.g. team training, excursions, company visits) are part of the MBA programme too.

### Location

Saarbrücken is located at the border triangle of France-Luxembourg-Germany. Saarland University was proclaimed as a „European University“ in the early 50s and has got a strong European orientation since that time. The Europa-Institut was founded in 1951 as a symbol of that orientation. Many students came from abroad to study in Saarbrücken. Today more than 293 cooperations and partnerships in 52 countries mirror this internationality. Enjoy this cosmopolitan flair during your MBA studies in the heart of the European Union!

### MBA Course guidance/Information

Dipl.-Kffr. Mathilde Müller-Bulabois

Tel: +49 (0)681 302-2553 | Email: m.mueller@mba-europe.de

Homepage: www.mba-europe.de



## Raus aus der FORSCHUNG, rein ins Management!

Sie sind Informatiker, Ingenieur, Chemiker oder Physiker  
mit Zukunftsplänen in der Wirtschaft?

Mit dem seit 1990 bewährten MBA-Programm (Vollzeit- oder Teilzeit) der Universität des Saarlandes entscheiden Sie sich für eine erstklassige Managementausbildung!

- Solides Fachwissen im General Management
- Europäische Ausrichtung der Lehrinhalte
- Renommierete Dozenten aus dem In- und Ausland
- Ausbau der Soft Skills
- Optimale Aufstiegschancen

**Bewerbung und Einstieg jederzeit möglich!**  
[www.mba-europe.de](http://www.mba-europe.de)

Tel: +49 (0)681/302-2553  
m.mueller@mba-europe.de



Managing  
with(in) Europe

**MBA School**  
Universität des Saarlandes



KIT-Alumnus Alexander Gerst forscht im All

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER // FOTOS: NASA-B. STAFFORD, ESA

# Der Senkrechtstarter

Mit 300 Tonnen Treibstoff und 26 Millionen PS wurde sein Traum am 28. Mai gezündet: An diesem Tag ist Alexander Gerst vom Kosmodrom Baikonur in einer Sojus-Kapsel zur Raumstation ISS gestartet, um dort sechs Monate lang zu leben und zu forschen. Zu diesem Zeitpunkt hatte der KIT-Absolvent nicht nur nach russischer Kosmonautentradition einen Baum gepflanzt, son-

dern es lagen vier Jahre hartes Training und intensive Vorbereitung hinter ihm, bis es endlich hieß: „Lift off“.

Damit gehört Gerst zu dem illustren Kreis von 14 Deutschen, die bisher im All waren, als dritter auf der ISS. Eine kleine Gruppe von Männern, die unterschiedlichste Eigenschaften auf sich

*Jeder Handgriff wird von Alexander Gerst im DLR trainiert, eventuelle Notfallszenarien werden systematisch durchgespielt  
Alexander Gerst trains every possible action at the DLR, potential emergencies are simulated*



vereinen müssen. Neben Fitness, Besonnenheit und Begeisterung für die Raumfahrt sind auch fundierte wissenschaftliche Kenntnisse unabdingbar. Die Grundlagen dafür hat Alexander Gerst in seinem Studium am Institut für Geophysik am KIT (damals Universität Karlsruhe) erhalten: „Karlsruhe war der Start meiner wissenschaftlichen Karriere. Dort habe ich das wissen-



schaftliche Arbeiten und Forschen gelernt. Es war eine großartige Zeit. Ich habe von der Ausbildung in Karlsruhe sehr profitiert und bin dankbar dafür. Auch heute denke ich noch oft zurück.“

OZu seinen Aufgaben an Bord der ISS zählen wissenschaftliche Experimente im europäischen Columbus-Labor genauso wie Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten als Bordingenieur. Von insgesamt 162 Experimenten, von denen aktuell schon etliche laufen, konzentriert sich Gerst besonders auf einen elektromagnetischen Levitator. „Das ist ein Legierungs-Schmelzofen, den wir mit hoch bringen. Den werde ich an Bord des ATV 5, das ist der Europäische Raumtransporter, in Empfang nehmen, im Labor zusammenbauen und dann neue Legierungen untersuchen, die uns vielleicht in zehn Jahren neue Triebwerksschaufeln beschern in Flugzeugen, Automotoren und dabei Treibstoff und CO<sub>2</sub> einsparen“, erklärt er.

Dass er mit widrigen oder gar menschenfeindlichen Bedingungen gut klarkommt, hat er schon in seiner Diplomarbeit über Veränderungen von Strukturen unter dem neuseeländischen Vulkan Ruapehu nach einer Eruption bewiesen. Nach dem Master in Geowissenschaften an der Universität in Wellington (parallel zum Diplom in Karlsruhe) 2003 schrieb er seine Doktorarbeit an der Universität Hamburg. Thema: die Eruptionsdynamik des antarktischen Vulkans Mount Erebus. Dort harrete er sechs Wochen lang bei Temperaturen um minus 45 Grad Celsius am Kraterrand des Vulkans Erebus aus. Eine gute Vorbereitung auf die zwei Tage dauernden, äußerst beengten Flüge in einer Sojus-Kapsel und einen Aufenthalt in der Internationalen Raumstation ISS.

Dementsprechend war auch die Vorbereitung auf die Zeit im All für den Astronauten der Europäischen Weltraumorganisation ESA kein Zuckerschlecken: „Das Härteste war ganz am Anfang das Basistraining, wo man wirklich mit allem auf einmal konfrontiert wird. Die Amerikaner sagen, man trinkt aus einem Feuerwehrschauch. Und so ist es auch. Das heißt, man muss erst mal lernen, Informationen zu filtern, damit man sich nicht stressen lässt von den vie-

len Fakten die man in vier Jahren gesagt und gezeigt bekommt. Auch Russisch zu lernen innerhalb von drei Monaten, das war nicht ganz einfach. Von null auf 80 Prozent Kenntnisse, damit man wirklich auch auf Russisch Instruktionen bekommen und verstehen kann, das ist eine echte Herausforderung.“

Die „Amtssprachen“ an Bord der ISS sind Russisch und Englisch, die drei Astronauten – Gerst fliegt zusammen mit dem Amerikaner Reid Wiseman und dem Russen Maxim Surajew – kommunizieren immer in der jeweils praktischsten Sprache. „Das ergibt sich einfach je nach Situation“, sagt Gerst schmunzelnd. Dass die drei sich ausgezeichnet verstehen, konnten sie schon testen, als sie zu Trainingszwecken tagelang bei Minustemperaturen ohne Schlafsack und Zelt im russischen Wald überleben mussten.

Dagegen erscheint die Nahrungsversorgung auf der ISS geradezu „luxuriös“: „Heutzutage haben wir Essen in mehreren Formen dabei. Flüssiges im Beutel, also Suppe, die kann man dann rauslöffeln. Man hat dann Sachen in Dosen, da gibt es alle möglichen Varianten von Fleisch bis Pasta. Wir haben sogar gefriergetrocknetes Tiramisu, Bohnen, Gemüse, alles. Es ist ein bisschen anders prozessiert. Das heißt, in die Bohnen muss man heißes Wasser injizieren und dann



FOTO: MARGARETE LEHNE

*Im Gespräch: Alexander Gerst und lookIT-Redaktionsleiterin Domenica Riecker-Schwörer*

*Alexander Gerst talking to the chief editor of lookIT, Domenica Riecker-Schwörer*



zehn Minuten warten. Und dann schmecken sie tatsächlich und sehen auch aus wie Bohnen, das ist erstaunlich. Ist natürlich nicht ganz so gut wie hier auf der Erde, aber machbar“, erzählt Gerst noch auf der Erde.

Es gab sowieso wenig bis nichts, das die Vorfreude Gersts auf seine Mission mit Namen „Blue Dot“ hätte dämpfen können. Ob auf Twitter, Facebook, in Fernsehinterviews oder im persönlichen Gespräch: Die Begeisterung für seine Expedition 400 Kilometer entfernt von der Erde ist immer greifbar, spürbar und überträgt sich auf seine Zuhörer – einen besseren Botschafter für die Raumfahrt hätte die ESA kaum finden können.

