

# 100 | **KIT**

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION  
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION  
AUSGABE/ISSUE #01/2023  
ISSN 1869-2311



# ENERGIEEFFIZIENT & AUTONOM

NACHHALTIGE TECHNIK  
FÜR DEN MENSCHEN

**MAKING THE DIFFERENCE: DAS KIT AUF DER HANNOVER MESSE**

**REGENERATIV: UNTERGRUND-WÄRMESPEICHER**  
REGENERATIVE: UNDERGROUND HEAT STORAGE

**PRODUKTIV: INTELLIGENTE INDUSTRIEROBOTER**  
PRODUCTIVE: INTELLIGENT INDUSTRIAL ROBOTS

**INNOVATIV: AUTOMATISIERTE STADTBUSSE**  
INNOVATIVE: AUTOMATED CITY BUSES



Capgemini 

**top**  
EMPLOYER  
DEUTSCHLAND  
GERMANY  
2023  
CERTIFIED EXCELLENCE IN EMPLOYEE EXPERIENCE

# GESTALTE DIE ZUKUNFT DER INTELLIGENTEN INDUSTRIE.

Mit innovativen Lösungen treiben wir die digitale Transformation branchenübergreifend voran und arbeiten gemeinsam an einer integrativen und nachhaltigen Zukunft. Wir bieten dir ein inspirierendes Team, flexible Karriere- und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie die Freiheit, mit deiner Arbeit Perspektiven für dich und andere zu schaffen.

Mehr über Capgemini und deine Einstiegsmöglichkeiten auf [capgemini.de/karriere](https://www.capgemini.de/karriere)



GET THE FUTURE  
YOU WANT

**LIEBE LESERINNEN UND LESER,**

die aktuellen Herausforderungen für Wirtschaft und Industrie sind vielfältig: Klimawandel, Energieknappheit sowie eine fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT, der Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft, suchen nach Lösungen für eine vernetzte und klimaneutrale Industrie. Dabei setzt das KIT auf einen intensiven Transfer und Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Auf der Hannover Messe zeigen Forschende aus verschiedenen Instituten ihre innovativen Ansätze für die Industrie von morgen.

Ein Team des Instituts für Technische Physik (ITEP) des KIT simuliert am Energy Lab 2.0 die Zukunft der Energieversorgung. Die Forschenden untersuchen unter anderem, wie sich die dezentrale Stromproduktion mit Solar- und Windkraftwerken auf die Netze auswirkt (ab Seite 10).

Den überschüssigen Strom aus Erneuerbaren Energien nutzen Forschende des Instituts für Mikroverfahrenstechnik (IMVT) des KIT für die Herstellung von nachhaltigen Syntheseprodukten durch Power-to-X-Technologien (ab Seite 14).

Das Projekt DeepStor am Institut für Nukleare Entsorgung (INE) des KIT untersucht, wie sich Geothermie nutzen lässt, um überschüssige Wärme – zum Beispiel aus der Industrie – im Untergrund zu speichern. Dafür bohrt das Forschungsteam am Campus Nord des KIT in die Tiefe (ab Seite 18).

In der Produktion arbeiten heute meist Roboter. Doch immer wieder müssen im Prozess individuelle Entscheidungen getroffen werden. Forschende des wbk Institut für Produktionstechnik des KIT verleihen den Maschinen mit einer Software das notwendige Improvisationstalent (ab Seite 24).

Viele Industrieanwendungen erfordern optische Hightech-Filter, die einen bestimmten Teil des Lichtspektrums blockieren oder verstärken. Forschende des Lichttechnischen Instituts (LTI) des KIT haben ein Tintenstrahldruckverfahren entwickelt, mit dem sich die Spiegel kostengünstiger und flexibler herstellen lassen (ab Seite 28).

Am Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) des KIT realisieren Forschende automatisiert fahrende Buskolonnen, welche es ermöglichen, rasch auf schwankende Passagierzahlen zu reagieren (ab Seite 38).

Viel Vergnügen bei der Lektüre!

Ihr  
  
**Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka**  
 Präsident des KIT // President of KIT



**DEAR READER,**

The challenges currently facing the economy and industry are manifold: Climate change, energy scarcity, progressing digitalization and process automation. Scientists of KIT – The Research University in the Helmholtz Association – are working on solutions for networked and climate-neutral industry. In doing so, KIT relies on extensive technology transfer and dialog amongst science, industry, and society. At this year’s Hannover Messe, researchers from a number of KIT institutes will present their innovative approaches for tomorrow’s industry.

At Energy Lab 2.0, a team of KIT’s Institute for Technical Physics (ITEP) simulates future energy supply. As one example, the researchers study decentralized electricity production with solar and wind power plants and its impacts on grids (page 12).

Researchers of KIT’s Institute for Micro Process Engineering (IMVT) use surplus electricity from renewable energy sources for producing sustainable synthesis products via power-to-X technologies (page 16).

The DeepStor project of KIT’s Institute for Nuclear Waste Disposal (INE) investigates how geothermal energy can be used to store underground excess heat, such as that produced by industry. For this purpose, the research team makes exploratory drills on KIT’s Campus North (page 20).

Manufacturing today often takes place with the help of robots. Still, individual decisions are required during processes. Researchers of the wbk Institute of Production Science of KIT have developed a software that gives these machines the necessary ability to improvise in these cases (page 27).

Many industrial applications require optical high-tech filters that block or reinforce a certain part of the spectrum of light. Researchers of KIT’s Light Technology Institute (LTI) have developed an ink-jet printing method that makes it possible to produce these mirrors more flexibly and at lower cost (page 30).

At the KIT Institute for Information Processing Technology (ITIV), researchers work on automatic bus platooning to enable quick responses to fluctuating numbers of passengers (page 41).

Enjoy reading!  
 Yours,

# INHALT / CONTENT



## BLICKPUNKT / FOCUS

**10 – 12**  
**ENERGY LAB 2.0: REALITÄTSCHECK FÜR ENERGIEWENDETECHNOLOGIEN**  
Energy Lab 2.0: Reality Check for Energy Transition Technologies

**14 – 17**  
**GUT GENUTZT: POWER-TO-X-TECHNOLOGIEN**  
Well Used: Power-to-X Technologies

**18 – 21**  
**DAS PROJEKT DEEPSTOR: DER SCHATZ ZU UNSEREN FÜSSEN**  
The DeepStor Project:  
The Treasure at Our Feet

**22**  
**RESEARCH TO BUSINESS: HIGHTECH UND INNOVATIVE LÖSUNGEN AUS DEM KIT FÜR UNTERNEHMEN**  
Research to Business: High-tech and Innovative Solutions from KIT for Companies

**24 – 27**  
**ROBOTER MIT VORSTELLUNGSKRAFT: INTELLIGENTE SOFTWARE OPTIMIERT FLEXIBLE PRODUKTIONSPROZESSE**  
Robots with Imagination:  
Intelligent Software Optimizes Flexible Production Processes



**28 – 30**  
**HIGH-PERFORMANCE MIRRORS FROM AN INKJET PRINTER**  
Hochleistungsspiegel aus dem Tintenstrahldrucker

**31**  
**AUSGRÜNDUNG: INTELLIGENTE BANDAGEN UNTERSTÜTZEN HEILUNGSPROZESS**  
Startup: Intelligent Bandages Can Support the Healing Process

**32 – 35**  
**MOBILITÄT IM FLOW: DAS PROJEKT FLOW FORSCHT AN FLEXIBLEN MOBILITÄTSSYSTEMEN**  
Mobility in Flow: The FLOW Project Researches Flexible Mobility Systems

**36 – 37**  
**NACHRICHTEN**  
News



## ORTE / PLACES

38 – 41

### **AUTOMATISIERTES FAHREN: DER STADTBUS DER ZUKUNFT FÄHRT IN KOLONNE**

Automated Public Transport:  
Urban Buses of the Future Will  
Operate in Convoys



52

### **AUF EINE FRAGE: HAT KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AUCH SCHWÄCHEN?**

Just a question: Does Artificial  
Intelligence also Have Weaknesses?

## WEGE / WAYS

42 – 44

### **TENURE-TRACK-PROFESSOR ULRICH W. PAETZOLD: „ICH BIN PHOTOVOLTAIKER VON GANZEM HERZEN“**

Tenure-track Professor  
Ulrich W. Paetzold: "Photovoltaics  
Is My Passion"

45

### **INTERNATIONAL NEWS**

Internationale News

46

### **AUGENBLICKKIT: ZWEI MINISTERIN- NEN FEIERN EIN GESTÄRKTES KIT**

AUGENBLICKKIT: Two Ministers  
Celebrate a Stronger KIT

## GESICHTER / FACES

48 – 51

### **DR. ALINA ROITBERG: MEISTERIN DER NEURONALEN NETZE**

Dr Alina Roitberg: The Master  
of Neural Networks



## HORIZONTE / HORIZONS

54 – 57

### **INTRAPRENEURSHIP: EINE KULTUR DES MACHENS**

Intrapreneurship: A Culture of Making

58

### **ALUMNAE & ALUMNI HEUTE: ANSELMA WÖRNER, GRÜNDERIN DES ENERGIE-START-UPS EXNATON**

Alumnae & Alumni Today: Anselma  
Wörner, Founder of the Energy  
Start-up Exnaton

59

### **IMPRESSUM**

Imprint





## Hoch hinaus

Es sollte das erste Mal sein, dass die japanische Trägerrakete H3 ins Weltall fliegt. Doch kurz nach dem Start am 7. März 2023 musste die Raumfahrtagentur Jaxa die Selbstzerstörung der Rakete auslösen. Der Antrieb der zweiten Raketstufe hatte nicht gezündet. Die H3, die mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff angetrieben wird, gehört zur neuen Generation von Raketen, welche die Raumfahrt kostengünstiger und flexibler machen sollen. Raketenbauer weltweit arbeiten an neuen Technologien, um Menschen einfacher in den Weltraum zu bringen. Neben der japanischen H3 sind die europäische Trägerrakete Ariane 6 sowie die amerikanischen Modelle Vulcan und New Glenn mit im Rennen. Unangefochtener derzeitiger Marktführer ist die Falcon-9-Rakete des amerikanischen Unternehmens SpaceX. Diesem ist es gelungen, mehrfach verwendbare Raketenteile zu entwickeln, um die Kosten zu minimieren. Anfang März startete die Falcon 9 vom Raumfahrtzentrum Cape Canaveral in Florida mit vier Raumfahrern zur internationalen Raumstation ISS. Ob Weltraumtourismus eines Tages ganz normal sein oder die Menschheit nach der Vision von SpaceX-Gründer Elon Musk den Mars kolonisieren wird? Das wissen (heute) nur die Sterne.

## Aiming High

It was to be the first flight into space of the Japanese H3 launch vehicle. However, shortly after liftoff on March 7, 2023, the space agency JAXA was forced to initiate self-destruction. The rocket's second-stage engine had failed to ignite. H3 is powered by liquid hydrogen and oxygen and belongs to a new generation of rockets that is expected to make space flights cheaper and more flexible. Worldwide, rocket engineers are working on new technologies to facilitate space travels of humans. Among the competitors of the Japanese H3 are the European launch vehicle Ariane 6 and the American launch vehicles Vulcan and New Glenn. The unrivaled market leader is Falcon 9, made by the American company SpaceX. The company succeeded in developing reusable rocket components to minimize costs. In early March, Falcon 9 launched four astronauts to the International Space Station ISS. Will space tourism become common one day and will humans colonize Mars as envisioned by SpaceX founder Elon Musk? The answer is written in the stars.

## Am Boden geblieben

Mit der Zukunft unseres Mobilitätssystems vor der Haustür beschäftigen sich Forschende am Institut für Mess- und Regelungstechnik (MRT) und am Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL) des KIT. Im Projekt AUTOtech.agil arbeiten sie an besseren Verfahren für die Personenerkennung beim automatischen Fahren und testen diese an autonomen Lieferfahrzeugen für Pakete. „Wir arbeiten an Kameras, die auch bei schlechten Sichtbedingungen zuverlässige Informationen liefern, sodass das Fahrzeug andere Verkehrsteilnehmende zuverlässig erkennt und richtig reagiert“, erläutert Dr. Martin Lauer vom MRT. Dafür nutzen die Forschenden Verfahren der Künstlichen Intelligenz. Außerdem untersuchen sie, wie autonome Fahrzeuge Entscheidungen in nachvollziehbarer Weise treffen können, sodass Nutzende das Verhalten der Fahrzeuge besser verstehen. Die autonomen Roboterfahrzeuge sollen etwa in Logistikzentren Pakete einsammeln und verteilen. „Mit einem eingebauten Roboterarm können die Fahrzeuge Pakete ein- und ausladen oder an mobile Roboter übergeben. Das macht den Warentransport schneller und effizienter“, sagt Lauer.

## Staying on the Ground

Research at KIT's Institute of Measurement and Control (MRT) and at KIT's Institute for Materials Handling and Logistics (IFL) focuses on future mobility. The project AUTOtech.agil covers the development of improved pedestrian recognition in automated driving and testing in autonomous parcel delivery vehicles. "We are working on cameras providing reliable information even in the case of poor visibility. The vehicle must reliably recognize other road users and react correctly," says Martin Lauer of MRT. The researchers are using AI methods to accomplish this. They also study how autonomous vehicles can make comprehensible decisions, so that people better understand the behavior of vehicles. These autonomous robot vehicles will be used to collect and distribute parcels in logistics centers. "By means of an integrated robot arm, the vehicles can load and unload parcels or hand them over to mobile robots. This will make transportation of goods quicker and more efficient," Lauer says.