Zugleich ist Alexander Gerst auch ein Botschafter des KIT im All. Denn neben persönlichen Gegenständen und Fotos hat er auch eine knapp 100 Gramm leichte KIT-Seidenfahne im Gepäck. Jeder Astronaut kann bis zu einem bestimmten Volumen und Gewicht einige solcher „Flight Items“ mit an Bord nehmen – die hoffentlich mit ihrem gesunden und munteren Besitzer im November heil auf die Erde zurückkehren werden. ■

Info: [www.esa.int/bluedot](http://www.esa.int/bluedot)

## The Highflyer

KIT Alumnus Alexander Gerst Conducts Research in Space

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

With 300 tons of fuel and 26 million horsepower, his dream was ignited on May 28: On this day, Alexander Gerst left the cosmodrome of Baikonur in a Soyuz space capsule to live and conduct research on the ISS space station for six months. Before lift-off, the KIT graduate planted a tree in the tradition of Russian cosmonauts and passed four years of hard training and extensive preparations.

Now, Gerst belongs to the group of fourteen Germans that have been to space so far, and he is the third German on the ISS. Astronauts have to possess a variety of characteristics. Apart from fitness, considerateness, and enthusiasm for astronautics, sound scientific knowledge is indispensable. This knowledge was acquired by Alexander Gerst during his studies at the Geophysical Institute of the then University of Karlsruhe. “In Karlsruhe, I had a great time. I very much profited from the education there and I am very grateful for it.”

His tasks on board the ISS include scientific experiments in the European Columbus Laboratory as well as repair and maintenance work as a space engineer. He already proved he is capable of coping with adverse conditions when he wrote his diploma thesis about modifications of structures below the Ruapehu volcano in New Zealand after an eruption. He was conferred the Master in Geosciences by the University of Wellington (parallel to the diploma in Karlsruhe) in 2003. After this, he spent six weeks at the edge of the crater of the Erebus volcano in the Antarctic at temperatures of about  $-45^{\circ}\text{C}$  for his doctoral thesis with the University of Hamburg. Preparations for his time in space also was no bed of roses for the astronaut of the European Space Agency ESA: Within a period of three months, he had to learn Russian. Official languages on board of the ISS are Russian and English. On their mission named “Blue Dot”, the three astronauts – Gerst flies together with the American Reid Wiseman and the Russian Maxim Suraev – will always communicate in the most practical language.

In remembrance of his time as a student, Alexander Gerst also acts as ambassador of KIT in space. Apart from his personal belongings and photos, he has taken along a silk flag of KIT weighing about 100 g. Every astronaut is allowed to take some flight items on board up to a certain volume and weight. Hopefully, these flight items will return safely to Earth together with their healthy owner in November. ■

Info: [www.esa.int/bluedot](http://www.esa.int/bluedot)  
[www.esa.int/ESA](http://www.esa.int/ESA)

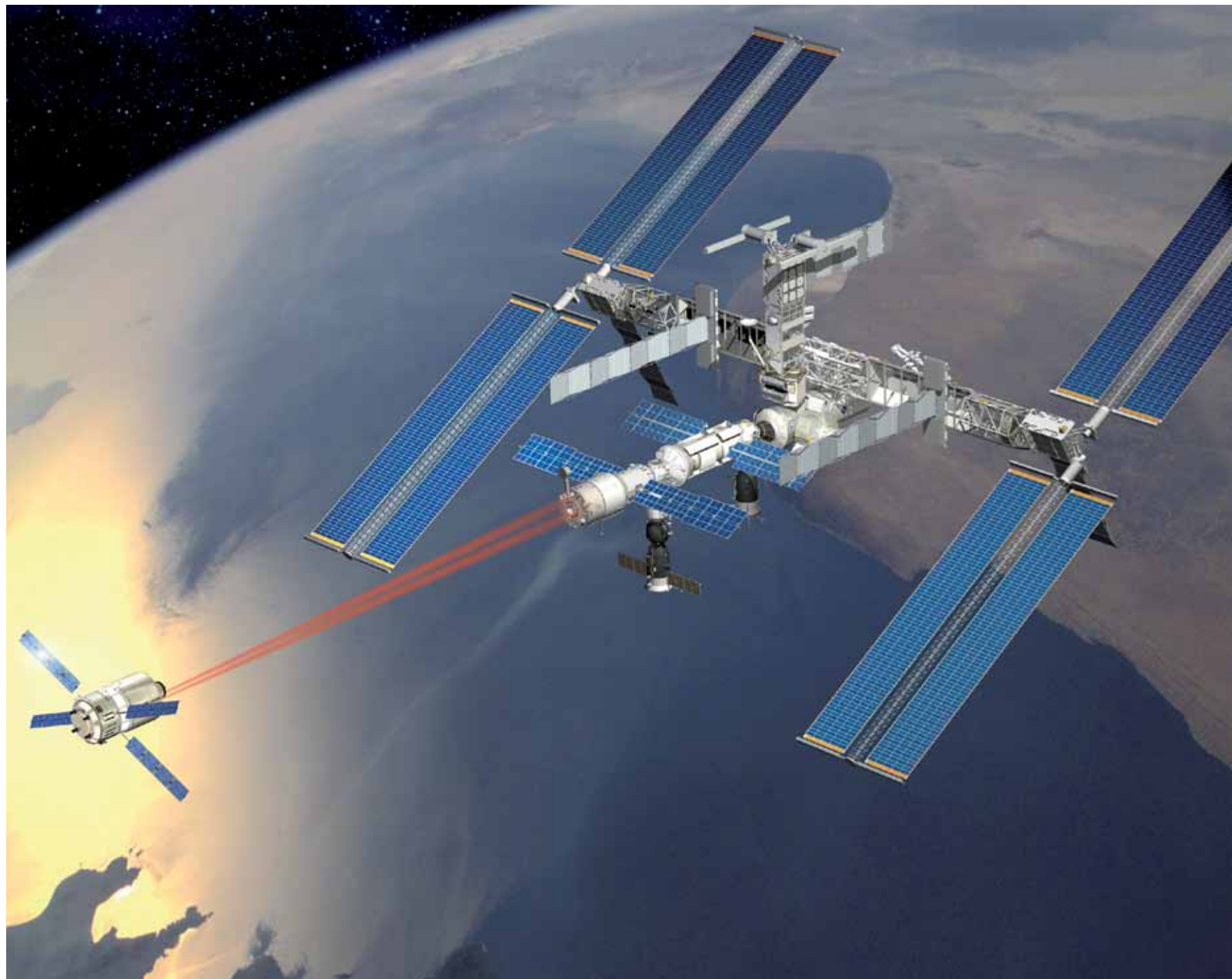


*Schwerelosigkeit wird  
im Astronautentraining  
unter Wasser simuliert*

*In astronaut training,  
zero gravity is simulated  
under water*

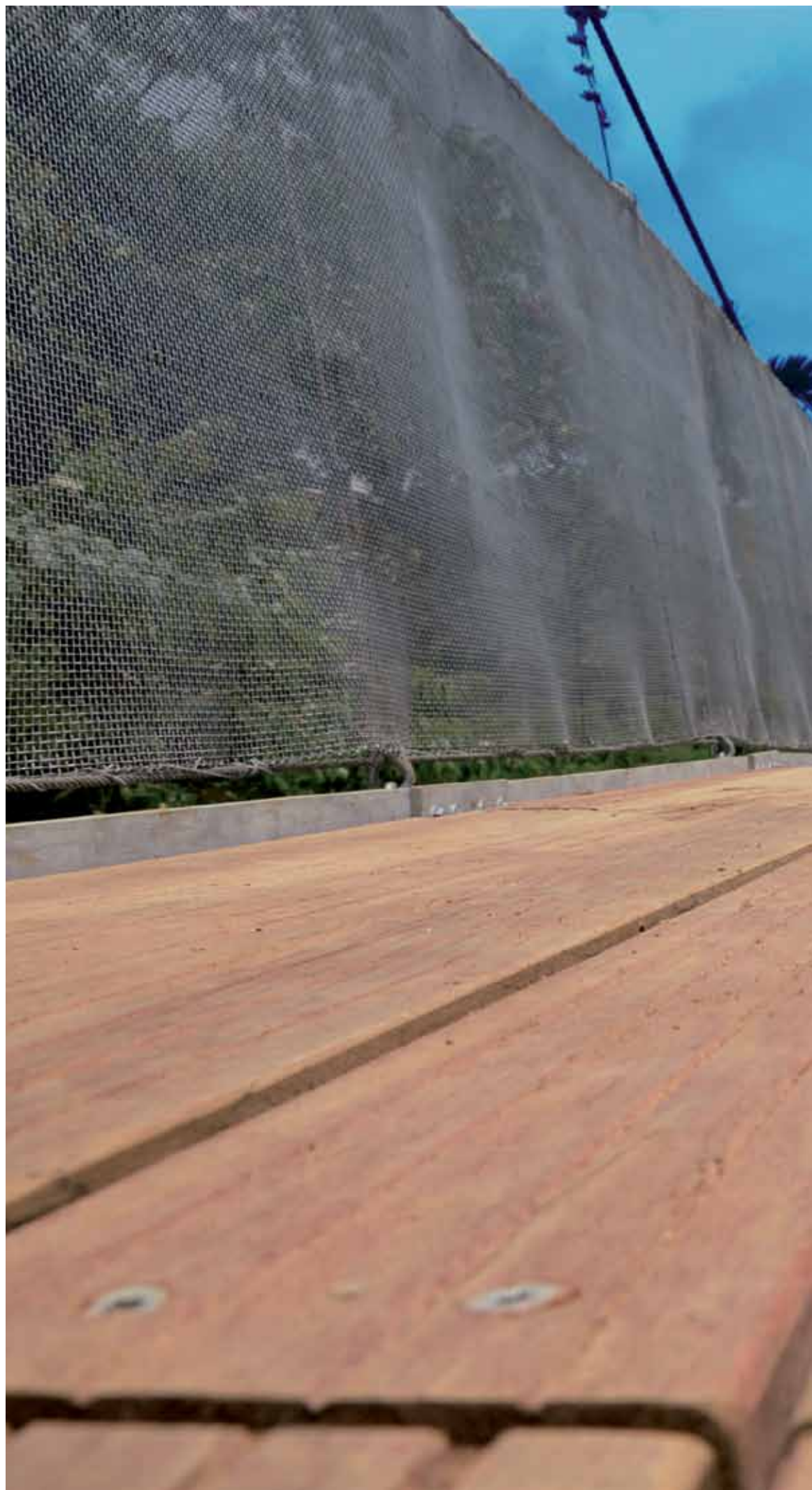
*Die Internationale Raumstation (ISS) ist zurzeit das größte künstliche Objekt im Erdorbit.  
Sie kreist aktuell in rund 416 km Höhe und hat seit 1998 fast 88 000 Male die Erde umrundet*

*Presently, the International Space Station (ISS) is the biggest artificial object in the orbit at  
a height of about 416 km. Since 1998, it has circled the Earth nearly 88,000 times*



Aus sechs Tonnen Stahl besteht die 30 Meter lange Hängeseilbrücke. Mit zwei Rampen, über die man die eigentliche Brücke erreicht, misst das Bauwerk stolze 60 Meter. Um die Kosten niedrig zu halten, wohnen und essen die Studierenden bei Einheimischen

The 30 m long rope bridge is made of six tons of steel. Including the two access ramps, the bridge has a length of 60 m. To minimize costs, the students live and eat with the local people



## 9000 Hours, 22 Students, One Goal: Crossing the Bentara River

BY ANN-CHRISTIN KULICK  
TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER  
FOTOS: DAVID WALTER



# Building **B**ridges

According to the dictionary, a bridge is “a structure built to span natural or artificial obstacles for the purpose of providing passage over the obstacle.” But a bridge can be much more: It can connect or bring together people of various cultures, as was experienced by 22 students of the KIT university group “Engineers without Borders” in Sri Lanka.

In July 2013, five KIT students traveled to the village of Pitigala located in the south of the island. This village is divided by the Bentara river. “Normally, the river is not very deep,” Sven Nagel, Head of the Sri Lanka Project Group, says. “The inhabitants of the village can simply walk through it to reach the other side. But several times during the year, in the monsoon season, the water level rises significantly and the river turns into a torrent. People have to make long detours or simply remain where they are.”





## Brücken bauen

9 000 Stunden, 22 Studierende, ein Ziel: den Bentara River überqueren

Im vergangenen Sommer reisten Studierende des KIT in das Dorf Pitigala, im Süden des Inselstaates Sri Lanka gelegen. Durch den Ort fließt der Bentara River, der mehrmals im Jahr zur Monsunzeit über die Ufer steigt und sich zu einem reißenden Strom entwickelt. Viele Einwohner müssen große Umwege in Kauf nehmen. Um dieses immer wiederkehrende Problem aus der Welt zu schaffen, beschlossen 22 Studierende der KIT-Hochschulgruppe „Engineers Without Borders“, eine Brücke über den Bentara zu bauen. Denn alle Bemühungen der Bewohner, die Regierung zum Bau einer Brücke zu bewegen, waren in den vergangenen 20 Jahren fehlgeschlagen.

Bevor die Arbeit vor Ort beginnen konnte, galt es noch in Deutschland eine Menge Probleme zu lösen. Dauerhaft sollte die Brücke sein, den Wassermassen standhalten, den Bodenverhältnissen entsprechen und sich optisch in die Natur einfügen.

Nach und nach kristallisierte sich ein konkreter Plan heraus, den die Studierenden in dreieinhalb Monaten mithilfe der Dorfbewohner umsetzten: Aus sechs Tonnen Stahl entstand eine 30 Meter lange Hängeseilbrücke. Aufgebockt auf zwei Meter hohen Wänden soll sie nun den Fluten standhalten. Mit den zwei Rampen, über die man die eigentliche Brücke erreicht, misst das Bauwerk stolze 60 Meter. 270 Tonnen Beton wurden dafür von Hand verarbeitet. Die Lauffläche ist nur wenige Zentimeter dick und bietet dem Wasser kaum Widerstand.

Um die Kosten niedrig zu halten, zahlten die Studierenden ihre Flüge selber, gewohnt wurde bei Einheimischen. Durch die gemeinsame Arbeit wurden nicht nur Freundschaften geschlossen: „Die Bewohner entwickelten durch ihre Einbindung in das Projekt auch ein Gefühl von Verantwortung für das neue Bauwerk, das im Laufe der Zeit zu ihrer Loku Paalama – das heißt große Brücke – wurde.“

Die Hochschulgruppe „Engineers Without Borders – Karlsruhe Institute of Technology e.V.“ plant und verwirklicht seit 2004 mit ihren über 100 Mitgliedern Entwicklungsprojekte in verschiedenen Ländern. ■

Info: [www.ewb-karlsruhe.de/](http://www.ewb-karlsruhe.de/)



270 Tonnen Beton wurden von Hand verarbeitet. Die Lauffläche ist nur wenige Zentimeter dick. Damit sie stabil bleibt, ist unter der bogenförmigen Lauffläche ein weiteres Stahlseil gespannt. Die Fläche selbst besteht aus 21 gleichen Segmenten. Zusätzlich ist die Lauffläche mit senkrechten Seilen am Haupttragseil befestigt

270 tons of concrete were processed manually. The deck is just a few centimeters thick. To keep it stable, another steel rope is spanned below the arch-shaped deck. The surface itself consists of 21 identical segments. In addition, the passage way is fixed to the main carrier rope by means of vertical ropes

To solve this recurrent problem, the project group decided to build a bridge across the Bentara river. "All efforts of the population, priests, and the mayor to make the government build a bridge or to find a solution failed in the past 20 years. Highly interested but very skeptical, the local people came to the first

meeting with us and could hardly believe our plans," Nagel reports.