Tenure-Track-Professor Giovanni De Carne vom Institut für Technische Physik (ITEP) des KIT, Leiter der Gruppe Echtzeitsystemintegration

Tenure-track Professor Giovanni De Carne from KIT's Institute for Technical Physics (ITEP), Head of the Real Time System for Energy Technologies Group

## Das KIT auf der Hannover Messe 2023

Lösungen für eine vernetzte und klimaneutrale Industrie

Ausgewählte Highlights aus der Technologieentwicklung zeigt das KIT im Future Hub (Halle 2) und bei den Energy Solutions (Halle 13) sowie auf weiteren Themenständen

Weitere Informationen:  
[www.sts.kit.edu/hannovermesse2023.php](http://www.sts.kit.edu/hannovermesse2023.php)



# Realitätscheck für Energie

## ECHTZEITSYSTEME SIMULIEREN DAS VERHALTEN DES STROMNETZES DER ZUKUNFT

VON DR. MARTIN HEIDELBERGER

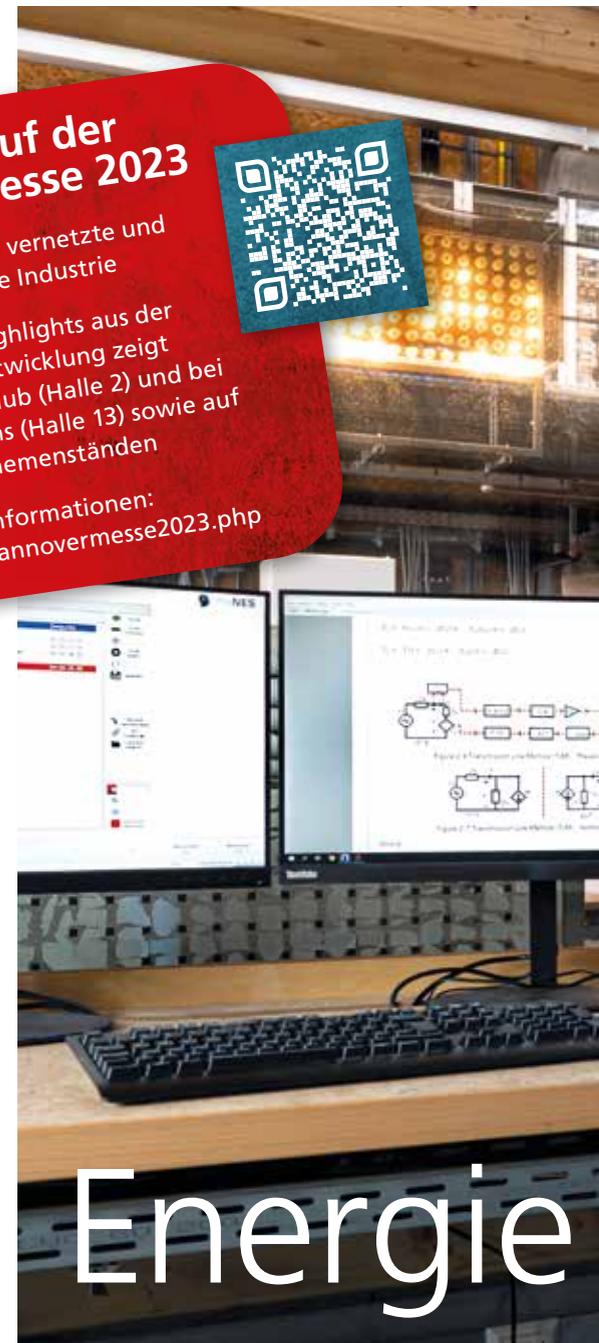
**Am Energy Lab 2.0 überprüfen Forschende des KIT die Einsatzbereitschaft neuer Technologien für die Energiewende. Um den Umbau des Energiesystems zu beschleunigen, kombinieren sie den realen Betrieb mit digitalen Modellen.**

Ein Mausklick genügt und die Netzspannung fällt ab. Eigentlich müsste die Stromversorgung sofort zusammenbrechen, doch Sekundenbruchteile später setzt sich ein Schwungrad in Bewegung und gleicht die Netzschwankungen aus. Vor den großen Monitoren in der Leitwarte des Smart Energy System Simulation and Control Center (SEnSiCC) des Energy

Lab 2.0 am KIT beobachtet Tenure-Track-Professor Giovanni De Carne vom Institut für Technische Physik (ITEP) des KIT das Geschehen: „Alles hat wunderbar funktioniert, keine Familie muss im Dunkeln sitzen“, stellt er zufrieden fest. „Der Stromausfall wurde verhindert. Mit Schwungrädern können wir ultraschnell auf plötzliche Ereignisse reagieren und kurzfristige Störungen im Stromnetz ausgleichen.“

De Carne leitet die Forschungsgruppe Echtzeitsystemintegration. Auch wenn es sich nicht um einen Vorfall im echten Stromnetz handelte, sondern um ein wissenschaftliches

Experiment, geht es bei seiner Forschung um nicht weniger, als die Zukunft der Energieversorgung in Deutschland und Europa: „Der klimafreundliche Umbau unseres Energiesystems ist eine enorme Herausforderung“, erklärt der Energiewissenschaftler und skizziert das Szenario der nächsten Jahre. „Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung gehen immer mehr grundlastfähige Großkraftwerke vom Netz. Auch Gaskraftwerke werden nach und nach abgeschaltet. Das hat Folgen für die Stromnetze: Die Erzeugung wird immer dezentraler, mit schwankender Produktion aus Solar- und Windkraftwerken.“ Um aber eine sichere und stabile Energieversorgung auch in der Zukunft zu gewährleisten, müssten neue Technologien eingesetzt werden, betont De Carne: „Das ist wie eine Operation am offenen Herzen mit ganz neuen Methoden. Schließlich muss alles weiter funktionieren, während wir es umbauen.“





FOTOS: MARKUS BREIG

# wendetechnologien

## Echtzeitsimulationen mit Power-Hardware-in-the-Loop

Beim Umbau helfen kann die Forschungsanlage Power-Hardware-in-the-Loop (PHIL), mit der De Carne und sein Team am SENSiCC neu entwickelte Betriebsmittel vor dem Einsatz ausgiebig testen und validieren. Die Megawatt-Anlage kann weit mehr als ein gewöhnlicher Prüfstand und ist ein zentraler Bestandteil der Forschung am Energy Lab 2.0. „Unterschiedliche Gegebenheiten im Stromnetz können das Verhalten einer Komponente beeinflussen. Wir simulieren deshalb Stromnetze mit verschiedenen Konfigurationen. Dann schließen wir die neue Komponente physisch an und beobachten ihr Verhalten“, erklärt der Physiker. Dieses Vorgehen liefere genauso präzise Ergebnisse wie ein echter Feldversuch, habe aber den entscheidenden Vorteil, dass es viel schneller und kostengünstiger zu realisieren sei. „Außerdem lassen sich

die Experimente mit PHIL beliebig wiederholen und variieren.“

Doch die zügige Validierung neuer Technologien sei noch nicht alles, was die Forschungsgruppe mit den Echtzeitsimulationen leisten kann, betont De Carne: „Aus den Daten modellieren wir digitale Zwillinge, also virtuelle Kopien der Hardwarekomponenten, die auf den real beobachteten Betriebsdaten basieren.“ Da sich ein solches Modell, vom elektrischen Anschlusspunkt aus betrachtet genauso verhält wie das physische Vorbild, kann die neue Komponente anschließend in größere Simulationsmodelle integriert werden. So entstehen immer komplexere Modelle des Energiesystems, mit denen die Zukunft schon heute erprobt werden kann. „Uns interessieren vor allem systemische Aspekte“, so der Experte. „Wie lässt sich zum Beispiel das Zusammenspiel von Wärme- und Elektrizitäts-

sektor am besten steuern oder wie können industrielle Prozesse und verschiedene Energiespeicher am besten integriert werden?“

## Digitaler Zwilling eines Wasserstoffspeichers

Neugierig sind die Energieforschenden am SENSiCC beispielsweise auf die Integration von Wasserstoffspeichersystemen, weshalb sie ein solches am Energy Lab 2.0 physisch aufbauen werden. „Mit Wasserstoff können wir große Energiemengen über einen längeren Zeitraum chemisch zwischenspeichern“, erklärt Nils Nemsow, der in der Forschungsgruppe am ITEP mitarbeitet und für den Aufbau des neuen Speichersystems verantwortlich ist. „Den Wasserstoff können wir mit Überschussstrom aus Photovoltaik oder Windkraft per Elektrolyse produzieren. Bei Bedarf wird er dann mit Brennstoffzellen rückverstromt, während die Abwärme in ein Wärme-



FOTO: MARKUS BREIG

netz eingespeist wird.“ In Zukunft könnten solche Speichersysteme die Gaskraftwerke ersetzen – der Bedarf wäre riesig. „Sobald der Anteil der erneuerbaren Energien in Deutschland auf über 85 Prozent steigt, brauchen wir im Idealfall Wasserstoffspeicher mit mindestens 12 Gigawatt Anschlussleistung“, schätzt Nemsow.

Sobald die Anlage fertiggestellt ist, werden Nils Nemsow und die anderen Forschenden aus dem Team von De Carne den Wasserstoffspeicher mit der PHIL-Anlage virtuell an unterschiedliche Stromnetze anschließen und einem gründlichen Realitätscheck unterziehen. Wie schon beim Schwungradexperiment interessiert sie dabei vor allem das dynamische Verhalten des Systems. „Am Ende der Forschungsarbeiten steht dann ein Echtzeitmodell des Energiespeichersystems“, sagt Nemsow. „Ein weiterer digitaler Zwilling im Dienst der Energiewende.“ ■

## Reality Check for Energy Transition Technologies

### Real-time Systems Simulate Future Energy Grid Behavior

TRANSLATION: BENNO STOPPE

One click is enough to cause the grid voltage to fall. This would cause the energy supply to collapse if not for a flywheel that starts spinning a split second later to offset the grid's fluctuations. Tenure-track Professor Giovanni De Carne of KIT's Institute for Technical Physics (ITEP) observes these simulated events on large monitors in the control room of the Smart Energy System Simulation and Control Center (SEnSSiCC), which is part of the KIT Energy Lab 2.0. "Everything worked flawlessly and a black-out was avoided," he comments contently.

De Carne is Head of the Real Time System for Energy Technologies Research Group. His work is about nothing less than the future of the German and European energy supply: "The climate-friendly transformation of our energy system is a tremendous challenge," De Carne explains. "More and more plants with base load capabilities are going offline. Energy generation is becoming more decentralized, with fluctuating amounts from solar and wind farms. This has an impact on the grid." New technologies have to be utilized to ensure a safe and stable energy supply. "Our work is like open-heart surgery. After all, everything has to function while we are modifying it," the scientist stresses.

The transition can be supported by a research facility, Power Hardware in the Loop (PHIL), that De Carne and his team use for testing and validating newly developed equipment before integrating in the real power grid. This megawatt installation is a central part of the research at the Energy Lab 2.0. "We simulate energy grids in different configurations, physically plug in the new component, and observe its behavior," De Carne explains. "From the data we model digital twins, virtual copies of the hardware components that are based on the data we observed in reality during testing," the researcher says. "We are especially interested in systemic aspects; for example, how to control the interplay of the heat and energy sector." The energy researchers at SEnSSiCC are especially curious about the integration of hydrogen storage systems and so they will integrate a real hydrogen plant in the experimental PHIL lab at the Energy Lab 2.0. ■

@ [giovanni.carne@kit.edu](mailto:giovanni.carne@kit.edu),  
[nils.nemsow@kit.edu](mailto:nils.nemsow@kit.edu)

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



**We are hiring**

# cinemo

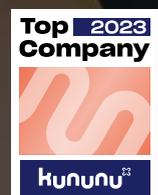
We are the world's leading automotive media middleware provider and are looking for innovative thinkers to work at the forefront of innovation.

Do you want to set new standards for automotive-grade multimedia solutions – embedded as apps or through the cloud – while working with the top automotive brands worldwide?

**Join our international team of experts and innovators!**

- ✓ Offices in Karlsruhe (HQ just 3 mins from KIT Campus), Budapest, Seoul and Tokyo
- ✓ Team of 35+ Nationalities
- ✓ Flexible/hybrid working
- ✓ Additional healthcare
- ✓ LinkedIn learning, reimbursement of language course (EN/GER)
- ✓ Individual international relocation support
- ✓ Many more attractive benefits for everyone

**Apply now!**  
[www.cinemo.com/careers](http://www.cinemo.com/careers)



# Gut genutzt

POWER-TO-X-TECHNOLOGIEN VERWANDELN  
STROMÜBERSCHUSS IN NACHHALTIGE  
SYNTHEPRODUKTE

VON MARTIN GROLMS





FOTO: MARKUS BREIG

## Das Energy Lab 2.0

Das Energy Lab 2.0 ist Europas größte Forschungsinfrastruktur für erneuerbare Energie. Das Projekt ist eine Kooperation des KIT mit den Helmholtz-Zentren Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und dem Forschungszentrum Jülich (FZJ). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das Bundesministerium Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK) fördern das Energy Lab 2.0. ■

*Professor Roland Dittmeyer, Leiter des Instituts für Mikroverfahrenstechnik (IMVT) des KIT (links), und Dr. Michael Rubin vom IMVT (unten), Leiter der Forschungsgruppe Katalytisch aktive Beschichtungen*

*Professor Roland Dittmeyer, Head of KIT's Institute for Micro Process Engineering (IMVT) (left), and Dr. Michael Rubin from IMVT (below), Head of the Catalytically Active Coatings Group*



FOTO: CYNTHIA RUF

**Stellen wir uns vor, in Deutschland gäbe es eine vollständig grüne Stromproduktion: Was passiert, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht? Und was passiert mit der überschüssigen Energie, wenn es besonders windig ist oder der Bedarf nachts sinkt? Forschende am Energy Lab 2.0 am KIT beantworten diese Fragen mit Power-to-X-Technologien.**

„Ohne wird es nicht gehen“, sagt Professor Roland Dittmeyer über seine Forschung. Er leitet das Institut für Mikroverfahrenstechnik (IMVT) am KIT. Im Rahmen eines Projekts am Energy Lab 2.0 forscht Dittmeyer mit seinem 60-köpfigen Team an Power-to-X-Technologien. Dabei werden erneuerbare Energien (Power) wie Solar- oder Windenergie in eine andere Energieform (X) umgewandelt.

„Wir untersuchen drei unterschiedliche Verfahren“, erklärt der Institutsleiter. „Die Herstellung von synthetischen Treibstoffen, die wir eFuels nennen, von nachhaltigem Methanol und von Ammoniak.“ Bei allen Verfahren stellen die Forschenden im ersten Schritt Wasserstoff aus erneuerbarer Energie her. Aus diesem Wasserstoff wird dann über eine chemische Reaktion ein neues Produkt erzeugt, das sich besser speichern lässt als elektrischer Strom.

„Wenn wir die Solar- oder Windenergie massiv ausbauen, um in Zukunft hundert Prozent nachhaltige Energie zu erzeugen, müssen wir



FOTO: LISA JUNGHEIM

Stromüberschüsse speichern können“, sagt Dittmeyer. „Es gibt Tage mit besonders viel Sonne oder Wind. Zudem wird nachts weniger Strom genutzt, auch da brauchen wir Möglichkeiten, das Überangebot zu nutzen. Die immensen Energiemengen lassen sich nicht mit Batterien speichern. Deswegen benötigen wir Power-to-X-Technologien. Außerdem können wir damit große Mengen an erneuerbaren Energien relativ kostengünstig importieren.“

*Die zweistufige Power-to-Liquid-Syntheseanlage im Energy Lab 2.0 des KIT hat eine Produktionskapazität von 100-200 Liter e-Fuels pro Tag*

*The two-stage power-to-liquid synthesis plant in KIT's Energy Lab 2.0 has a production capacity of 100-200 liters of e-fuels per day*



*Bundesministerin für Bildung und  
Forschung Bettina Stark-Watzinger  
zu Besuch am Energy Lab 2.0*

*Federal Minister of Education and  
Research Bettina Stark-Watzinger  
visits Energy Lab 2.0*

Bei beispielsweise den eFuels entsteht zunächst aus Grünem Wasserstoff und Kohlendioxid ein klimaneutraler, synthetischer Rohstoff, der wie ein fossiler Rohstoff weiterverarbeitet wird. „Die Aufarbeitung des Syntheseprodukts zum Kraftstoff ist ein entscheidender Prozess“, sagt Dr. Michael Rubin, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IMVT. „Wir machen daraus vorrangig Kerosin für Flugzeuge. Daneben stehen Diesel für den Schwerlastverkehr und Einsatzstoffe für die chemische Industrie im Fokus.“ Auf der Hannover Messe im April demonstrieren die Forschenden an einem Modell, wie sie synthetisches Kerosin herstellen.