Before work started in Sri Lanka, a number of problems had to be solved in Germany. An amount of EUR 75,000 was needed for funding the project. The bridge was to be built without

special tools, without professional devices and craftsmen, and with low-cost materials only. And many other factors had to be considered: The bridge was to be stable, to withstand the water masses, to comply with the ground, and to optically fit in nature. "But we wanted to accept the challenge. We wanted to construct



# SAP-Trainee Programm 2014

vom 01.10.14 bis 31.01.15  
Ausbildungsort: Heidelberg

Starten Sie Ihre Karriere als SAP-Berater. Gestalten Sie mit cbs globale Lösungen für internationale Industrieunternehmen.

## Wählen Sie Ihre Vertiefungsrichtung

- › SAP-Unternehmensberatung  
Logistik, Rechnungswesen oder Business Intelligence
- › SAP-Technologieberatung/Entwicklung  
Anwendungsentwicklung, Systemintegration, mobile Lösungen

## Macht schrittweise groß:

### cbs-Nachwuchsprogramm seit 1999

- › Unbefristeter Arbeitsvertrag mit attraktivem Gehalt von Anfang an
- › Persönliche Betreuung durch einen erfahrenen Consultant
- › Enge Einbindung in die operative Beratungsarbeit
- › Konkrete Projektaufgaben und Kundenkontexte
- › Wählen Sie Ihren präferierten Standort für die Zeit nach dem Programm: Heidelberg, Dortmund, Hamburg, München oder Stuttgart



Weitere Informationen:  
[www.cbs-consulting.com/trainee-2014](http://www.cbs-consulting.com/trainee-2014)

cbs Corporate Business Solutions  
Die Unternehmensberatung der Materna Gruppe  
Im Breitspiel 19 · 69126 Heidelberg  
Herr Steffen Schaaf · T +49 6221 3304-246  
[bewerbung@cbs-consulting.de](mailto:bewerbung@cbs-consulting.de) · [www.cbs-consulting.com](http://www.cbs-consulting.com)

**cbs**   
Corporate Business Solutions



and to plan every screw and every piece of steel,” David Walter, construction engineer of the Sri Lanka Project Group, says. “Not only during regular group meetings, but also on the weekends or between the lectures, we thought about the design. In the end, one of our professors checked it, but we were those who made the decisions. When we finally attracted generous sponsors for funding, most of the work was done.”

And this was their plan: A rope bridge of 30 m length was to be built from six tons of steel. Propped onto walls of two meters height, it was designed to withstand the water. Together with the two ramps to access the bridge, the construction is 60 m in length. 270 tons of concrete were processed manually. To minimize costs, the students paid for their plane tickets from their own funds and lived with the local people. “In the village, we lived with Buddha-dasa and his wife Warna, two local people,” Nagel says. “Every day, Warna brought rice, curry, and tea to the construction site. From the very beginning, these two people wanted us to be their guests during the construction period. We did not sleep much and had difficulties coping with the moist heat of the jungle in Sri Lanka, but our efforts were worthwhile. We gathered experience that cannot be taught in any university lecture.”

After three and a half months of work with the support of another 17 students of civil engineering, chemical engineering, and economics and tireless help by the local population, they had made it. It was possible to cross the river without any danger. “The main carrier rope made of steel now connects both banks of the river and carries the complete structure. The rope is spanned across two steel pylons of eight meters in height, which look like growing bamboo. The design of the bridge and in particular that of the bridge deck fits in the landscape,” Walter explains. The deck is just a few centimeters thick and hardly puts up any resistance to the water. To keep it stable, another steel rope is spanned below the arch-shaped deck. It prevents the surface from swinging. The surface itself consists of 21 identical segments that are connected by screws. In addition, the passage way is fixed to the main carrier rope by means of vertical ropes.

“Putting up the steel pylons was one of the biggest challenges. With the help of bamboo, ropes, and many people, we have mastered this challenge. During our work, we became friends. Many local people came every day to support us in the construction work. We did not only build a bridge across the river, but also a bridge between people of various cultures,” Nagel concludes.

In spite of all the planning, flexibility was necessary: “We had prepared well, but cultural peculiarities, availability of material, quality of construction material, vegetation, and weather can hardly be planned,” Walter adds. “In the beginning of the construction phase, the promised road needed for the delivery of the construction material was still lacking. At first, we were at a loss, but then the inhabitants worked hand in hand with us, and we built a temporary road.” And the joint work had another effect: “Due to their work with us in the project, the local people developed a feeling of responsibility for the new building that became their loku paalama – their big bridge – in the course of time.”

The university group “Engineers without Borders – Karlsruhe Institute of Technology e.V.” of KIT was established in 2004. Since then, the more than 100 members have been initiating, planning, and realizing development projects in several countries. ■

More information:  
<http://www.ewb-karlsruhe.de/>

# Und sonst? What else?



FOTO: ANDREAS DROLLINGER

## Lob in höchsten Tönen für die KIT-Orchester

VON DOMENICA RIECKER-SCHWÖRER

Engagierte Ensemblemitglieder, hervorragende Solisten und ein wohlausgesuchtes Programm: Mit dieser Mischung begeistern Dr. Dieter Köhnlein und seine Musikerinnen und Musiker des KIT-Sinfonie- und Kammerorchesters ein ums andere Mal in Karlsruhe und auf unzähligen Konzertreisen rund um den Globus.

1976 vom Physiker Dieter Köhnlein gegründet, haben die Ensembles aus Studierenden, Mitarbeitern und Freunden des KIT mit Spaß, Fleiß und einer großen Portion Talent auch etliche Wettbewerbe gewonnen. So veranstaltet der Deutsche Musikrat alle vier Jahre Wettbewerbe auf Bundesebene für nichtprofessionelle Ensembles und beide Orchester schneiden regelmäßig ausgezeichnet ab: Das Sinfonieorchester wurde drei Mal erster Bundespreisträger, das Kammerorchester gewann zum siebten Mal 2012 in Hildesheim den ersten Bundespreis.

Besonders freut sich Dieter Köhnlein über das Lob des Pianisten und Schriftstellers Hanns-Josef Ortheil nach dem Besuch eines Konzertes im März dieses Jahres in Karlsruhe: „Sie haben es wirklich geschafft, einen enthusiastischen und leuchtenden, jungen Klangkörper zu formen, der weit von jeder Routine entfernt ist. Das war ein klug komponiertes Programm und ein herrliches Konzert“, schrieb der Autor begeistert.

Ein ebenso herausragendes Programm erwartet Musikfreunde am 12. Juli im Gerthsen-Hörsaal (Engesserstr. 9, KIT-Campus Süd) um 20 Uhr: Dort spielt das Sinfonieorchester unter Leitung von Dieter Köhnlein Werke von Bernstein (Ouvvertüre zu Candide), Gershwin (Rhapsody in Blue) und Brahms (4. Sinfonie), Solist am Klavier wird Takuhiro Murayama sein. ■

Info unter: [www.zak.kit.edu/2210.php](http://www.zak.kit.edu/2210.php)  
Kontakt: [dkoehnlein@gmx.de](mailto:dkoehnlein@gmx.de)

## High Praise for the KIT Orchestras

TRANSLATION: RALF FRIESE

Committed players, excellent soloists, and a program well composed: This is the mix Dr. Dieter Köhnlein and his musicians of the KIT Symphony and Chamber Orchestras employ to win the applause of their audiences again and again, at Karlsruhe and on innumerable tours around the globe.

The ensembles, made up of students, staff and friends of the KIT, were founded by physicist Dieter Köhnlein in 1976. They have won numerous competitions thanks to their commitment, enthusiasm, and plentiful talent. The Deutscher Musikrat organizes competitions for non-professional orchestras on a federal level every four years, in which both KIT orchestras regularly achieve top rankings. The Symphony Orchestra has won the first federal prize three times, the Chamber Orchestra won its seventh first federal prize in Hildesheim in May 2012.

Dieter Köhnlein is particularly happy about the praise expressed by pianist and writer Hanns-Josef Ortheil, who attended a concert in Karlsruhe in March this year: “You have truly managed to create an enthusiastic, brilliant young orchestra far removed from any routine. This was an excellently assembled program and a wonderful concert,” the author wrote.

A program just as excellent will be offered to music lovers at the Gerthsen auditorium (Campus South, Engesserstraße 9) at 8 p.m. on July 12: The Symphony Orchestra conducted by Dieter Köhnlein will play works by Leonard Bernstein (the overture to “Candide”), George Gershwin (Rhapsody in Blue), and Johannes Brahms (4<sup>th</sup> Symphony). The piano soloist will be Takuhiro Murayama. ■

Information under [www.zak.kit.edu/2210.php](http://www.zak.kit.edu/2210.php)  
Contact: [dkoehnlein@gmx.de](mailto:dkoehnlein@gmx.de)

# Steinbeis Business Academy

SBA

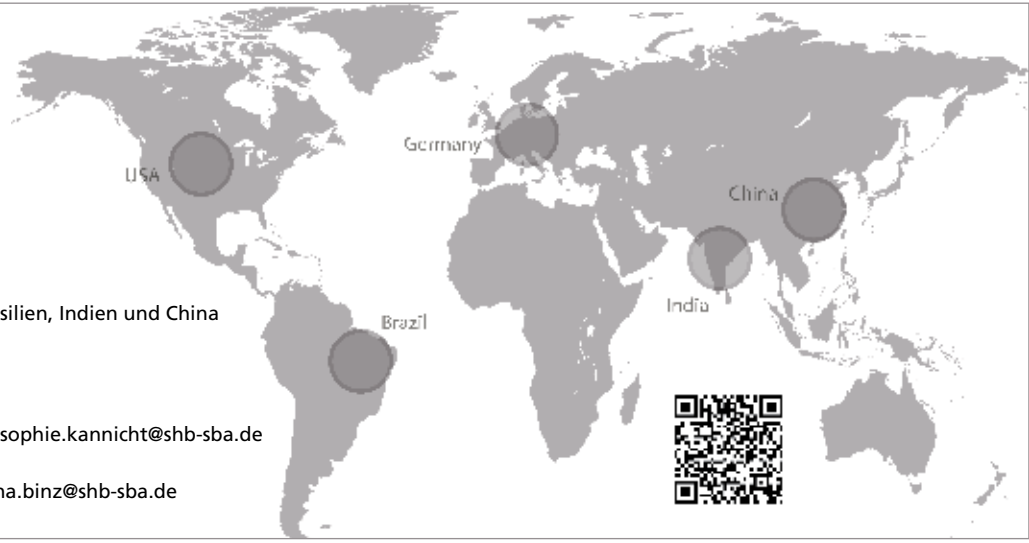
Steinbeis-Hochschule Berlin SHB



- Berufsbegleitende Studiengänge deutschlandweit und international: Master of Arts in Management und MBA
- Fachrichtungen: General Management, Public Management sowie Social, Healthcare and Education Management
- Internationale Ausrichtung möglich durch Studienphasen in Europa, Brasilien, Indien und China
- FIBAA-akkreditiert
- Staatlich genehmigt und international anerkannt

**Deutschlandweite Masterprogramme: Anne-Sophie Kannicht**  
Filderhauptstraße 142 . 70599 Stuttgart . Tel.: 0711 451001-43 . Mail: anne-sophie.kannicht@shb-sba.de

**Internationale Masterprogramme: Katharina Binz**  
Eisenlohrstraße 23 . 76593 Gernsbach . Tel.: 07224 62008-42 . Mail: katharina.binz@shb-sba.de



Looking for a bright future?  
Do research in Optics & Photonics!

KSOP

Karlsruhe School of Optics & Photonics

- 3-years Doctorate Program at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
- Research Areas: Photonic Materials & Devices, Advanced Spectroscopy, Biomedical Photonics, Optical Systems, Solar Energy
- Modular training in technical and management competences
- Scholarship program
- Supervision & mentoring concept, national & international networking

Language: English | Applications: Any time | On top: MBA Fundamentals Program



Karlsruhe School of Optics & Photonics (KSOP)  
Graduate School of the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

www.kit.edu

## IMPRESSUM/IMPRINT

Herausgegeben vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Edited by Karlsruhe Institute of Technology (KIT)  
Presse, Kommunikation und Marketing (PKM)  
Dr. Thomas Windmann

KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und nationales  
Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft  
KIT – University of the State of Baden-Württemberg and National  
Research Center of the Helmholtz Association

### AUFLAGE/CIRCULATION

22 000

### REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

KIT, Redaktion lookKIT // Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe  
Fax: 0721 608-25080 // www.pkm.kit.edu/kit\_magazin

### REDAKTION/EDITORIAL STAFF

Domenica Riecker-Schwörer (verantwortlich/responsible) <drs>  
Tel./Phone: 0721 608-26607 // E-Mail: domenica.riecker-schworer@kit.edu

### BILDREDAKTION/COMPOSITION OF PHOTOGRAPHS

Gabi Zachmann und KIT-Fotostelle/and KIT Photograph Service

Nachdruck und elektronische Weiterverwendung von Texten und  
Bildern nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Redaktion.  
Reprint and further use of texts and pictures in an electronic  
form require the explicit permit of the Editorial Department.

### ÜBERSETZUNG/TRANSLATION

KIT-Sprachendienst/KIT Translation Service // Byron Spice

### KORREKTORAT/PROOFREADING

Inge Arnold

### ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

ALPHA Informationsgesellschaft mbH // E-Mail: info@alphapublic.de

### LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

modus: medien + kommunikation gmbh // Im Schlangengarten 22a  
76877 Offenbach/Queich // www.modus-media.de  
Mediengestaltung: Julia Eichberger

Grafik-Design: Christine Heinrich

### DRUCK/PRINT

Krüger Druck + Verlag GmbH & Co. KG // Handwerkstraße 8–10 // 66663 Merzig

lookKIT erscheint viermal pro Jahr, jeweils zum Ende eines Quartals.  
lookKIT is published four times per year at the end of three months' intervals.

lookKIT



# Einsteigen und Professional Agile Software Engineer werden

Scrum

Bei andrena erwarten Sie in Ihrem ersten Jahr nicht nur erste Projekte, sondern auch unser Trainingsprogramm zum ASE Developer. Das ergänzt die frische Praxiserfahrung um Fach- und Hintergrundwissen.

Im Jahr Zwei zertifizieren Sie sich beispielsweise als Professional Scrum Master. Begleitet werden Sie von Kolleginnen und Kollegen, die Wissenstransfer groß schreiben. Und in Deutschland zu den Vorreitern im Agile Software Engineering gehören.

Und wann gehören Sie zu uns?

agile  
software  
engineering \*

[www.andrena-karriere.de](http://www.andrena-karriere.de)

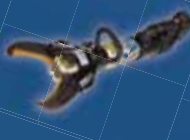
andrena objects ag · Albert-Nestler-Straße 9 · 76131 Karlsruhe  
Telefon 0721 6105-122 · Telefax 0721 6105-140 · [bewerbungen@andrena.de](mailto:bewerbungen@andrena.de)

**andrena**  
OBJECTS

Experts in agile software engineering

## Hydraulische Lösungen für

- Nutzfahrzeuge
- Agrartechnik
- Baumaschinen
- Sonderfahrzeuge
- Industriefahrzeuge
- Umwelttechnik
- Recycling
- Rettungstechnik
- Erneuerbare Energien



LEADERSHIP IN **HYDRAULIC** SOLUTIONS

**WEBER-HYDRAULIK**

[www.weber-hydraulik.com](http://www.weber-hydraulik.com)  
[info@weber-hydraulik.com](mailto:info@weber-hydraulik.com)

WIR SIND HIER

AUCH WENN SIE UNS NICHT SEHEN...