„Unsere kompakten Anlagen sind relativ einfach aufgebaut“, sagt Dittmeyer. „Technisch ausgereift können wir damit wettbewerbsfähigen Kraftstoff herstellen. Vorausgesetzt, es steht ausreichend nachhaltige Energie kostengünstig zur Verfügung.“ Eine Pilotanlage auf dem Campus Nord des KIT produziert bereits 150 bis 300 Liter Kraftstoff am Tag. „Vielleicht benötigen wir zukünftig auch klimaneutrales Benzin oder Diesel für Autos“, erklärt er weiter, „aber batterieelektrische Pkw ergeben für den Straßenverkehr einfach mehr Sinn.“ Methanol und Ammoniak sollen zukünftig im Schiffsverkehr zum Einsatz kommen.



*Aus der Öl- und Wachs-  
fraktion, die im Fischer-  
Tropsch-Verfahren produziert  
wird, stellen die Forschenden  
im nächsten Schritt synthe-  
tisches Kerosin her*

*From the oil and wax  
fraction produced in the  
Fischer-Tropsch process, the  
researchers produce synthetic  
kerosene in the  
next step*

## Well Used

### Power-to-X Technologies Transform Surplus Electricity into Sustainable Synthesis Products

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Let's imagine that electricity production in Germany becomes completely green: What do we do with surplus energy when the sun shines particularly brightly, when the wind blows, or when demand drops at night? Researchers at KIT's Energy Lab 2.0 are answering these questions with Power-to-X technologies. Renewable energies (power) such as solar or wind energy are converted into another form of energy (X). With his team, Professor Roland Dittmeyer, Head of KIT's Institute for Micro Process Engineering (IMVT), is investigating three different processes: The production of synthetic fuels, i.e. so-called eFuels, sustainable methanol, and ammonia.

In all of these processes, the first step is producing hydrogen using renewable energy. A new product is then generated from this hydrogen via a chemical reaction. In the case of eFuels, a climate-neutral, synthetic raw material is first created from green hydrogen and carbon dioxide. This is then further processed in the same way as would be fossil raw materials. "We turn it primarily into kerosene for aircraft, diesel for heavy-duty transport, and feedstock for the chemical industry," says Dr. Michael Rubin, research assistant at IMVT. A pilot plant on KIT's Campus North already produces 150-300 liters of fuel per day. Methanol and ammonia would be used in shipping.

Dr. Siegfried Bajohr, Group Leader at the Engler-Bunte Institut (EBI ceb) is looking for the most efficient ways to produce methane from surplus electricity. The combustible gas is the main component of natural gas. "Almost ten years ago, we developed a methanation process at EBI that offers an incredible amount of potential," explains the researcher. The special feature is that the three-phase methanation process has an extremely high efficiency and can be switched on and off very quickly. This is perfect for fluctuating electricity production. In 2020, the process was among the three finalists of Innovationpreis der Deutschen Gaswirtschaft, the innovation award of the German gas industry. "We could easily feed the climate-neutral methane gas that we produce at the pilot plant at KIT into the public natural gas grid and use it universally," says Bajohr. ■

*Dr. Siegfried Bajohr vom Engler-Bunte-Institut Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie (EBI ceb) des KIT*

*Dr. Siegfried Bajohr from Engler-Bunte- Institute – Fuel Technology (EBI ceb) at KIT*

### Klimaneutrales Erdgas

Auch Dr. Siegfried Bajohr beschäftigt sich am Energy Lab 2.0 mit den Bausteinen eines vollständig erneuerbaren Energiesystems. Er ist Fachgebietsleiter am Engler-Bunte-Institut Chemische Energieträger – Brennstofftechnologie (EBI ceb) und sucht nach möglichst effizienten Wegen, aus Solar- oder Windenergie Methan herzustellen. Das brennbare Gas ist der Hauptbestandteil von Erdgas.

Aktuell werden jährlich etwa 90 Milliarden Kubikmeter Erdgas in Deutschland verbraucht. Wie sehr wir auf diese Energiequelle angewiesen sind, wird mit Blick auf die aktuell extrem hohen Erdgaspreise deutlich. Fast ein Drittel des gesamten Erdgases wird in Deutschland zum Heizen benötigt, je ein Viertel für die Stromerzeugung und für die Industrie.

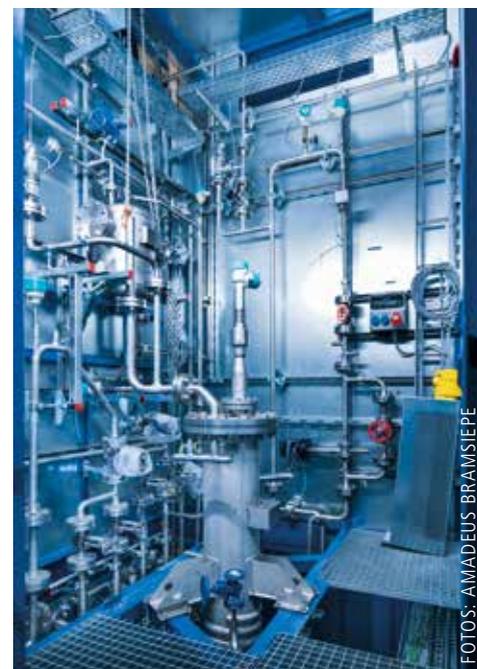
Bis 2045 wollen die europäischen Staaten klimaneutral sein. Auf dem Weg dahin sollen die Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber 1990 um mindestens 65 Prozent reduziert werden. Bajohr findet, dass in diesem Zusammenhang viel über Strom, Stromtrassen und die Verkehrswende gesprochen wird, aber zu wenig über die Rolle von Erdgas beziehungsweise regenerativ erzeugtem Methan.

„Vor knapp zehn Jahren haben wir am EBI ein Methanisierungsverfahren entwickelt, das unglaublich viel Potenzial bietet“, erklärt er. Die Dreiphasen-Methanisierung war im Jahr 2020 einer der drei Finalisten des Innovationspreises der Deutschen Gaswirtschaft. Die Besonderheit: Die Dreiphasen-Methanisierung hat einen äußerst hohen Wirkungsgrad und lässt sich sehr schnell an- und abschalten – perfekt bei schwankender Stromproduktion.



*Die Methanisierungsanlage am Energy Lab 2.0*

*The methanation plant at Energy Lab 2.0*



„Das klimaneutrale Methangas, das wir hier in der Pilotanlage am KIT herstellen, könnten wir problemlos in das öffentliche Erdgasnetz einspeisen und universell nutzen“, sagt Bajohr. „Langfristig könnten wir so zum Heizen oder für die Stromerzeugung voraussichtlich weniger Erdgas benötigen als bisher.“ Trotzdem sei das deutsche Gasnetz weiterhin für eine Vielzahl von industriellen Prozessen und Produkten notwendig, wie beispielsweise bei Kunststoffen, bei denen Erdgas als Ausgangsstoff dient. „Das muss man realistisch sehen: Ganz ohne Erdgas kann es nicht funktionieren,“ stellt Bajohr fest. „Die effiziente Herstellung von grünem Methan ist daher eine der Schlüsseltechnologien der klimaneutralen Zukunft.“ ■

@ roland.dittmeyer@kit.edu, michael.rubin@kit.edu, siegfried.bajohr@kit.edu

 [www.elab2.kit.edu/power2liquid.php](http://www.elab2.kit.edu/power2liquid.php)

[www.elab2.kit.edu/power2gas.php](http://www.elab2.kit.edu/power2gas.php)



# Der Schatz zu unseren Füßen

## DAS PROJEKT DEEPSTOR UNTERSUCHT, WIE WÄRME IM UNTERGRUND GESPEICHERT WERDEN KANN

VON KAI DÜRFELD

**Die Energiewende kann nur mit der Wärmewende funktionieren. Geothermie soll hier zu einem wichtigen Standbein werden – um Wärme regenerativ zu erzeugen und um sie zu speichern. Letzteres ist Ziel des Projekts DeepStor, für das Professorin Eva Schill vom Institut für Nukleare Entsorgung (INE) des KIT und ihr Team nun auf dem Campus bohren.**

„Bereits mit heute verfügbarer Technologie könnte Geothermie ein Viertel des deutschen Wärmebedarfs decken“, sagt Eva Schill. Und mit der nächsten Technikgeneration, prog-

nostiziert die Geologin, könne der Anteil auf etwa 50 Prozent steigen. „Unter unseren Füßen können wir aber nicht nur Energie gewinnen, wir können sie dort auch speichern.“

Wovon Schill spricht, nennt sich Hochtemperatur-Aquifer-Speicher. Diese sind ein wichtiger Baustein ihrer Forschung. Wärme im Untergrund zu speichern, ist nicht neu. Die Technologie dazu ist ausgereift und wird in vielen Ländern schon heute kommerziell genutzt. „Doch da wird im Niedrigtemperaturbereich bis etwa 50 Grad Celsius gearbeitet“, so die Forscherin. „Wir hingegen wollen im Temperaturbereich von über 100 Grad Celsius arbeiten.“ Das bringe einige Vorteile. Denn viele der bestehenden Fernwärmenetze in der Bundesrepublik arbeiten bei 110 Grad Celsius. Hochtemperatur-Aquifer-Speicher ließen sich da nahtlos einbinden. Außerdem stellen hohe Vorlauftemperaturen weniger Ansprüche an die Bausubstanz der an das Wärmenetz angeschlossenen Gebäude. Das heißt, auch Altbauten würden sich auf diese Weise effizient mit Wärme versorgen lassen.

*Professorin Eva Schill vom Institut für Nukleare Entsorgung (INE) des KIT, Leiterin des Projekts DeepStor*

*Professor Eva Schill from KIT's Institute for Nuclear Waste Disposal, Head of the DeepStor project*



FOTO: MAGALI HAUSER

## Aquifer-Wärmespeicher

- Aquifer-Wärmespeicher dienen dazu, überschüssige Wärme im Untergrund zu speichern. Während der Heizsaison kann die Wärme wieder aus dem Speicher entnommen werden.
- Aquifer-Wärmespeicher nutzen unterirdische, wasserführende Gesteinsschichten zur Wärmespeicherung, die in sich abgeschlossen sind.
- Die genutzten Aquifere (Grundwasserreservoirs) werden durch Bohrungen erschlossen und liegen deutlich tiefer als die Reservoirs, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden.
- Um die Wärme im Aquifer zu speichern, wird über einen Brunnen Grundwasser entnommen. Dieses Wasser wird erwärmt. Das erwärmte Grundwasser wird dann über eine zweite Bohrung in den gleichen Grundwasserleiter zurückgeführt. Dort entsteht ein Bereich mit höherer Grundwassertemperatur.
- Wird die Wärme im Winter benötigt, wird das warme Grundwasser wieder aus dem Speicher entnommen, die Wärme über einen Wärmeübertrager zurückgewonnen und in das Wärmenetz eingespeist.

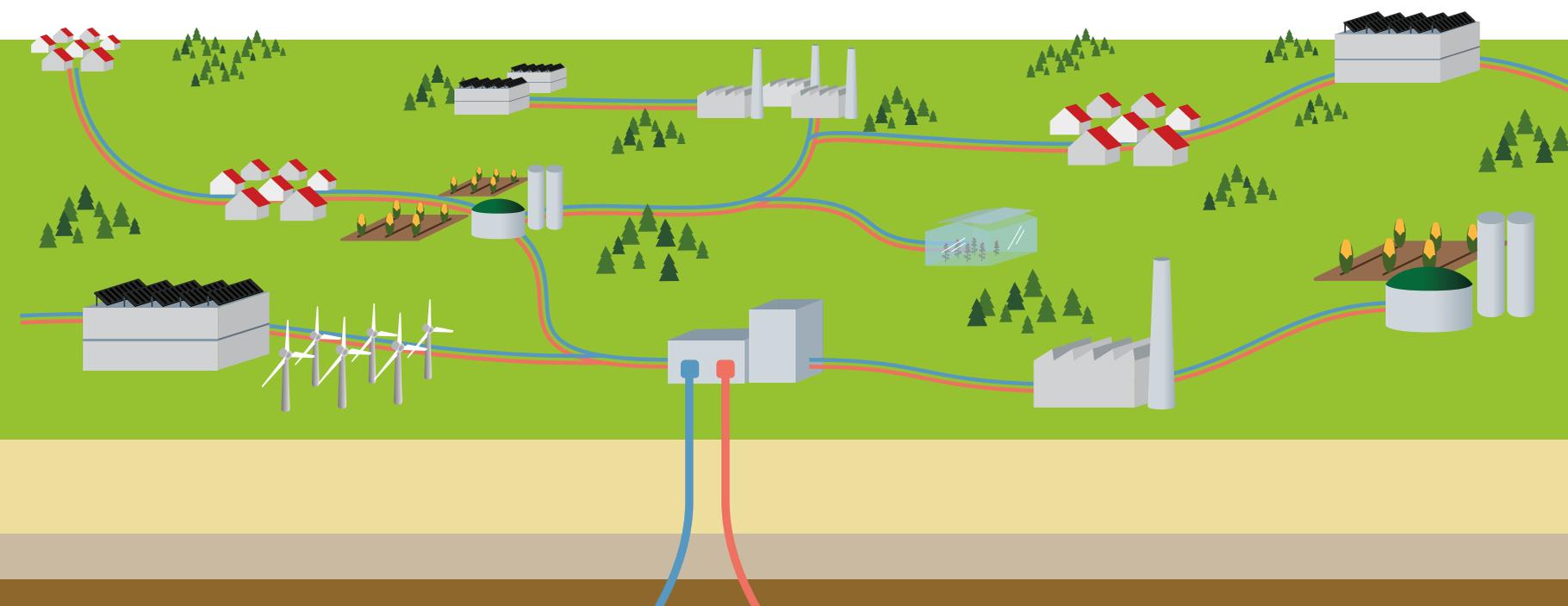
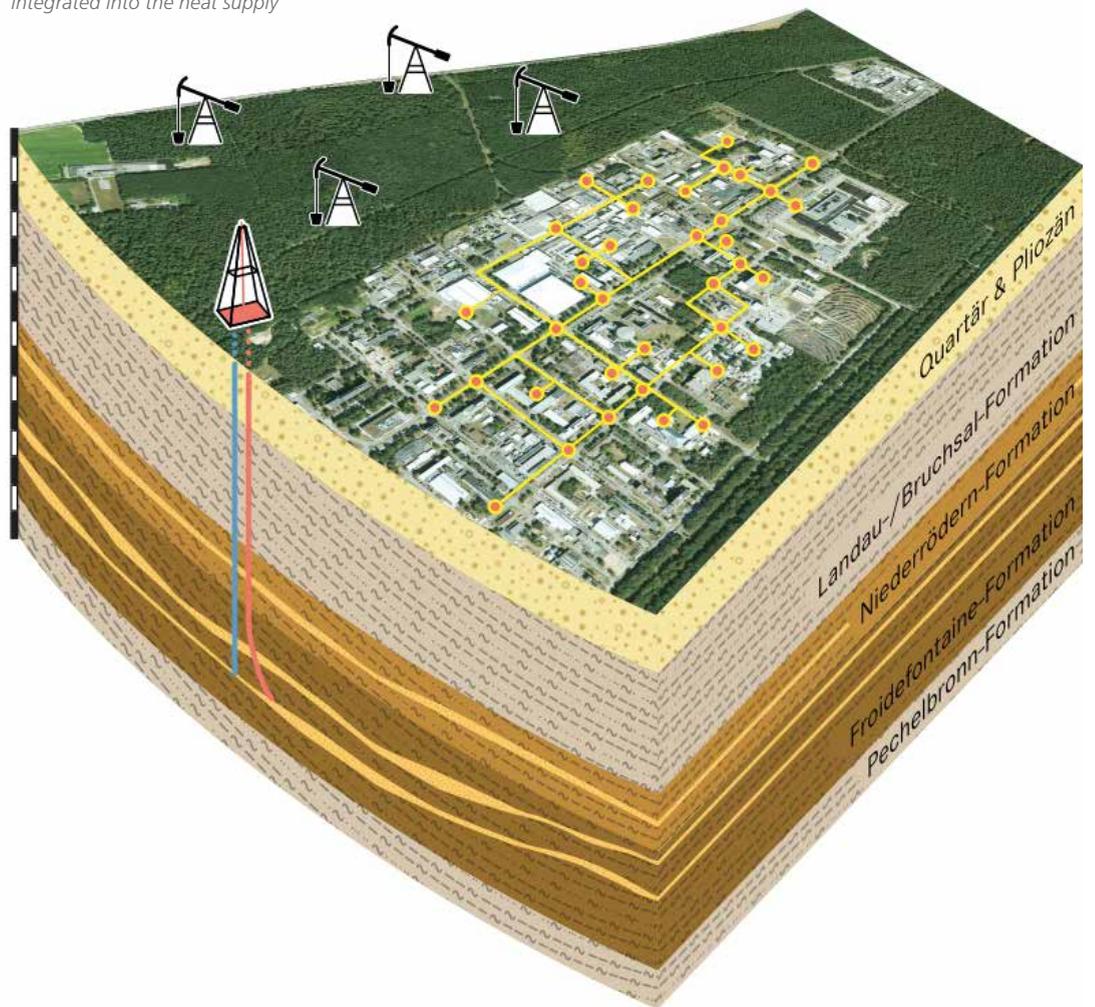
Das Projekt DeepStor soll die Technik voranbringen. „Eine wichtige Frage für uns ist, wie wir Wärme in anderthalb Kilometern Tiefe effizient speichern können“, sagt Schill. Um Antworten darauf zu erhalten, wird voraussichtlich Ende dieses Jahres die erste von zwei Bohrungen auf dem Gelände des Campus Nord des KIT gesetzt. Das Wasser, das dort unten in den Poren des Gesteins steckt, ist heiß und stark salzhaltig. Denn mit der Tiefe steigt die Temperatur. Anderthalb Kilometer unter unseren Füßen herrschen etwa 100 Grad Celsius. Und auch der Salzgehalt steigt rapide an. „Hier im Oberrheingraben beträgt die Salzkonzentration in der von uns anvisierten Tiefe über 120 Gramm Salz pro Liter Wasser“, erklärt Schill. Und das könne zum Problem werden.

Denn die gelösten Salze reagieren auf Veränderungen ihrer Umgebung. Ändern sich Temperatur oder Druck – weil etwa erwärmtes Grundwasser zum Speichern eingeleitet wird – setzt das chemische Reaktionen in Gang. Im Gestein abgelagerte Salze können in Lösung gehen. Das wäre einerseits gar nicht schlecht, denn dadurch vergrößern sich die Porenräume im Gestein und es gibt mehr Speicherplatz. „Andererseits kann es aber auch zur Ausfällung kommen“, gibt die Forscherin zu bedenken. „Das heißt, in Wasser gelöste Salze werden fest. Das ist schlecht für die Effizienz, denn sie verstopfen dann die Poren des Gesteins, in denen wir das erwärmte Wasser speichern wollen.“ Die Forschenden in DeepStor wollen herausfinden, wie man damit umgehen kann.

Dass es sich lohnen wird, die Herausforderung anzunehmen, da ist sich Schill sicher.

*Der Campus Nord des KIT wird durch ein eigenes Fernwärmenetz versorgt. DeepStor bietet die Möglichkeit in die Wärmeversorgung integriert zu werden*

*KIT's Campus North has its own district heating system. DeepStor offers the possibility to be integrated into the heat supply*



## The Treasure at Our Feet

### The DeepStor Project Investigates How Heat Can Be Stored Underground

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

The energy transition only works with the heat transition. Geothermal energy, in particular, could become an important mainstay for generating heat regeneratively and storing it. The latter is the goal of the DeepStor project, for which Professor Eva Schill and her team of KIT's Institute for Nuclear Waste Disposal (INE) are making exploratory drills on KIT's Campus North. The team is investigating how so-called high-temperature aquifer storage can be used efficiently.

Aquifer heat reservoirs store excess heat underground. To store the heat, groundwater is first extracted via a well. The water is heated by sources, such as industrial waste heat, and returned to the aquifer, creating a reservoir where the temperature of the groundwater is elevated. When heat is needed, the heated groundwater can be drawn from this reservoir.

This technology already is being used commercially in many countries. "But usually, one works in the low-temperature range of up to approximately 50 degrees Celsius," Schill points out. "We, in contrast, want to work in the temperature range of over 100 degrees Celsius." Many of Germany's district heating networks operate at a temperature of 110 degrees Celsius. High-temperature aquifer storage could be seamlessly integrated into the relevant processes. One challenge is the salinity of groundwater at depth. The dissolved salts react to changes in their environment, such as when heated water is introduced. "This can cause the salts to precipitate. They then clog the pores of the rock where we want to store the heated water," Schill explains. Learning how to deal with salinity issues is one of the goals of DeepStor.

Geothermal energy arouses reservations and fears among the population. The researchers will use dialog to respond to these concerns. Citizens can be involved into monitoring activities. "We equip citizens with, for example, seismometers," explains Dr. Florian Bauer, a member of Schill's team. "The collected data is incorporated into a monitoring concept." The results can be displayed spatially using a special monitor. In this way, everyone can create a better understanding of the underground. Several such monitors will be installed at central locations, such as the city halls of the relevant communities. ■

„Da unten beeinflussen wir nicht das Grundwasser, das wir zur Trinkwassergewinnung nutzen können und es ist viel Platz, um sehr große Mengen Wärme zu speichern.“ Warum das wichtig ist, hänge auch mit der Wärmege- winnung aus tiefen geologischen Einheiten zusammen. „Geothermie in größeren Tiefen sollte kontinuierlich betrieben werden. Denn jedes An- und Abschalten verändert die Um- gebungsbedingungen und kann dadurch Stö- rungen provozieren“, sagt Schill. Dann wür- den Geothermiekraftwerke auch im Sommer Wärme produzieren, wenn wir davon nur we- nig brauchen. In den Hochtemperatur-Aqui- fer-Speichern ließe sich die Wärme für den Winter aufbewahren.

In der Bevölkerung ruft Geothermie allerdings nicht immer Begeisterungstürme hervor. Es kursieren Vorbehalte und Ängste, die sich nicht selten in Bürgerbegehren Luft machen – etwa zur Sicherheit des Trinkwassers oder der Freisetzung des radioaktiven Gases Ra- don, das sich im Untergrund befindet. Eine Herausforderung, der sich Eva Schill und ihr Team bewusst sind. Die Forschenden begeg- nen den Fragen aus der Bevölkerung daher mit dem Dialog. „Wir binden die Bürgerinnen und Bürger von Anfang an in Projekte zum Thema Wärmeversorgung durch Tiefengeo- thermie am Campus Nord mit ein“, sagt Dr. Florian Bauer aus Schills Forschungsgruppe. „Wir haben die Öffentlichkeit bereits in ein Co-Design miteinbezogen, in dem Szenarien zur Wärmeversorgung erarbeitet und disku- tiert wurden.“

Um zu zeigen, dass das Team Bedenken wie die Sicherheit des Grundwassers, die mög- liche Freisetzung von Radon oder die induzier- te Seismizität ernst nimmt, untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT, wie Bürgerinnen und Bürger in das Monitoring miteingebunden werden können. „Wir wollen Bürgerinnen und Bürger mit Messgeräten ausstatten.“, erklärt Bauer. Dazu gehören zum Beispiel Seismometer. Auch

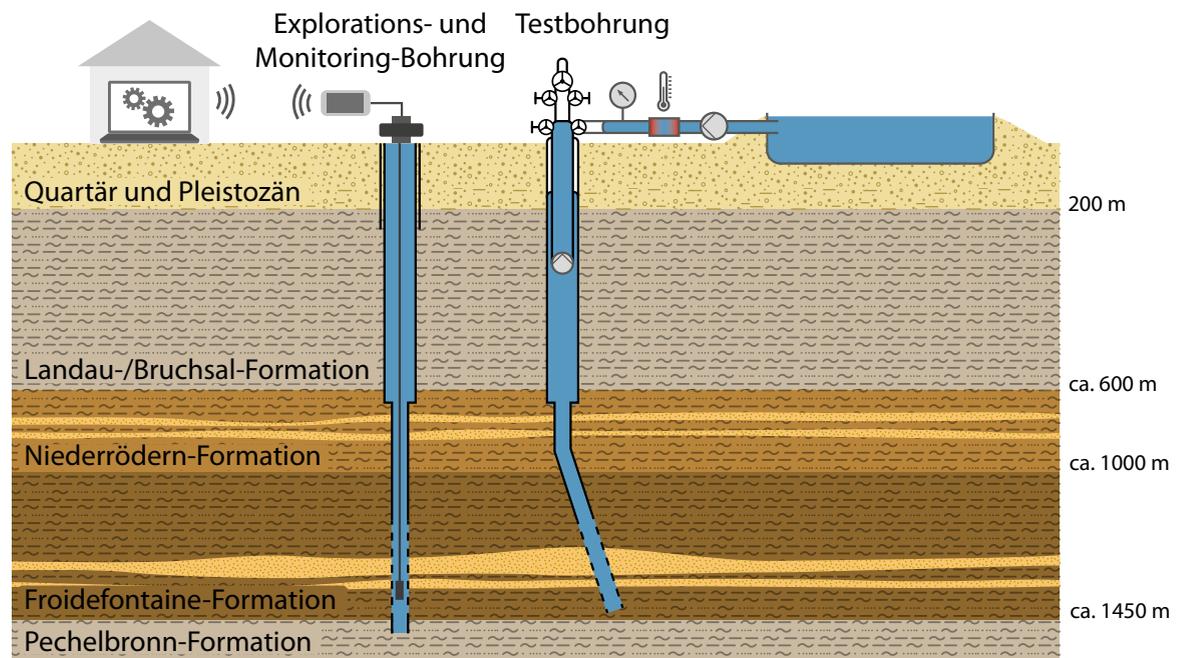


FOTO: INSTITUT FÜR NUKLEARE ENTSORGUNG

Der zukünftige Bohrplatz  
am Campus Nord des KIT

The future drilling site  
on KIT's Campus North

Grundwassermessstellen werden von den Forschenden überwacht. „Die gesammelten Daten fließen in das Monitoring mit ein und schärfen das Bild des Untergrundes“, sagt der Hydrogeologe. Anschließend erzeugt er daraus eine dreidimensionale Abbildung des Untergrundes. Ein spezieller 85-Zoll-Monitor stellt dieses Modell dann räumlich dar. „So können alle sehen, was in der Tiefe vor sich geht und wie die eigenen Messdaten dazu beitragen. Ziel ist es, größtmögliche Transparenz zu geben.“ Die Hannover Messe soll Bühne für die Premiere des Visualisierungssystems sein. Später werden mehrere solcher Monitore an zentralen Orten, zum Beispiel an den Rathäusern der betroffenen Gemeinden, installiert. ■



@ [eva.schill@kit.edu](mailto:eva.schill@kit.edu),  
[florian.bauer@kit.edu](mailto:florian.bauer@kit.edu)

[www.mtet.kit.edu/948.php](http://www.mtet.kit.edu/948.php)



Die wissenschaftliche Infrastruktur DeepStor auf dem Campus Nord des KIT besteht aus zwei Bohrungen und einem Becken. Die Explorationsbohrung erlaubt Untersuchungen in drei Kalkfeinsandstein-Horizonten zwischen 800 und 1 300 Metern Tiefe. Die geplante Testbohrung soll als Langzeitbeobachtungsbohrung dienen

The DeepStor scientific infrastructure on KIT's Campus North consists for two boreholes and a basin. The exploratory borehole allows investigations in three calcareous fine sandstone horizons between 800 and 1300 m depth. The planned exploration well will be used for long-term observation

Grafik: Institut für Nukleare Entsorgung

ANZEIGE

**HECTOR SCHOOL**  
 OF ENGINEERING & MANAGEMENT

Die Energiewende verlangt nach neuen Kompetenzen und neuen Technologien:

**Zukunftsdisziplin Energy Engineering**



Sie haben es in der Hand: Gestalten Sie den Wandel zu einem nachhaltigen globalen Energiesystem mit.

Jetzt kostenfrei Whitepaper herunterladen: [www.ectorschool.kit.edu/energie-whitepaper](http://www.ectorschool.kit.edu/energie-whitepaper)



# RESEARCH TO BUSINESS

**Neueste Technologien und Know-how zur Weiterentwicklung von Unternehmen oder Produktportfolios, anwendungsnahe Forschung und Entwicklungen mit hohem Marktpotenzial: das alles bietet die Plattform RESEARCH TO BUSINESS am KIT.**

Einen Unterschied machen und Veränderungen vorantreiben – Ausstellende aus der ganzen Welt zeigen auf der Hannover Messe, der größten deutschen Industriemesse, wie sie zur Transformation zu einer nachhaltigen, smarten und energieeffizienten Wirtschaft beitragen. Die Basis dafür sind technologische Lösungen, die ihren Weg von der Idee bis zur Innovation finden müssen. Das KIT zeigt an zwei Ständen unter dem Namen RESEARCH TO BUSINESS Technologien in der Frühphase, für die industrielle Partner gesucht werden, um die Technologien zur Anwendungsreife weiterzuentwickeln. Insgesamt rund 70 Technologieangebote bieten Einblicke in die anwendungsnahen Labore des KIT.