# Spitzentechnology made in Germany

Dafür steht der Name HEIDENHAIN seit mehr als 100 Jahren. Wir sind weltweit führender Hersteller von innovativen Numerischen Steuerungen sowie Längen- und Winkelmess-Technik und Drehgebern. Unsere Produkte kommen überall dort zum Einsatz, wo höchste Präzision in der Fertigung gefordert ist.

Als Pioniere haben wir viele wichtige Meilensteine in der Mess- und Steuerungstechnik gesetzt. Und mit unseren Produkten schaffen wir häufig erst die Voraussetzungen für den technologischen Fortschritt in den innovativsten Branchen der Welt.

Unsere rund 8.000 technologiebegeisterten, talentierten Mitarbeitenden engagieren sich mit Leidenschaft und Pioniergeist dafür, die Grenzen des Machbaren zu erweitern. 3.000 davon in unserer Zentrale in Traunreut, wo das Herz unseres Unternehmens schlägt und die zentralen Entwicklungsbereiche angesiedelt sind.

## **Innovationsschmiede mit Top-Ausstattung**

HEIDENHAIN bietet Nachwuchstalenten und Profis ein ideales Umfeld, in dem sie unter besten Arbeitsbedingungen viel bewegen können. Denn unsere Prioritäten sind eindeutig: Entwicklung und Produktion innovativer Technologien – an der Spitze des technischen Fortschritts. Entsprechend hoch sind unsere Investitionen in Forschung und Entwicklung. Auch langfristige Entwicklungsprojekte initiieren und realisieren wir erfolgreich. Dabei arbeiten wir oft Hand in Hand mit den führenden wissenschaftlichen Instituten und den besten Köpfen aus Forschung und Wissenschaft weltweit.

## **Ein Umfeld, in dem sich Ihr Einsatz lohnt**

Wer etwas bewegen und viel erreichen will, findet bei HEIDENHAIN die nötigen Freiräume. Denn Menschen, die sich mit Leidenschaft für ihre Aufgaben engagieren, sind der Motor, der uns voranbringt. Ein kollegiales Klima, interdisziplinäre sowie internationale Zusammenarbeit ermöglichen Know-how-Zuwachs und außergewöhnliche Lösungen. Flache Hierarchien und kurze Entscheidungswege gewährleisten, dass jede/r sich optimal einbringen kann. Wir haben Vertrauen in die Fähigkeiten unserer Mitarbeiter/innen – Eigenverantwortung, Selbstständigkeit und neue Ideen stehen bei uns hoch im Kurs. Und weil sich Leistung auch lohnen muss, sind für uns Erfolgsbeteiligung, eine attraktive Vergütung sowie außergewöhnliche Sozialleistungen selbstverständlich.

## **Lebensqualität zwischen Natur und Großstadt**

Nicht nur Ihr Arbeitsumfeld ist rundum attraktiv. Traunreut befindet sich mitten im bayerischen Alpenvorland zwischen Chiemsee und Waginger See – eine Lage, die praktisch alle Freizeit- und Sportmöglichkeiten eröffnet. Auch die Stadt selbst bietet viele Vorzüge wie gute Einkaufsmöglichkeiten und ein reiches Kulturleben. Darüber hinaus sind München wie auch Salzburg innerhalb kurzer Zeit erreichbar.

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Postfach 1260 . 83292 Traunreut . [www.heidenhain.de/karriere](http://www.heidenhain.de/karriere)





# HEIDENHAIN



## Absprung wagen – sicher landen.

Seit mehr als 120 Jahren ist HEIDENHAIN an den wesentlichen Entwicklungen der Fertigungsmesstechnik maßgebend beteiligt. Vor mehr als 40 Jahren wurde die Unternehmensgruppe in eine gemeinnützige Stiftung eingebracht mit dem Ziel:

- den Fortbestand des Unternehmens in finanzieller Unabhängigkeit langfristig zu sichern
- den Mitarbeitern und ihren Familien Zukunftsperspektiven zu ermöglichen
- die Finanzierung sozialer und wissenschaftlicher Projekte nachhaltig zu unterstützen

Deshalb werden seit vielen Jahren große Teile des Ertrags des Unternehmens reinvestiert, insbesondere in:

- Forschung und Entwicklung
- einzigartige Fertigungsprozesse
- Kapazitätserweiterungen, vor allem im Inland
- Aus- und Weiterbildung unserer Mitarbeiter

Durch die langfristige Verfolgung unserer Ziele hat sich das Unternehmen im Bereich der Mess-, Steuerungs- und Antriebstechnik für Werkzeugmaschinen, sowie Fertigungseinrichtungen der Halbleiter- und Elektronikindustrie weltweit eine herausragende Marktposition erarbeitet.

Viele Innovationen, ob im Umfeld der Automobiltechnik, bei den neuesten Computern oder Smartphones und in vielen anderen Bereichen, werden erst durch unsere zugrundeliegenden Entwicklungen ermöglicht.

Unseren Mitarbeitern bieten wir außergewöhnliche Entfaltungsmöglichkeiten und Gestaltungsmöglichkeiten, erwarten aber dafür auch außergewöhnlichen Einsatz, nicht zuletzt, da wir sie auch am finanziellen Erfolg beteiligen.

Zur Bewältigung des weiteren Wachstums suchen wir für den Einsatz am Hauptsitz des Unternehmens in Traunreut (zwischen München und Salzburg):

- **Ingenieure Elektrotechnik (m/w)**
- **Ingenieure Maschinenbau (m/w)**
- **Ingenieure Mechatronik (m/w)**
- **Informatiker (m/w)**
- **Physiker (m/w)**

sowie Ingenieure verwandter Disziplinen, mit oder ohne Berufserfahrung, für verschiedene Aufgaben in Produktentwicklung, Produktion, Qualitätssicherung und betriebsnahen Bereichen.

Nähere Informationen zu offenen Positionen und Anforderungsprofilen finden Sie unter [www.heidenhain.de/karriere](http://www.heidenhain.de/karriere).

# SaarLB



## Perspektive Zukunft BEI DER SaarLB

**Sie studieren Wirtschaftswissenschaften, Jura oder Mathematik an einer renommierten Universität oder Fachhochschule?**

Wir bieten Ihnen den Einstieg in eine viel versprechende Karriere mit exzellenten Entwicklungs- und Aufstiegsmöglichkeiten in der Region SaarLorLux an:

- Individuelle Traineeprogramme
- Interessante Einstiegspositionen
- Spannende Praktika
- Attraktive Werkstudententätigkeiten

Weitere Informationen über die SaarLB und Ihre Karriereperspektiven finden Sie unter [www.saarlb.de](http://www.saarlb.de). Bitte lassen Sie uns Ihre Bewerbung ausschließlich über unser Online-Bewerber-System zukommen.

Die SaarLB ist das größte Kreditinstitut in der Region. Gerade durch die Ausrichtung als deutsch-französische Regionalbank bieten wir Ihnen eine fundierte Qualifizierung mit hervorragenden und vielseitigen Perspektiven für Ihre berufliche Laufbahn. Wenn Sie Freude am interkulturellen Austausch haben, freuen wir uns über Ihre aussagekräftige Bewerbung.

Weitere Fragen beantwortet Ihnen gerne Lana Kehrer, [lane.kehrer@saarlb.de](mailto:lane.kehrer@saarlb.de),  
FON +49 681 383-1276.



## WEITSICHT DURCH NÄHE

Die deutsch-französische Regionalbank  
La banque régionale franco-allemande

## Gestalten Sie mit.

Weltweiter Raum für Talent,  
Persönlichkeit und Karriere.