Im Future Hub in Halle 2 auf der Hannover Messe zeigt das KIT rund 40 branchenübergreifende und interdisziplinäre Technologieangebote, die ein hohes Potenzial für wertschöpfende Produkte und Verfahren unter anderem in der Mobilität, Umwelttechnik, Medizintechnik, Produktion und Verfahrenstechnik bieten. An dem Energy Solutions-Stand in Halle 13 präsentiert das KIT rund 30 ausgewählte Technologien mit dem Fokus auf Energiesysteme: Von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zur Verteilung sowie Batteriematerialien und alternative Energien. „Mit den RESEARCH TO BUSINESS-Technologien zeigen wir die große Vielfalt und Bandbreite der Wissenschaft am KIT. Auf der Hannover Messe beraten wir Unternehmen dazu, wie eine Kooperation mit dem KIT aussehen könnte. Dabei gibt es viele Möglichkeiten, die sowohl für global operierende Unternehmen als auch für regional verwurzelte mittelständische Unternehmen interessant sind“, so Dagmar Vössing, Leiterin der Abteilung Technologietransfer des Innovations- und Relationsmanagements (IRM) des KIT. ■

## HIGHTECH UND INNOVATIVE LÖSUNGEN AUS DEM KIT FÜR UNTERNEHMEN



*Dr. Aude Pélissou-Schecker, Innovationsmanagerin für Energie am KIT im Bereich RESEARCH TO BUSINESS, an dem Energy Solutions-Stand bei der Hannover Messe 2022*

*Dr. Aude Pélissou-Schecker, Innovation Manager for Energy of KIT's RESEARCH TO BUSINESS Group, at the Energy Solutions booth at Hannover Messe 2022*

## RESEARCH TO BUSINESS

### High-tech and Innovative Solutions from KIT for Companies

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Making a difference and driving change – at Hannover Messe, the largest German industrial fair, exhibitors from all over the world show how they contribute to the transformation into a sustainable, smart, and energy-efficient economy. The basis for this transformation are technological solutions that have yet to make their way from ideas to innovative products. At two stands, KIT will present early-stage RESEARCH TO BUSINESS technologies ready to be developed to mature applications along with industrial partners. At the Future Hub of Hannover Messe, KIT will present approximately 40 cross-sectoral and interdisciplinary technology offers with high potential for value-added products and processes in such areas as mobility, environmental technology, medical technology, production, and process engineering. At the Energy Solutions stand, KIT will present about 30 technologies that focus on energy systems: From generation and storage to distribution, battery materials, and alternative energies. “The RESEARCH TO BUSINESS technologies show the great diversity and breadth of science at KIT. At Hannover Messe we advise companies on what collaboration with KIT might look like. There are many possibilities, both for globally operating enterprises and for regionally rooted medium-sized companies,” says Dagmar Vössing, Head of the Technology Transfer Group of KIT's Innovation and Relations Management Business Unit. ■



*Dagmar Vössing, Leiterin der Abteilung Technologietransfer des Innovations- und Relationsmanagements (IRM) des KIT*

*Dagmar Vössing, Head of the Technology Transfer Group of KIT's Innovation and Relations Management Business Unit (IRM)*



Wir bieten Startups und innovativen Köpfen den Raum für ihre Ideen!



 **IHK** Technologiefabrik  
Karlsruhe

80+ ansässige Startups  
7.000+ Jobs geschaffen  
450+ betreute Startups bisher  
97% Erfolgsquote

Haid-und-Neu-Str. 7  
76131 Karlsruhe  
Telefon 0721-174 271  
info@technologiefabrik-ka.de  
www.technologiefabrik-ka.de



**WALTHER &  
REINHARDT**

Walther & Reinhardt  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Beratende Ingenieure  
Carl-Kuenzer-Straße 4  
79336 Herbolzheim

info@walther-reinhardt.de  
www.walther-reinhardt.de

## PLANEN SIE DOCH MAL ZUKUNFT. IHRE.

Wir sind leidenschaftlich Bauingenieur:innen und lieben unseren Beruf. Mit über 40 Jahren Marktpräsenz gehören wir zu den renommierten Ingenieurbüros für Tragwerksplanung – in der schönsten Region Deutschlands. Wer einmal hier gewohnt und gearbeitet hat, will nicht mehr weg. Unser berufliches Herz schlägt für den Industriebau, genauso wichtig ist uns eine gesunde Work-Life-Balance. Wir haben viel Spaß an der Arbeit und mit kurzen Entscheidungswegen bewegen wir gemeinsam herausragende Projekte namhafter Auftraggeber. Die „Art des Hauses“ ist eine sehr persönliche und verbindliche, das schätzen unsere Kunden genauso wie die Kolleginnen und Kollegen.

Wir suchen als Ergänzung und Verstärkung unseres Teams **Bauingenieure (m/w/d)** mit Berufserfahrung im Konstruktiven Ingenieurbau, gerne als **Wiedereinsteiger:innen** in variabel gestaltbarer **Teil- oder Vollzeit**. Gerne geben wir auch qualifizierten Berufseinsteigern eine Chance.

Sie haben das Gefühl, wir könnten zueinander passen und beruflich einen gemeinsamen Weg beschreiten? Klasse! Dann geben Sie uns doch die Möglichkeit zu einem weiteren Kennenlernen. Unter 07643/93400 bei Anja Hofstetter und Walter Reinhardt oder einfach per Mail. Übrigens sind ein **Jobrad** und die Möglichkeit, nach der Probezeit einen **Dienstwagen** zu fahren, nur zwei Dinge, über die wir mit Ihnen sprechen wollen. Und wir haben bestimmt noch weitere überzeugende Argumente. Versprochen.

## SCHLEITH BAUT ERFOLGSSTORYS ■

Als Familienunternehmen sind wir mit über 750 Mitarbeitern an sieben Standorten tätig. Unser umfangreiches Leistungsspektrum erstreckt sich vom Tief-, Erd- und Straßenbau über den Ingenieur- und Spezialtiefbau bis zum Hoch- und Schlüsselfertigbau.

### STARTE DEINE STORY BEI UNS ALS:

- WERKSTUDENT (m/w/d)
- PRAKTIKANT (m/w/d)
- BACHELORAND (m/w/d)
- MASTERAND (m/w/d)

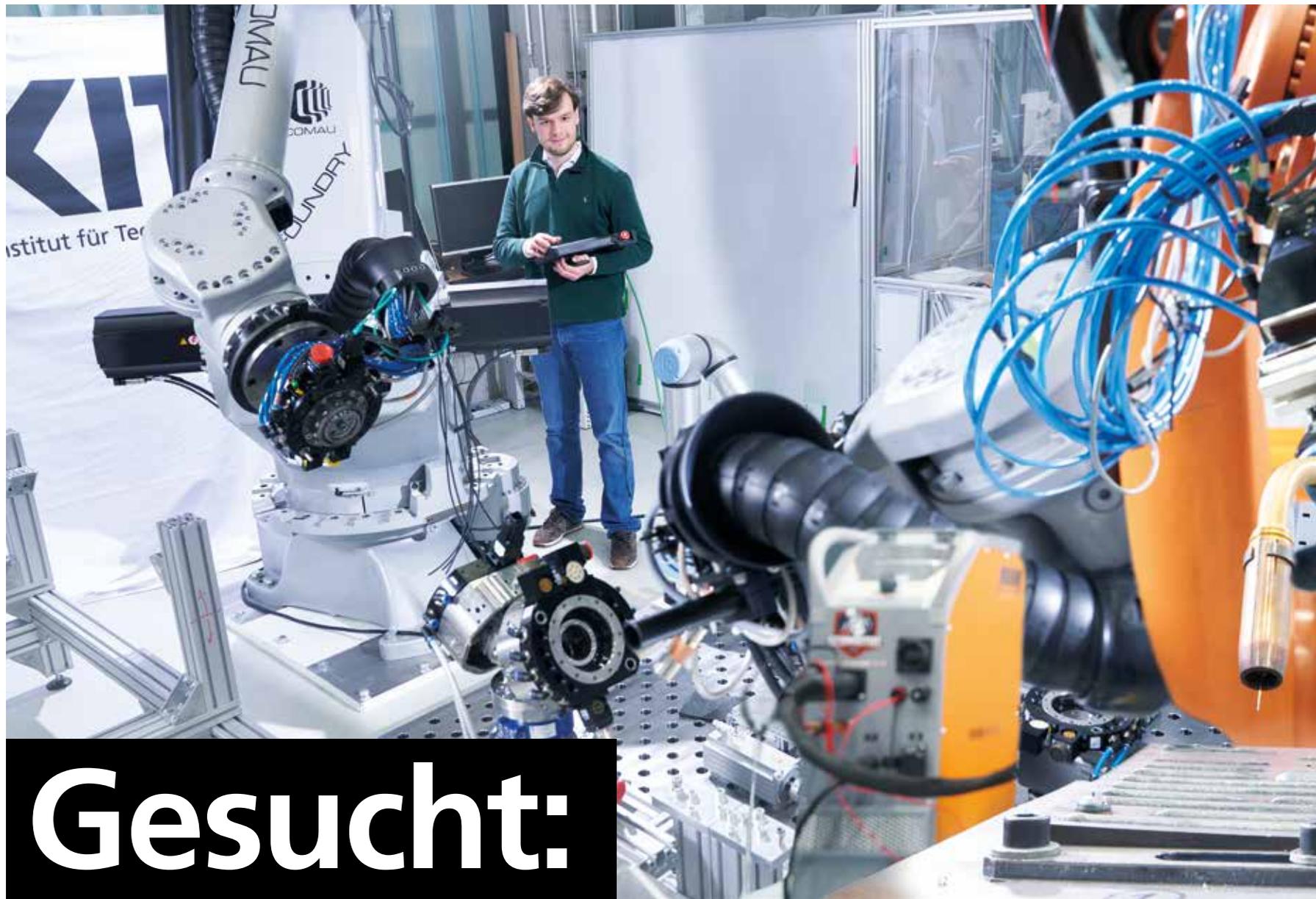
### ODER DIREKT NACH DEINEM STUDIUM ALS:

- JUNIOR-BAULEITER (m/w/d)
- TRAINEE (m/w/d) KALKULATION

Alle weiteren Infos findest du unter [schleith.de/karriere](https://www.schleith.de/karriere)



Wir freuen uns auf deine  
Bewerbung@schleith.de!



# Gesucht:

# Roboter mit Vorstellungskraft

INTELLIGENTE SOFTWARE  
OPTIMIERT FLEXIBLE  
PRODUKTIONSPROZESSE

VON GEREON WIESEHÖFER

**Die Produktion von morgen läuft automatisiert. Nicht Menschen, sondern Roboter fügen Bauteile zusammen oder nehmen sie wieder auseinander. Doch die Anforderungen an die Maschinen sind komplex, immer wieder müssen im Prozess individuelle Entscheidungen getroffen und Lösungen gefunden werden. Forschende des KIT arbeiten an einer Simulationssoftware, die den Robotern das dafür notwendige Vorstellungsvermögen verleihen soll.**

„Stellen Sie sich eine Küchenhilfe vor, die taub und blind ist – um sie anzulernen, muss man jede Bewegung vorab detailliert mit ihr durchgehen. So in etwa funktionieren viele Industrieroboter bis heute. Unsere Vision ist es, Chefköche aus ihnen zu machen.“ Die Bot-

schaft von Jan Baumgärtner vom wbk Institut für Produktionstechnik des KIT ist klar: Um die Anforderungen moderner, flexibler Produktionskonzepte beispielsweise in der Automobilindustrie zu erfüllen, sollen Industrieroboter befähigt werden, nicht nur einfache Handhabungsaufgaben, sondern auch wertschöpfende Fertigungsprozesse durchführen zu können. Den Schlüssel zum Erfolg für diese Transformation sieht die Arbeitsgruppe Intelligente Maschinen und Komponenten unter Professor Jürgen Fleischer vom wbk in der softwaregesteuerten Prozessoptimierung.

## **Neue Rahmenbedingungen industrieller Produktion**

Alexander Puchta, Leiter der Gruppe, erläutert das Thema aus Sicht der industriellen Produktion: „Früher wurde die Modellreihe eines





FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE

*Mit ihrer Simulationssoftware wollen die Forschenden des wbk flexible und intelligente Produktions- und Demontagesysteme schaffen*

*With their simulation software, the researchers of wbk want to create flexible and intelligent production and disassembly systems*

Autos über Jahre hinweg auf der gleichen Produktionsanlage gefertigt. Heute ist das bunter, vielfältiger. Wir haben Baukastensysteme und in jedem Segment auf die Kundenschaft zugeschnittene Konfigurationsmöglichkeiten.“ Hinzu kommen weitere Rahmenbedingungen, auf die man sich einstellen muss: Der demografische Wandel und der damit einhergehende Fachkräftemangel erfordern eine zunehmende Automatisierung der Prozesse. Um außerdem die Abhängigkeit von anderen Ländern, wie zum Beispiel von China bei Seltenen Erden, zu reduzieren, muss auch die Kreislaufwirtschaft weiter vorangetrieben werden. „Die Demontage von Motoren und Altfahrzeugen ist jedoch noch komplexer und schwieriger zu automatisieren als die Produktionsprozesse. Wie löse ich zum Beispiel eine verrostete Schraube? Während

*Alexander Puchta, Gruppenleiter Intelligente Maschinen und Komponenten am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT*

*Alexander Puchta heads the Intelligent Machines and Components Group at KIT's wbk Institute of Production Science*



FOTO: SANDRA GÖTTISHEIM

der Demontage müssen ständig Entscheidungen getroffen werden“, so Puchta. Sein Fazit: „Wir brauchen flexible und intelligente Produktions- und Demontagesysteme, die darüber hinaus sogar über ein gewisses Improvisationstalent verfügen müssen.“

### Perfekte Simulation mit Pybullet\_Industrial

Diese Systeme sind Roboter, die, um flexibel arbeiten zu können, eine Simulationssoftware benötigen. „Für den Roboter ist die Simulation in etwa das, was für uns Menschen das Vorstellungsvermögen ist“, erklärt Baumgärtner die Bedeutung der Software bildhaft. „Am wbk haben wir das Softwarepaket Pybullet\_Industrial entwickelt, das auf einer bestehenden Roboter-Mehrkörpersimulation aufbaut und diese befähigt, verschiedene Fertigungsprozesse wie 3D-Druck, Auftragschweißen oder Fräsen zu simulieren.“ Die Besonderheit: Die Software simuliert nicht nur die Aktionen des Roboters (Robotersimulation), sondern auch den Prozess selbst (Pro-

zesssimulation), sie kann also das Prozessergebnis und dessen Qualität mit abbilden.

### Mit Open Source Software eine Community schaffen

Zudem handelt es sich um eine Open Source Software. Anfang November 2022 ist das wbk erstmals mit ihr online gegangen. Ziel ist es, mit anderen Forschenden eine Community zu bilden, die die Software mit immer neuen Algorithmen und Prozessen füttert. „Denn zur Steuerung von jedem Prozess, den die Simulationssoftware beherrscht, benötigt es einen eigenen Algorithmus“, so Baumgärtner. Und je mehr Prozesse die Software beherrscht, desto komplexer können die Konsequenzen von Produktions- oder Demontageprozessen beurteilt und diese letztlich optimiert werden.

### Brücke zur Realität

Auf der Hannover Messe im April 2023 wollen die Forschenden die Brücke von der Software zur Realität schlagen. „Wir bringen hier



*Jan Baumgärtner vom wbk steuert die Pybullet\_Industrial-Simulation mithilfe von VR-Controllern. Durch die Software erhalten Industrieroboter Improvisationstalent – wie das eines Menschen*

*Jan Baumgärtner of wbk controls the Pybullet\_Industrial simulation using VR controllers. The software gives industrial robots improvisational talent – like that of a human being*

# Wanted: Robots with Imagination

## Intelligent Software Optimizes Flexible Production Processes

TRANSLATION: BENNO STOPPE

Production will be automated in the future. Robots, not humans, will combine parts and take them apart. But the requirements for such machines are complex, because many decisions must be made and multiple solutions need to be found during the process. For instance, if a robot is supposed to implement customized requests during the construction of a car, how can it do so without an exact definition of what to do? Or, while taking apart an old engine, how can it decide on the best way to loosen a rusty bolt? KIT researchers are working on simulation software that gives robots the necessary power of imagination.

“We need flexible and intelligent production and disassembly systems; they even require some talent for improvisation,” says Alexander Puchta, Head of the Intelligent Machines and Components Group at KIT’s wbk Institute of Production Science. “We developed the Pybullet\_Industrial software package based on an existing robot multi-body simulation, allowing these to simulate several production processes like 3D printing, build-up welding, or milling,” Jan Baumgärtner, a member of the wbk group, explains. The special feature of this software is its ability to simulate not only the robot’s actions (robot simulation) but also the process itself (process simulation). It is therefore able to display the process result and its quality.

In addition, the software is open source. wbk went online with the new software for the first time in November 2022. Its goal is to create a community with other researchers that feed new algorithms and processes to the software. That’s because, as Baumgärtner puts it, “every process known to the software needs an algorithm to control it.” The more processes the software knows, the more complex the assessment of the consequences of production and disassembly processes can be and the better they can eventually be optimized. “Our vision can be described like this: We used to train robots by telling them which processes to do and in which order. Today, we give the robot a goal and let it create its own optimized production process – which it then executes to reach the goal,” Baumgärtner summarizes. ■

die digitale Welt auf eine physische, befahrbare Plattform“, erklärt Baumgärtner. Die Idee: Die Besucherinnen und Besucher können mit VR-Brille und Joystick einen virtuellen Roboter bedienen, mit ihm einen virtuellen Schweißprozess durchführen und die Schweißnaht anschließend virtuell begutachten. Dann kommt der Schritt in die Realität: Auf der physischen Plattform wird der Schweißprozess mit einem kleinen Demo-Roboter exakt nachgebildet und damit die Qualität der Simulation demonstriert. So hofft das Team, neue Forschende für die Community zu gewinnen.

### Die Vision

Baumgärtner meint: „Vielleicht kann man unsere Vision auch so umschreiben: Früher hat man einen Roboter angelernt, indem man

ihm vorgegeben hat, welche Prozesse er in welcher Reihenfolge ausführen soll. Heute geben wir ihm das Ziel vor und lassen ihn seinen eigenen optimalen Produktionsprozess selbst erstellen – den er dann auch selbst durchführt, um das Ziel zu erreichen.“ ■

@ alexander.puchta@kit.edu,  
jan.baumgaertner@kit.edu



## Fachwissen bitte!

### Alle Medien schnell, einfach und überall verfügbar.

In unserem Katalog sind über 40 Millionen Titel gelistet, für jeden Bedarf das Richtige. Schweitzer arbeitet eng mit den führenden E-Procurement-Anbietern zusammen und stellt für Sie einen reibungslosen Best-in-Class-Beschaffungsprozess sicher.

### Im Raum Karlsruhe die erste Wahl:

#### Schweitzer Fachinformationen

Karlsruhe

Tel: +49 721 98161-0

karlsruhe@schweitzer-online.de

### Bestellen Sie rund um die Uhr direkt online!



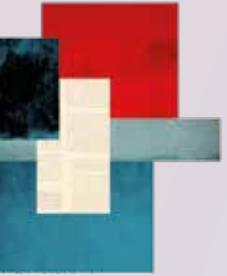
[www.schweitzer-online.de](http://www.schweitzer-online.de)

**schweitzer**  
Fachinformationen

# High-performance Mirrors from an Inkjet Printer

TAILORED, HIGH-TECH MIRRORS ARE CREATED AT  
KIT'S LIGHT TECHNOLOGY INSTITUTE

BY HEIKE MARBURGER // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM



Professor Uli Lemmer, Head of KIT's  
Light Technology Institute (LTI)

Professor Uli Lemmer, Leiter des  
Lichttechnischen Instituts (LTI) des KIT



**Today, high-precision measurements are mostly carried out using laser technology. Special mirrors guide the light with the correct wavelength to the place of measurement. Dielectric mirrors, also known as Bragg mirrors, are used for this purpose. They achieve almost 100 percent reflectivity. The mirrors are manufactured by thermal vapor deposition using vacuum-based processes. This manufacturing method is complex and expensive. Now, researchers at KIT's Light Technology Institute (LTI) have succeeded in producing dielectric mirrors using an inkjet printer.**

"Due to their properties, Bragg mirrors are suitable for countless applications, for example in camera systems, microscopy, medical technology, or sensor systems. While conventional metal mirrors reflect only 90 percent of light, Bragg mirrors manage almost 100 percent," explains Professor Uli Lemmer, Head of KIT's Light Technology Institute. But that's not all: Depending on their design, they can reflect only those light colors that have been selected in advance – other wavelengths simply pass through. How does this work? "Bragg mirrors consist of several layers of material that are applied extremely thinly and precisely to a substrate. This creates an optical

mirror that ensures that light of only specific wavelengths is reflected," Lemmer explains.

#### Custom-fit Production

As part of the 3D Matter Made to Order cluster of excellence, the optoelectronics engineer has developed a process with two doctoral students, Qihao Jin and Qiaoshuang Zhang, that makes it possible to produce the high-tech mirrors using an inkjet printer. The special feature of the new technology is that the mirrors can be precisely tailored to the user's requirements. The innovative process provides much greater freedom in manufacturing than a large-scale vacuum process. "We can manufacture individual mirrors more cost-effectively on demand. The completely digital manufacturing process allows the production of mirror layers precisely adapted to the application," says Lemmer. The Karlsruhe-based spin-off company in preparation has already printed on various substrate materials, which opens up even more diverse possibilities for using the new technology.

How does the researchers' invention work? The magic of the new technology lies primarily in the coatings and how they are applied and dried, reveals Uli Lemmer. "We print material drop by drop until the surface has exactly the required layer thickness. Then, we

print a second material, similarly to what occurs in the large vacuum apparatuses." However, he says, vapor deposition is replaced by an inkjet process that controls the number of droplets applied per square centimeter on a substrate. The ink application volume can thus be defined very precisely, even within a small area. "There is an incredible amount of intricate precision work in these process parameters, especially in the drying of the layers," Lemmer points out.

#### Precision Layer by Layer

Further know-how lies in the coatings used. The components of the inks must have suitable optical properties and also be soluble or dispersed. "For our first mirror, we used titanium dioxide, which is also used in white wall paint," Lemmer says. "The second material used was polymethyl methacrylate – better known as plexiglass." According to the scientist, creating a clean boundary layer was particularly tricky: "There must be no mixing between the last drops of material one and the first drops of material two." The team solved this problem with UV flash exposure. All layers thus are even, ensuring a uniform stack of layers. In addition, the printing can be precisely controlled and the results are reproducible. All in all, this leads to outstanding optical properties that achieve the high reflectivity of Bragg mirrors.

### Many Possible Applications

Lemmer and his team plan to use the invention to start a spinoff company. The researchers are already in talks with a major optics manufacturer. The additively manufactured mirrors have many potential applications. "We can precisely determine and vary the layer thicknesses. Individual mirrors can be printed quickly and easily. It doesn't matter in terms of cost whether we produce just one mirror or 100 copies. In addition, it is possible to create special patterns – so a material layer can be laterally higher in one place than in another" explains Lemmer.

Another special feature: "In addition to glass, we can also print on plastics, such as PET films. Our technology can be used to produce mechanically flexible mirrors," explains Professor Lemmer, who notes that their size is scalable. "Roll-to-roll production is possible. The print area can be extended to many square meters in the process." Such large-area colored luminous mirrors could then also be used for information or advertising displays. "They could also be used for laminating photovoltaic modules without absorbing too much light. The reflected color and pattern can then be freely selected," says Lemmer. ■



[uli.lemmer@kit.edu](mailto:uli.lemmer@kit.edu)

[qihao.jin@kit.edu](mailto:qihao.jin@kit.edu)

[qiaoshuang.zhang@kit.edu](mailto:qiaoshuang.zhang@kit.edu)

## Hochleistungsspiegel aus dem Tintenstrahldrucker

### Am Lichttechnischen Institut des KIT entstehen individuell einsetzbare Hightech-Spiegel

Hochpräzise Messungen werden heute meist mit Lasertechnologie durchgeführt. Dabei leiten Spiegel mit dielektrischen Schichten, auch Bragg-Spiegel genannt, das Licht mit der richtigen Wellenlänge an den Ort der Messung. Sie erreichen fast 100 Prozent Reflektivität. Auch für zahllose andere Anwendungen werden die Hochleistungsspiegel eingesetzt wie in Kamerasystemen, in der Mikroskopie, in der Medizintechnik oder in Sensorsystemen. Die Fertigung der Bragg-Spiegel erfolgt mittels vakuumbasierter Verfahren durch thermisches Aufdampfen. Diese Herstellungsmethode ist aufwendig und kostspielig. Nun ist es Forschenden am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT im Rahmen des Exzellenzclusters 3D Matter Made to Order gelungen, dielektrische Spiegel kostengünstig mit dem Tintenstrahldrucker herzustellen.

„Bragg-Spiegel bestehen aus mehreren Materialschichten, die extrem dünn und präzise auf einen Träger aufgebracht werden müssen“, erklärt Professor Uli Lemmer, Leiter des LTI. „Mit dem Tintenstrahldrucker drucken wir tropfenweise Material, bis die Fläche exakt die benötigte Schichtdicke hat. Dann drucken wir abwechselnd ein zweites Material. Die Schichtdicken können wir exakt bestimmen und variieren.“ Um die Schichten sauber voneinander zu trennen, trocknen die Forschenden das aufgebrachte Material mit einer UV-Flashbelichtung. Die innovative Technologie von Lemmer, der Doktorandin Qiaoshuang Zhang und des Doktoranden Qihao Jin ermöglicht einen passgenauen Zuschnitt der Spiegel auf die Anforderungen der Anwenderinnen und Anwender.

„Kostentechnisch spielt es keine Rolle, ob wir nur einen Spiegel oder hundert Exemplare drucken. Darüber hinaus ist es möglich, spezielle Muster zu erstellen – eine Materialschicht kann also an der einen Stelle höher sein als an der anderen“, sagt Lemmer. Auch verschiedene Trägermaterialien wie Glas oder flexible PET-Folien haben die Forschenden schon bedruckt, was noch vielfältigere Möglichkeiten für den Einsatz der neuen Technik eröffnet. „Möglich ist eine Rolle-zu-Rolle-Produktion“, erklärt Lemmer. „Die Druckfläche kann dabei auf viele Quadratmeter ausgedehnt werden.“ Solche großflächigen farbig leuchtenden Spiegel könnten für Info- oder Werbedisplays geeignet sein. „Es ließen sich damit Photovoltaikmodule bekleben, ohne dass zu viel Licht absorbiert wird. Die reflektierte Farbe und das Muster sind dann frei wählbar“, so Lemmer. Der Wissenschaftler und sein Team planen, mit ihrer Erfindung eine Ausgründung zu starten. ■



FOTOS: LICHTTECHNISCHES INSTITUT



The inkjet printer prints the materials drop by drop on glass or flexible films

Der Tintenstrahldrucker druckt die Materialien tropfenweise auf Glas oder flexible Folien



## INTELLIGENTE BANDAGEN UNTERSTÜTZEN HEILUNGSPROZESS

GEDRUCKTE BIOSENSOREN DES START-UPS NOXON VERBESSERN ORTHOPÄDISCHE BEHANDLUNG

## INTELLIGENT BANDAGES CAN SUPPORT THE HEALING PROCESS

PRINTED BIOSENSORS DEVELOPED BY THE STARTUP NOXON IMPROVE ORTHOPEDIC TREATMENT

VON LEONIE KROLL // TRANSLATION: BENNO STOPPE // FOTOS: ALEXANDER FRIESSLEBEN

Knie- oder Rückenschmerzen zu behandeln, kann langwierig sein. Das Start-up Noxon integriert gedruckte Biosensoren in medizinische Bandagen, um Rehabilitationsprozesse erstmals einsehbar zu machen und zu verkürzen. Gegründet wurde das Start-up von Marius Neugschwender, der am KIT Physik studiert hat und dort seine Promotion plant, sowie seiner Schwester Maria Neugschwender und Ka Hou Leong. Das Team hat sich darauf spezialisiert, ionische Spannungssignale von Muskelaktivitäten im Körper über die Haut zu messen. Die dafür benötigte Sensorik wird über Massendruckverfahren hergestellt, bei denen die Druckfarbe durch Nanodispersionen ersetzt werden. Die Biosensoren können auf verschiedenen Textilien angebracht werden. „Gedruckte Elektronik ist kein neues Verfahren, sondern wird schon lange, beispielsweise in der Automobilindustrie, eingesetzt“, erklärt Marius Neugschwender. Noxon nutzt die Vorteile der gedruckten Elektronik wie Flexibilität, Dehnbarkeit und Ressourcenschonung.

Als ersten Prototyp stellte das Team ein Shirt her, um muskulär bedingte Rückenschmerzen zu analysieren. Dabei zeigten sich einige Herausforderungen: „Rückenschmerzen sind sehr komplex und den Kontakt zwischen dem Rücken und den Sensoren im Shirt herzustellen ist schwierig, weil das Kleidungsstück dafür sehr eng am Körper anliegen muss“, sagt Marius Neugschwender. Aus den Erkenntnissen hat das Team viel gelernt und will sich im nächsten Schritt auf Kniebandagen fokussieren. „In der zweiten Testphase arbeiteten wir mit Bandagen, die die Muskelaktivität der Beinmuskulatur nach Sportverletzungen oder operativen Eingriffen analysieren“, so der Physiker. Die generierten Daten werden an eine App übermittelt und geben Einblicke in die Muskelaktivität. So ermöglichen sie, dass zu behandelnde Personen gemeinsam mit ihren Ärztinnen und Ärzten das Training anpassen können. „Unser Ziel ist es, mit 3D-Scans von Körperteilen individuelle und kostengünstige Biosensorik herzustellen. Vom Druckverfahren bis zur Applikation soll dabei nur eine Minute vergehen. So wollen wir Menschen mit eingeschränkter Motorik wieder mehr Mobilität ermöglichen“, so Neugschwender. Im kommenden Jahr will das Start-up seine Produkte auf den Markt bringen. ■

Treating pain in the knee or back can be tedious. The start-up Noxon has integrated printed biosensors into medicinal bandages to render rehabilitation visible for the first time and to help shorten it. The startup was founded by Maria Neugschwender, Ka Hou Leong, and Marius Neugschwender, who studied physics and is planning his doctorate at KIT. Noxon specializes in measuring the ion channel signals of muscle activity through the skin. The sensors are produced in a mass printing procedure that replaces ink with nanodispersion. The biosensors can be incorporated into various textiles. “Printed electronics are not an entirely new practice. It has been used for a while, in the automobile industry, for example,” Marius Neugschwender explains. Noxon is capitalizing on the benefits of printed electronics: Flexibility, elasticity, and conservation of resources.