**AE** ADVANCED ENERGY®

Ob als Praktikum oder Abschlussarbeit – Ihr Einstieg bei Advanced Energy, einem der innovativsten PV-Wechselrichterhersteller, ist die ideale Möglichkeit Ihr Wissen einzubringen, Kontakte zu knüpfen und an Herausforderungen zu wachsen.

Unsere flachen Hierarchien ermöglichen Ihnen Freiraum für Ihre Entwicklung bei einem stark expandierenden, international ausgerichteten Unternehmen der Solarbranche.

**Ihre Ansprechpartnerin**  
Manuela Häusermann

Tel. +49 7123 969-161  
E-Mail [jobs@refusol.com](mailto:jobs@refusol.com)

REFUsol GmbH  
Uracher Straße 91  
72555 Metzingen  
Germany  
[www.refusol.com](http://www.refusol.com)  
an Advanced Energy company

# Wir gehören zu den Pionieren der UV-Technologie und möchten diese auch in Zukunft aktiv mitgestalten. Suchen Sie anspruchsvolle technische Herausforderungen?

Dann kontaktieren Sie bitte Herrn Dr. Karl R. Przybilla, CEO  
+423/373 56 56 oder +41/78/622 52 68, k.przybilla@ultralight.li

Ultralight AG  
Gewerbeweg 29 · 9486 Schaanwald  
Fürstentum Liechtenstein  
Fax: +423 373 36 78  
www.ultralight.li

**ULTRALIGHT**  
UV-TECHNOLOGY



**IT-Jobs**  
mit Perspektive!

**EXXETA**  
CONSULTING AND TECHNOLOGIES

## Wir suchen keine Alleskönner. Wir suchen Teamplayer!

Die EXXETA AG ist ein unabhängiges, mittelständisches und mitarbeitergeführtes Management-, Fach- und IT-Beratungshaus.

Getreu unserem Motto „Wir verbinden Welten“ liegt unser Beratungsfokus auf der Verknüpfung fachlicher und technologischer Themen sowie auf IT-internen Ressorts (Java, Microsoft, Open Source).

### Wen wir suchen:

Sie haben klare Karriereziele und verfügen über besondere Qualifikationen, Erfahrungen und Fähigkeiten im genannten IT-Segment. Warten Sie nicht länger! Ergreifen Sie die Initiative und begeistern Sie uns!

EXXETA AG | Albert-Nestler-Straße 11 | 76131 Karlsruhe  
fon: +49 721 6105-1500 | fax: +49 721 6105-1599 | mail: jobs@EXXETA.com

www.EXXETA.com

Standorte: Karlsruhe, Berlin, Frankfurt, München, Stuttgart, Zürich

# Be the next generation

... with the matrix of vision.

**Ideen und Produkte**  
MATRIX VISION ist im Bereich der industriellen Bildverarbeitung heute ein wichtiger Partner für Kunden in aller Welt.



## Made in Germany

Das 1986 gegründete Unternehmen entwickelt und vermarktet, mit derzeit 80 Mitarbeitern, weltweit eine Vielzahl von standardisierten und kunden-spezifischen Produkten und Lösungen.

Wir schaffen mit unseren hochqualifizierten Mitarbeitern Innovationen. Das bedeutet Erfolg, Sicherheit und Wachstum.

Deshalb suchen wir Sie.

### Kommen Sie zu uns:

Gemeinsam gestalten wir die Zukunft.  
[www.matrix-vision.com/karriere.html](http://www.matrix-vision.com/karriere.html)

MATRIX VISION GmbH · Talstrasse 16 · 71570 Oppenweiler · Tel.: +49-7191-9432-0 · jobs@matrix-vision.de  
MATRIX VISION Büro KIT Campus - Tel.: +49-721-8601884-0

**m<sup>v</sup> MATRIX VISION**



## Karriere bei TeamViewer

Starten Sie  
Ihre Karriere  
mit uns!

Wir suchen sympathische Menschen, die gemeinsam in einem tollen Team etwas bewegen und sich selbst weiterentwickeln möchten. Bei uns gibt es verschiedene Direkteinstiegsmöglichkeiten und Praktika in den Bereichen Accounting, Human Resources, IT-Administration, Marketing, Product Management, Sales International, Software Development sowie Tech Support.

TeamViewer hat sich in kurzer Zeit zu einer der weltweit führenden Softwarelösungen im Bereich Desktop-Sharing entwickelt – Tragen Sie wesentlich zum Erfolg unseres Unternehmens in Göppingen bei.

Fragen rund um die Bewerbung beantworten Frau Rössler und ihr Team mit Freude.

Kontakt: (07161) 60692-630 oder [jobs@teamviewer.com](mailto:jobs@teamviewer.com)

[www.teamviewer.com/jobs](http://www.teamviewer.com/jobs)

Wo kann ich  
mit meinem  
IT-Studium voll

**DURCHSTARTEN**

können Informatiker bei  
DATEV. Denn wir gestalten  
die IT-Welt von morgen.  
[www.raum-zum-gestalten.de](http://www.raum-zum-gestalten.de)



Jetzt DATEV-  
Film ansehen



Zukunft gestalten. Gemeinsam.

**WIR WOLLEN »DURCHSTARTER«,  
MIT ENTHUSIASMUS UND NEUEN  
IDEEN.**

Als einer der größten Arbeitgeber in der Region Karlsruhe/Baden beschäftigt arvato Financial Solutions mehr als 100 IT-Mitarbeiter, die sich u. a. mit Entwicklung, Qualitätssicherung und Service-Management befassen – IT-Kompetenz ist einer unserer bedeutendsten Erfolgsfaktoren. Mit agiler Softwareentwicklung, einer hochverfügbaren Infrastruktur und neuesten IT-Technologien optimieren wir für unsere global agierenden Kunden, u. a. aus den Branchen Versandhandel/E-Commerce, Banken, Versicherungen oder Telekommunikation, Prozesse »rund um den B2C-Zahlungsverkehr«.

## Talentierte IT-Spezialisten für spannende Projekte gesucht!

Jetzt bewerben: [finance.arvato.com/it](http://finance.arvato.com/it)

arvato Financial Solutions. Ein Unternehmen der Bertelsmann-Gruppe.

Für diese anspruchsvollen Aufgaben suchen wir mehr als nur IT-Experten. **Wir wollen »Durchstarter«, die mit Enthusiasmus und neuen Ideen Dinge bewegen.** Gehören Sie dazu? Dann kommen Sie zu uns! Gestalten Sie z. B. E-Commerce-Prozesse effizienter und Zahlungsprozesse sicherer. Zeigen Sie Ihr Potenzial als Teamplayer, der auch mal querdenkt und neue Wege einschlägt. Stecken Sie uns an mit Ihrer Begeisterung für aktuelle IT-Trends und Technologien wie In-Memory-Datenbanken. Starten Sie jetzt bei uns durch!

**arvato Financial Solutions**

Recruiting Services  
Postfach 902000  
33312 Gütersloh

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[finance.arvato.com/it](http://finance.arvato.com/it)

**arvato**  
BERTELSMANN

Der Moment, in dem Sie als Forscher oder Entwickler bei uns ungeahnte Möglichkeiten für sich entdecken.

**Für diesen Moment arbeiten wir.**



// PIONIERGEIST UND  
BODENHAFTUNG  
MADE BY ZEISS

ZEISS ist ein weltweit führendes Unternehmen der Optik und Optoelektronik mit rund 24.000 Mitarbeitern. Zusammen mit den Besten ihres Fachs arbeiten Sie hier in einem kollegialen Klima für technologisch bahnbrechende Produkte. Mitarbeiter von ZEISS stehen leidenschaftlich dafür ein, immer wieder etwas zu schaffen, das die Welt ein bisschen besser macht.

Starten Sie Ihre Karriere bei uns: [www.zeiss.de/karriere](http://www.zeiss.de/karriere)



We make it visible.



## Werden Sie Teil der sensor people

Wir bieten weltweite Perspektiven  
und herausfordernde Aufgaben  
für kreative Menschen.

Übernehmen Sie Verantwortung bei ausge-  
zeichneten Entwicklungschancen. Sie sind  
Ingenieur/in der folgenden Fachrichtungen:

- Elektrotechnik und Informationstechnik
- Informatik
- Management of Product Development
- Maschinenbau
- Mechatronik und Informationstechnik
- Optics and Photonics
- Physik

Sie haben den Antrieb viel zu bewegen?  
Dann kommen Sie zu uns.

### Es sind Menschen, die den Unterschied machen.

Deshalb nennen wir uns sensor people. Klar,  
dass wir daher alles daran setzen, ein Umfeld  
zu schaffen, das ein positives Arbeitsklima  
und die kontinuierliche Entwicklung jedes  
Einzelnen ermöglicht. Unsere Mitarbeiter fin-  
den hier ideale Rahmenbedingungen für ein  
motiviertes Arbeiten und die Entwicklung in-  
novativer Lösungen für diverse Branchen.

Als Unternehmen in Familienbesitz bestimmt  
bei uns die langfristige erfolgreiche Entwick-  
lung des Unternehmens und die soziale Ver-  
antwortung für die Mitarbeiter unser Handeln.

**Jetzt bewerben unter [personal@leuze.de](mailto:personal@leuze.de)**

Seit über 50 Jahren  
steht Leuze electronic  
für optoelektronische  
Sensoren höchster  
Produktqualität. Als  
„the sensor people“  
– mit weltweiten  
Tochtergesellschaften  
und über 800 Mitar-  
beitern – schätzen  
uns unsere Kunden  
für kompetente Be-  
ratung und unseren  
absolut zuverlässigen  
Kundenservice.

Ein Unternehmen der  
Leuze Gruppe

Leuze electronic  
GmbH + Co. KG  
Personalabteilung  
Postfach 1111  
D-73277 Owen  
[personal@leuze.de](mailto:personal@leuze.de)  
[www.leuze.de](http://www.leuze.de)



[www.hella-gutmann.com](http://www.hella-gutmann.com)



Für die Erweiterung des Bereiches Forschung & Entwicklung suchen wir:

### SOFTWAREENTWICKLER C/C++ (m/w)

#### Ihre Aufgaben:

Innerhalb unserer Abteilung Softwareentwicklung arbeiten Sie  
in einem engagierten Team an der Entwicklung unserer Diagnosegeräte  
mit. Zu Ihren Aufgaben gehört insbesondere:

- Erstellen, Erweitern und Modifizieren unserer Gerätesoftware
- Third-Level Support
- Kundenwünsche in Zusammenarbeit mit dem Produktmanagement  
konzeptionieren und umsetzen
- Produktoptimierungen mit unserem Qualitätsmanagement

#### Ihr Profil:

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Informatik oder  
vergleichbare Ausbildung
- Hervorragende Kenntnisse in C / C++
- Erfahrung in Softwarearchitektur
- Berufserfahrung ist von Vorteil
- Gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift

Ihre aussagefähige Bewerbung richten Sie bitte an:  
Hella Gutmann Solutions GmbH  
Personalabteilung, Am Krebsbach 2, 79241 Ihringen  
Gerne auch per E-Mail: [personal@hella-gutmann.com](mailto:personal@hella-gutmann.com)

## Rot oder Blau?

Innovative und internationale Unternehmensgruppe der Bauzuliefererindustrie sucht

### **Praktikanten (m/w)** **Werkstudenten (m/w)** **Absolventen (m/w)**

und vergibt spannende Themen für Ihre **Bachelor- oder Master-Thesis**.

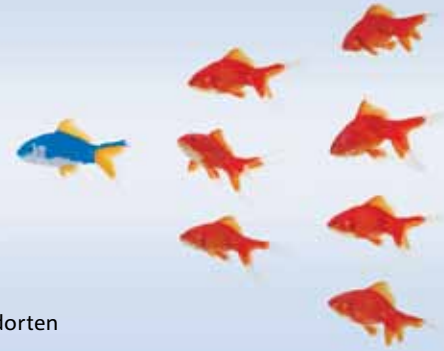
Über 600 Mitarbeiter an mehreren nationalen und internationalen Produktions- und Vertriebsstandorten engagieren sich für die ständige Weiterentwicklung unserer Produkte und Services.

Sind Sie bereit für ein dynamisch wachsendes Unternehmen?

Dann bewerben Sie sich jetzt für einen Einsatz in den Unternehmensbereichen

- Marketing/Produktmanagement
- Vertrieb
- Controlling/Finanzen
- Entwicklung
- Einkauf
- Qualitätswesen
- Supply Chain Management
- IT

[www.schoeck.de/karriere](http://www.schoeck.de/karriere)



### **Willkommen an Bord**

Die Würth Elektronik Gruppe fertigt und vertreibt elektronische, elektromechanische Bauelemente, Leiterplatten und intelligente Systeme. Würth Elektronik ist mit 6.200 Mitarbeitern in knapp 50 Ländern eines der erfolgreichsten Unternehmen innerhalb der Würth-Gruppe.

## **Zukunft ausloten und Neuland entdecken!**

Raum für Entwicklung und Karriere geboten.

### **Praktika & Abschlussarbeiten**

Produktentwicklung | Prozessentwicklung | Qualitätsmanagement  
für unseren Standort Schopfheim



[www.we-online.de/karriere](http://www.we-online.de/karriere)

more than you expect

# Raffinierte Technik braucht kompetente und engagierte Mitarbeiter



**MiRO zählt zu den modernsten und leistungsfähigsten Raffinerien Europas und mit rund 1000 Mitarbeitern zu den größten Arbeitgebern in der Region Karlsruhe.**

Die Herstellung hochwertiger Mineralölprodukte ist ein komplexer Prozess, der hohe Anforderungen an die Planung, Steuerung und Instandhaltung der Anlagentechnik stellt.

Dafür brauchen wir kompetente und engagierte Mitarbeiter, die dafür sorgen, dass sowohl der Prozess als auch das Ergebnis unseren anspruchsvollen Qualitäts-, Sicherheits- und Umweltstandards genügen. Wenn Sie Ihr Wissen und Engagement in unser Team einbringen möchten, erwartet Sie bei MiRO ein interessanter Arbeitsplatz mit beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten.

Informieren Sie sich über unser Unternehmen unter [www.miro-ka.de](http://www.miro-ka.de)

**Mineraloelraffinerie  
Oberrhein GmbH & Co. KG**

Nördliche Raffineriestr. 1  
76187 Karlsruhe  
Telefon: (0721) 958-3695

**Personalbetreuung /-grundsatz /-recruiting**  
Frau Mónica Neumann



# Bringen Sie Ihre Karriere ins Rollen!

Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA  
Michelinstraße 4 · 76185 Karlsruhe · Deutschland.  
Stand: 09/2013



Ein Unternehmen ist immer genau so stark wie die Summe seiner Mitarbeiter: Über 113.000 engagierte Michelinier weltweit, davon rund 8.300 an verschiedenen Produktionsstandorten, in Logistikzentren und über 300 Service-Stationen in Deutschland, stehen für unsere enorme Leistungskraft und machen uns zum international führenden Anbieter im Reifenmarkt.

In unserem Programm finden sich zahlreiche Reifentypen und Einzelprodukte, die in nahezu allen denkbaren Fahr- und Flugzeugen eingesetzt werden. So vielfältig wie unsere Produkte sind auch die individuellen Entwicklungsmöglichkeiten, die wir unseren Mitarbeitern in den unterschiedlichsten Tätigkeitsbereichen, Einheiten und Ländern bieten.

Entdecken auch Sie Ihre Einstiegs- und Karrieremöglichkeiten bei Michelin.

[www.michelin-jobs.de](http://www.michelin-jobs.de)

Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA  
Michelinstraße 4 · 76185 Karlsruhe