As a first prototype, the team of entrepreneurs created a shirt that analyzes muscle-related back pain. This proved to be challenging: “Back pains are very complex and ensuring the necessary contact between the back and the sensors in the shirt is difficult. This results in a shirt that has to be very tight,” Neugschwender continues. The team learned from these findings and decided to focus next on knee bandages analyzing muscular activity in the leg muscles after sport injuries or surgical operations,” says Neugschwender. The data generated by the sensors is displayed in an app, providing insight into muscular activity. This enables patients, together with their attending physician, to adapt their training. “Our goal is to produce individual and cost-effective biosensor technology with 3D scans of body parts. It will only take a minute from printing process to application and will provide mobility for people with limited motor skills,” Neugschwender continues. Next year, the startup plans to bring its products onto the market. ■

@ marius.neugschwender@live.de

noxon.io



# Mobilität im

## DAS PROJEKT FLOWW FORSCHT AN FLEXIBLEN MOBILITÄTSSYSTEMEN

VON CORNELIA MROSK

**In der Stadt reißt der Strom von Autos nie ab. Zu Stoßzeiten stößt die städtische Infrastruktur häufig an ihre Grenzen. Das Projekt FLOWW sucht nach Mobilitäts-Alternativen, die gleichzeitig flexibel und komfortabel sind.**

Wer täglich mit dem Auto zur Arbeit pendelt, kennt die Situation nur zu gut: Stau morgens auf dem Weg ins Büro, Stau am Feierabend, auf dem Weg nach Hause. Die Fahrzeugkolonnen von Pendlerinnen und Pendlern nehmen in der Stadt viel Raum ein. Dazu kommen unzählige Lieferfahrzeuge, welche die Bestellung vom Online-Shopping persönlich an die Haustür bringen, Menschen, die in der Stadt ihre Einkäufe erledigen und Transporter, die Waren an Geschäfte liefern. In den Innenstädten gibt es zu Stoßzeiten deshalb mit dem Auto oft kein Vorankommen.

Forschende des Instituts für Fahrzeugsystemtechnik (FAST) des KIT suchen zusammen mit dem FZI Forschungszentrum Informatik, dem Automobilzulieferer Schaeffler und dem auf Navigationstechnologien spezialisierten Unternehmen ANavS nach Alternativen zum motorisierten Individualverkehr, welche mit der Bequemlichkeit des eigenen Autos konkurrieren können. Gleichzeitig sollen sie den Bedarf an Fahrzeugen sowie den

Flächenverbrauch pro Fahrzeug signifikant reduzieren.

Die Beteiligten des Verbundprojekts nutzen Künstliche Intelligenz (KI) für die Entwicklung neuer, automatisierter Lösungen für den Personen- und Güterverkehr. Für ihre Versuche haben die Forschenden drei exemplarische Fahrzeugplattformen entwickelt: Ein fahrerloses Transportsystem (FTS), autonome Lastenfahräder sowie Cargo-Mover für den Transport von Gütern in Form von Rolling Chassis. Ihre Prototypen testet das Team auf einem abgeschlossenen Versuchsgelände am Campus Ost des KIT. Ein KI-basiertes Flottenmanagement sorgt dafür, dass die automatisierten Fahrzeuge bedarfsgerecht zur Verfügung stehen und flexibel einsetzbar sind. „Die KI berücksichtigt die Bereitstellungszeit und die Gesamtauslastung der Fahrzeuge sowie deren Ladezustand beziehungsweise die Restbetriebszeit“, erklärt Dr. Michael Frey, stellvertretender Institutsleiter des FAST.

### Durch KI schnell am Einsatzort

Basis des KI-basierten Verfahrens zur Optimierung des Flottenmanagements sind unter anderem Daten zum tageszeitabhängigen Bedarf, zu Produktionsanforderungen und zum Betriebszustand der Fahrzeuge. Als Referenz dient ein herkömmliches Flottenmanagement-



# FLOW

Mit Cargo-Movern für den Transport von Gütern (links), autonomen Lastenfahrrädern (Mitte) und fahrerlosen Transportsystemen (rechts) testen die Forschenden ihre Lösungen für einen automatisierten Personen- und Güterverkehr  
With cargo movers for transporting goods (left), autonomous cargo bikes (center), and driverless transport systems (right), the researchers are testing their solutions for automated passenger and freight transport



FOTO: ALEXANDER SEIFFER, SHARE@KIT

system, das die Fahrzeuge anhand vordefinierter Regeln den Transportaufgaben zuteilt und freie Fahrzeuge nach dem geringsten Abstand zum Startort auswählt. Mit dem KI-basierten Ansatz werden die Transportwege und auch der Energieverbrauch optimiert sowie Standzeiten vermieden. „Das Abschätzen vom zukünftigen Aufenthaltsort der Fahrzeuge, kommenden Transportanforderungen und die Berechnung der dafür besten Positionierung der Fahrzeuge sind weitere anspruchsvolle Aufgaben, welche die KI übernimmt“, erläutert Frey.

Die Technologie ermöglicht es, in Echtzeit auf Veränderungen zu reagieren und Transport-

## Das Projekt FLOW

Das Verbundprojekt FLOW erforscht ein flexibles Mobilitäts- und Verkehrs-Cargo-System für den Werksverkehr, das in einem geschlossenen Gelände erprobt wird und in Zukunft auch im urbanen Raum die Mobilität verbessern soll. Unter Führung der ANavS GmbH sind das Forschungszentrum Informatik (FZI), die Schaeffler Technologies AG & Co. KG sowie das Institut für Fahrzeugsystemtechnik (FAST) des KIT an dem Verbundprojekt beteiligt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt mit rund 1,8 Millionen Euro. ■

aufgaben automatisiert sowie zeitnah zu erledigen. Ziel ist es, die Bereitstellungszeit gegenüber dem herkömmlichen Flottenmanagement um 30 Prozent zu reduzieren und gleichzeitig die Gesamtauslastung der Fahrzeuge um 30 Prozent zu erhöhen.

### Exakte Navigation innen und außen

„Eine besondere Herausforderung dieses Projekts besteht darin, die Fahrzeuge im Innenbereich, also zum Beispiel in einem Paketzentrum, im Außenbereich, also auf der Straße, sowie an den Übergängen zwischen den beiden Bereichen exakt zu lokalisieren. Dazu müssen die Positionen der Fahrzeuge permanent sicher erfasst werden“, erklärt Frey. Im Innenbereich erfolgt die Standortbestimmung mit Kamera- und Laser-basierten Sensoren, im Außenbereich nutzen die Projektpartner zusätzlich Signale des Globalen Satellitennavigationssystems (GPS). Aus den verschiedenen Signalquellen entstehen Multi-Sensorsysteme, die in den Fahrzeugen eingesetzt werden.

Im Projekt bringen die Beteiligten ihr ganzes Know-how zusammen. Das auf Navigationstechnologien spezialisierte Unternehmen ANavS ist neben der Planung und Steuerung des Projekts für die Multi-Sensor-Lokalisierung und die auf KI basierende Umfelderkennung verantwortlich. Der Automobilzulieferer Schaeffler übernimmt die Anforderungsanalyse, die Schnittstellendefinition und die Ableitung

## Mobility in Flow

### The FLOW Project Researches Flexible Mobility Systems

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Anyone who commutes to work by car every day knows the situation all too well: Traffic jams in the morning on the way to the office, traffic jams at the end of the day on the way home. In the city centers, getting around at rush hour is often impossible. Researchers at KIT's Institute of Vehicle Systems Technology (FAST) together with FZI Research Center for Information Technology, automotive supplier Schaeffler, and navigation technologies company ANavS are looking for alternatives to motorized individual transport that can compete with the comfort of one's own car. These alternatives also are designed to significantly reduce the number of vehicles needed and the amount of land needed for each vehicle.

Participants in the joint project are using artificial intelligence (AI) to develop automated solutions for passenger and freight transport. For their trials, the researchers have developed three exemplary vehicle platforms. The team is testing the pilot vehicles on a closed test site on KIT's Campus East. AI-based fleet management ensures that the automated vehicles are available when needed and can be deployed flexibly. "The AI considers the time it takes to make the vehicles available, the vehicles' total use, and the vehicles' state of charge, or remaining run times," explains Deputy Director of FAST Dr.-Ing. Michael Frey.

The AI-based process for optimizing fleet management considers such factors as time-of-day demand data, production requirements, and the operating status of the vehicles. This approach is compared with a conventional fleet management system that uses predefined rules to allocate vehicles to transport tasks and selects free vehicles that are the shortest distance to the starting location. The AI approach optimizes transport routes and energy consumption, and reduces idle times. The technology makes it possible to respond to changes in real time and to carry out transport tasks in an automated and timely manner. The aim is to reduce the time it takes to make the vehicles available by 30 percent compared to conventional fleet management while increasing total use by 30 percent. The German Federal Ministry of Education and Research is providing about 1.8 million euros to support the project. ■



FOTO: MARKUS BREIG

*Dr. Michael Frey, stellvertretender  
Institutsleiter vom Institut für  
Fahrzeugsystemtechnik (FAST)  
des KIT*

*Dr. Michael Frey, Deputy  
Director of the Institute of  
Vehicle Systems Technology  
(FAST) of KIT*



FOTO: ALEXANDER SEIFFER, SHARE@KIT

*Im urbanen Einsatz könnte ein autonomes (Miet-)Lastenrad als Transportmittel für größere Einkäufe dienen. Nach dem Ausladen fährt es selbstständig zum Ursprungsstandort zurück*  
*In cities, an autonomous (rental) cargo bike could serve as means of transport for larger purchases. After unloading, it automatically drives back to its original location*

von Anwendungsfällen für die verschiedenen Fahrzeugplattformen. Das KIT sowie das FZI bringen als Partner aus der Wissenschaft ihre zentralen methodische Kompetenzen für KI-basierte Systeme ein. „Diese Kombination erlaubt es, die automatisierten Fahrzeuge im simulierten Alltagsbetrieb ausgiebig zu testen“, sagt Frey. „Wir vom FAST übernehmen in dem Projekt zentrale Aufgaben der Entwicklung und der Anwendung von KI-basierten Verfahren.“

**Energieeffizientes Low-Power-KI-Verfahren**

Doch nicht nur das reibungslose automatisierte Management der Fahrzeugflotte, sondern auch der dafür notwendige Energieverbrauch ist Teil der Forschungsarbeit. Während im öffentlichen Verkehr derzeit Hochleistungs-Hardware verwendet wird, um Sicherheits- und Echtzeitanforderungen zu erfüllen, setzt man im Projekt auf sogenannte Low-Power-KI-Verfahren. „Für die mobilen Fahrzeugplattformen ist kosten- und energieintensive Hochleistungs-Hardware mit großem Platzbedarf ungeeignet. Der hohe Energieverbrauch würde auch zu Lasten von Akkulaufzeit und Betriebsdauer gehen“, erläutert Frey. Die ein-

gesetzten Low-Power-KI-Verfahren sollen die benötigte Rechenleistung unter Berücksichtigung der Kosten- und Raumanforderungen zur Verfügung stellen. Nur so lässt sich das Umfeld mit hoher Energieeffizienz sicher erfassen und optimierte Fahrmanöver können geplant sowie Kollisionen vermieden werden – all das bei gleichzeitig längerer Nutzungsdauer. bei gleichzeitig längerer Nutzungsdauer.

Das KIT stellt für das Verbundprojekt mit dem Campus Ost einen geschlossenen Forschungs-

raum jenseits des öffentlichen Verkehrs bereit. Zusätzlich haben die Forschenden den Campus als Simulationsmodell nachgebildet. So kann das Mobilitätssystem bereits vor seinem praktischen Einsatz in der Simulation im Innen- und Außenbereich getestet werden. „Mit der abschließenden Integration der Fahrzeugprototypen in ein Mobilitätsgesamtsystem mit intelligenter Flottennutzung auf dem geschlossenen Werksgelände stellen den zukünftigen Einsatz im öffentlichen Raum exemplarisch dar“, resümiert Frey. ■

@ michael.frey@kit.edu

floow-project.de



## STUDIERENDE ENTWICKELN MOBILES PCR-TESTGERÄT

Herkömmliche PCR-Geräte müssen die zu untersuchende Probe in 30 Zyklen auf unterschiedliche Temperaturen erhitzen und wieder abkühlen, was lange Aufheizphasen und Abkühlzeiten bedeutet. Vier Bachelor-Studierende des KIT haben nun mit Bauteilen aus dem 3D-Drucker ein Gerät angefertigt, das eine funktionsfähige PCR-Diagnostik vor Ort durchführen kann. „Bei dem Konzept wird, vereinfacht gesagt, eine Plastikscheibe ähnlich einer CD um eine Achse gedreht. Durch unterschiedliche Drehgeschwindigkeit, -richtung und -beschleunigung können Kräfte auf Fluide in der Scheibe wirken und diese bewegen“, beschreiben die Studierenden den Vorgang. Das flexible Diagnostikgerät wurde beim Studierenden-Wettbewerb COSIMA ausgezeichnet. Momentan arbeitet das Team an einem System, das die PCR in noch kürzerer Zeit von unter 15 Minuten ausführen kann. So kann das Gerät vielleicht in ein paar Jahren kostengünstig auf den Markt gebracht werden.  
Kontakt: [dario.mager@kit.edu](mailto:dario.mager@kit.edu)



## EMISSION-FREE TRIPS WITH ALL-ELECTRIC COACHES

Within the framework of the ELCH (ELectrified Coach) project, researchers of KIT and several partners such as FlixBus and Daimler Buses conceive a holistic approach for first battery-electric coaches in Germany. Work is aimed at developing practical and economical all-electric motorcoaches to maturity. "We contribute our expertise in handling large data volumes. This means that we analyze operational conditions, such as the availability of charging systems or the energy needs of the bus. Then we develop a smart operation strategy," says Eric Sax from KIT's Institute for Information Processing Technology (ITIV). In one experiment, the researchers are investigating a modular drive kit's energy consumption, range, mileage, and battery lifetime. In addition, total costs, environmental impacts, and potential integration into existing operational concepts of bus companies are considered.

Contact: [eric.sax@kit.edu](mailto:eric.sax@kit.edu)

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

## NEUER SONDERFORSCHUNGSBEREICH UNTERSUCHT SELTENERD-VERBINDUNGEN

Der neue Sonderforschungsbereich (SFB) „4f for Future“, an dem das KIT, die Phillips-Universität Marburg, die LMU München und die Universität Tübingen beteiligt sind, hat das Ziel, die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Seltenen Erden zu untersuchen. „Mit der gemeinsamen Forschungsinitiative ‚4f for Future‘ wollen wir ein weltweit führendes Zentrum aufbauen, das die jüngsten Fortschritte in der Molekülchemie dieser Elemente aufgreift und weiter vorantreibt“, sagt SFB-Sprecher Professor Peter Roesky vom Institut für Anorganische Chemie (IAOC) des KIT. Die Forschungsgruppe untersucht Synthesewege und physikalische Eigenschaften neuer Seltenerd-Verbindungen, um Materialien mit neuen optischen und magnetischen Eigenschaften für Hightech-Anwendungen zu entwickeln. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert den SFB seit dem 1. Januar 2023 über vier Jahre mit mehr als zehn Millionen Euro.  
Kontakt: [roesky@kit.edu](mailto:roesky@kit.edu)



S +++ NACHRICHTEN | NEWS +++



FOTO: MARKUS BREIG

## TURNING GREENHOUSE GAS INTO CARBON

A new combined facility at KIT converts CO<sub>2</sub> from the atmosphere into solid carbon. The process was developed in collaboration with INERATEC and Climeworks under the research project "Negative Emissions – Carbon diOxide to Carbon" (NECOC). It combines negative emissions with the production of a high-tech resource. "The use of carbon produced in NECOC is conceivable for the production of batteries, paints, building materials, and in the agricultural sector," says Dr. Benjamin Dietrich of the KIT Institute of Thermal Process Engineering (TVT). In the first project phase, the research team constructed a container-sized test facility. Operation started at the beginning of December 2022 and the design capacity is producing 0.5 kilograms of solid carbon, which removes about 2 kilograms CO<sub>2</sub> from the ambient air. In the next phase, the process will be upscaled. The Federal Ministry for Economics and Climate Action funds the project with EUR 1.5 million.

More information: [www.tvt.kit.edu/21\\_3547.php](http://www.tvt.kit.edu/21_3547.php)

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

## NEUES KIT-ZENTRUM FÜR MEDIZINTECHNOLOGIEN

Die Digitalisierung wirkt sich nicht nur auf das Privat- und das Arbeitsleben aus, sondern sie beeinflusst und verändert auch die gesamte Gesundheitsversorgung. Um einen nachhaltigen und medizintechnischen Fortschritt zum Erhalt der Gesundheit zu erreichen, müssen künftig Bürgerinnen und Bürger mit Ärztinnen und Ärzten sowie Forschenden immer stärker zusammenarbeiten. Um diesen Transformationsprozess zu fördern, startet am KIT das Zentrum „Health Technologies“ (KIT-HealthTech). Ziel ist es, digitale und technologische Lösungen für Medizinprodukte aus der Perspektive und zum Nutzen der Gesellschaft zu entwickeln sowie sich auf ihre medizinischen Bedürfnisse zu konzentrieren. Mehr als 153 Forschende des KIT aus verschiedensten Disziplinen wie der Medizintechnik, der additiven Fertigung, der Robotik, den Lebenswissenschaften und den Datenwissenschaften arbeiten in dem Zentrum eng zusammen, um neue, digitale und innovative Technologien und Infrastrukturen zu entwickeln.



FOTO: MARKUS BREIG

Weitere Informationen:  
[www.healthtech.kit.edu](http://www.healthtech.kit.edu)

+++ PODCAST +++



FOTO: LISA JUNGHEIM

## NACHGEFRAGT – WISSEN, WIE'S LÄUFT

Im neuen Podcast des KIT spricht Moderatorin Gabi Zachmann mit jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die für ihr Thema brennen. Die Forschenden stellen sich Fragen rund um ihr Fachgebiet und erklären komplexe Zusammenhänge einfach und verständlich. In der ersten Folge erzählt Batterieforscher Nils Schmidgruber, der am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT promoviert, wie er zu seinem Fach gekommen ist, wie eine Batterie funktioniert und warum Forschende Nägel in Batterien schlagen, um sie zu untersuchen. Außerdem erklärt er den Unterschied zwischen Batterie und Akku, wie die Stromspeicher aufgebaut sind und aus welchen Materialien sie in Zukunft hergestellt werden könnten. Hören Sie rein – damit Sie wissen, wie's läuft!



Link:  
[podcasters.spotify.com/  
pod/show/nachgefragt-kit](https://podcasters.spotify.com/pod/show/nachgefragt-kit)



# Der **Stadtbus**

## der **Zukunft** fährt in **Kolonnen**

PLATOONING PASST NAHVERKEHR MIT  
AUTOMATISIERTEN E-BUSSEN AUF NACHFRAGE AN  
VON DR. FELIX MESCOLI



GRAFIK: INSTITUT FÜR TECHNIK DER INFORMATIONSVARBEITUNG

**LiDAR**

Optische Abstandsmessung

**Kameras**

zur Objekterkennung

Nicole Kechler vom  
Institut für Technik der  
Informationsverarbeitung  
(ITIV) des KIT

Nicole Kechler from  
the Institute for  
Information Processing  
Technology (ITIV) of KIT



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE



**Wer vom automatisierten Fahren redet, denkt meist an Autos, die sich ohne Zutun des Menschen am Lenkrad durch den Straßenverkehr bewegen – noch! Denn Expertinnen und Experten halten automatisiertes Fahren vor allem im Öffentlichen Nahverkehr für besonders sinnvoll, ökologisch wie ökonomisch. Forschende des KIT entwickeln deshalb gemeinsam mit den Stadtwerken München (SWM) und dem Fahrzeughersteller Ebusco automatisch und elektrisch fahrende Busse für den Linienverkehr in der Isar-Metropole.**

„Gelenkbusse oder solche mit Personenanhänger brauchen viel Energie und sind nicht flexibel genug einsetzbar, um auf stark schwankende Fahrgastzahlen reagieren zu können“, sagt Professor Eric Sax, Leiter des Instituts für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV) des KIT. Die Lösung heißt „Platooning“. Dabei fahren mehrere Fahrzeuge mittels elektronischer Steuerung in engem Abstand hintereinander her. Die Kolonnen können beliebig an den jeweiligen Bedarf ange-

passt werden. „Beim Platooning muss nur das vorderste Fahrzeug durch eine Fahrerin oder einen Fahrer gesteuert werden, alle nachfolgenden Busse können diesem automatisiert folgen“, erläutert Sax.

Verbunden sind die Einheiten der Formation nicht physisch, sondern nur informationstechnisch. Die „elektronische Deichsel“ kann leicht entkoppelt und Platoons somit leicht geteilt und wieder verbunden werden. „Durch Platooning kann man den Busbetrieb optimal an den Bedarf je nach Tageszeit oder Linie anpassen – besonders im städtischen Umland“, sagt

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

*Professor Eric Sax, Leiter des  
Instituts für Technik der  
Informationsverarbeitung  
(ITIV) des KIT*

*Professor Eric Sax,  
Head of the Institute  
for Information Processing  
Technology (ITIV) of KIT*



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

## Das Projekt TEMPUS

Das Projekt TEMPUS „Testfeld München – Pilotversuch Urbaner automatisierter Straßenverkehr“ unter anderem mit den Projektpartnern KIT, SWM und Ebusco startete Anfang 2021 und wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) für die Laufzeit von zweieinhalb Jahren mit rund 12 Millionen Euro gefördert. Die Federführung liegt im Mobilitätsreferat der Landeshauptstadt München. Für die realitätsnahe Erprobung von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen im realen Verkehrsgeschehen errichten und betreiben die Landeshauptstadt München und der Freistaat Bayern ein urbanes Testfeld für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge im Norden von München. ■

Nicole Kechler, die am ITIV gerade an ihrer Dissertation zu diesem Thema schreibt. „Da sich die Platoons teilen und verbinden, wie es die Nachfragesituation erfordert, können Verkehrsbetriebe ihren Fahrgästen stets ein passgenaues Angebot machen.“ Ein weiterer Vorteil für die städtischen Busbetriebe: „Einheitsgrößen und Standards für die Fahrzeuge machen die Entwicklung, die Herstellung und den Betrieb effizienter und somit den gesamten Prozess der Elektrifizierung des Stadtbusverkehrs viel preiswerter“, ergänzt Sax.

In München sollen demnach alle Busse langfristig durch elektrisch angetriebene Fahrzeuge ersetzt werden. Um auf Nachfrageschwankungen im ÖPNV an verschiedenen Tagen oder zu unterschiedlichen Tageszeiten zu reagieren, werden hier bislang Personenanhänger eingesetzt. „Bei Elektrifizierung der Zugfahrzeuge müsste enorme elektrische Energie

eingesetzt werden, um die Anhänger mitzubewegen“, verdeutlicht Sax. Zusätzlich den Anhänger zu motorisieren, sei weder kosten- noch energieeffizient. Eine rein elektronische und informationstechnische Kopplung wie beim Platooning erlaube hingegen, vollständige Fahrzeuge zu koppeln.

### Zusatzsysteme sorgen für Sicherheit

Freilich gibt es bis dahin noch einige technische Herausforderungen zu lösen: „Etwa darf das folgende Fahrzeug nicht wie im Anhängerbetrieb mit einer mechanischen Deichsel, wie sie heute vielerorts eingesetzt werden, dem vorderen Fahrzeug auf kürzestem Weg folgen, sondern es muss exakt dem Fahrweg des Vorderfahrzeugs folgen. Sonst kann es zum Anschneiden der Kurve kommen und der Bus könnte über den Gehweg fahren“, erklärt Sax. Auch dürfe der Abstand zwischen den Bussen nicht zu groß werden, damit keine an-

deren Verkehrsteilnehmenden dazwischen einscheren können. Zudem müsse das System erkennen, wenn Fußgängerinnen oder Fußgänger an der Haltestelle zwischen beide Buse treten. „Ebenso müssen wir den Einfluss von Eis, Staub und Schnee beachten“, ergänzt Sax. Für Sicherheit sorgen laut dem Wissenschaftler zusätzliche Systeme: Lidar-, Radar- und Kamerasysteme überwachen den Abstand und den Zwischenraum zwischen den Bussen. Fahrzeugdaten wie Position, Lenkwinkel und Geschwindigkeit werden per Funk an das folgende Fahrzeug übertragen. „So wird beispielsweise ein Bremsmanöver des vorderen Busses vom Folgefahrzeug zum einen durch ein kabellos durch die Luft übertragenes Signal und zum anderen durch das Aufleuchten des Bremslichtes erkannt“, erklärt der Forschende.

„Wir haben zunächst die Konzepte für das Platooning von Stadtbussen und anschließend die entsprechenden Algorithmen für die Automatisierung entwickelt“, führt Nicole Kechler aus. Diese werden in einem Bus-Prototyp verwendet, den die Forschenden des KIT gemeinsam mit den SWM und dem niederländischen Elektrobushersteller Ebusco verwirklicht haben. Dieser wird auf dem Testfeld für elektrifizierte und automatisierte Fahrzeuge im öffentlichen Personennahverkehr im Norden der bayerischen Landeshauptstadt getestet. „Unser Ziel ist es, die neuen Fahrzeuge ab Mitte des Jahrzehnts auf die Straße zu bringen“, sagt die Forscherin. ■

FOTOS: INSTITUT FÜR TECHNIK DER INFORMATIONSVERARBEITUNG



*Die automatisierten Stadtbusse sind über eine „elektronische Deichsel“ miteinander gekoppelt*

*The automated city buses are coupled together via an “electronic drawbar”*

## Urban Buses of the Future Will Operate in Convoys

### Automated Public Transport E-buses Adapt to Demand by Platooning

TRANSLATION: BENNO STOPPE

When talking about automated driving, its use for private cars comes to mind first – for now! Experts believe, however, that automated driving technology can be especially beneficial both ecologically and economically when used for public transport. Researchers of the KIT Institute for Information Processing Technology (ITIV) collaborated with Stadtwerke München (SWM), Munich’s municipal utilities company, and the vehicle manufacturer Ebusco to develop automatic electric buses for scheduled services in the Isar metropolis. Platooning uses electronic controls to group multiple vehicles together with only small distances separating them. The resulting convoys can adapt as demand changes over time. “When platooning, only the first vehicle needs to be controlled by a driver. All subsequent buses can follow automatically,” ITIV Professor Eric Sax explains. The buses in formation are not physically connected, but are linked using information technology. This ‘electronic drawbar’ can easily be decoupled, making it very easy for individual vehicles to separate from and/or rejoin a platoon.

Before the technology can be used in urban traffic, however, a number of technical challenges must be solved. “For example, the following vehicle cannot simply follow the vehicle ahead using the shortest path. It has to take the exact same route as the first vehicle, otherwise it might cut a corner and drive over the sidewalk,” Sax illustrates. The distance between the buses also has to remain small enough to avoid other road users merging between them. Additionally, the system has to be able to detect pedestrians stepping between the buses at a bus stop. Lidar, radar, and camera systems monitor the distance and the space between the buses to achieve this. Vehicle data, such as position, steering angle, and speed, are transmitted to the trailing vehicle. “In this way, a braking maneuver by the first bus gets transmitted to the next vehicle in the form of a wireless signal through the air and additionally, the flashing brake lights are detected,” Sax explains. The first bus prototype is being tested on a test track for electric and automatic public transport vehicles in the north of Munich. The goal is to start introducing the new vehicles to the streets by the middle of this decade. ■



FOTO: AMADEUS BRAMSJEPE

*Das Modell zeigt, wie die Busse im Stadtverkehr als Kolonne hintereinander herfahren*

*The model shows how the buses drive one after the other in city traffic as a convoy*



*Zur optischen Abstandsmessung ist ein Light Detection and Ranging (LiDar)-System an den Bussen angebracht*

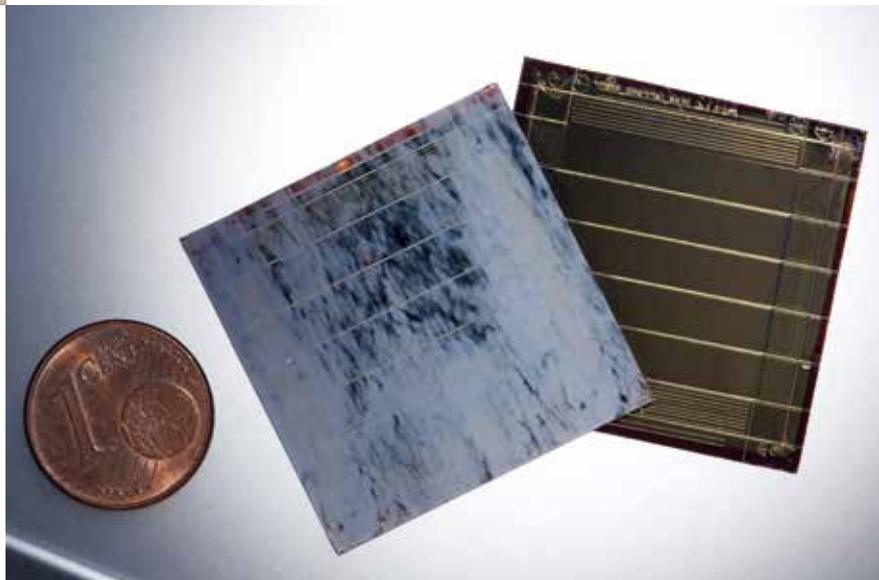
*A Light Detection and Ranging (LiDar) system is attached to the buses for optical distance measurement*



# „Ich bin Photovoltaiker von ganzem Herzen“

Tenure-Track-Professor Ulrich W. Paetzold vom Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT, Leiter der Forschungsgruppe Next Generation Photovoltaics am IMT und Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT

Tenure-track Professor Ulrich W. Paetzold from the Institute of Microstructure Technology (IMT) of KIT heads the research group Next-generation Photovoltaics at IMT and and the Light Technology Institute (LTI) at KIT



FÜR ULRICH W. PAETZOLD IST DIE PRODUKTION VON STROM AUS SONNENLICHT PURE MAGIE

VON REGINA LINK

**Perowskit, Photovoltaik und Paetzold gehören zusammen. Dass sich der Tenu-re-Track-Professor und Forschungsgruppenleiter vom Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT mit Leidenschaft und Überzeugung diesem vielversprechenden Material für Solarzellen verschrieb, hatte letztendlich auch mit dem Zufall zu tun.**

„Ich war mal kurz davor, mein geliebtes Physikstudium hinzuschmeißen, weil ich mir die große Frage nach dem Sinn gestellt habe. Dann erkannte ich glücklicherweise im Auslandsstudium in Göteborg, dass die Entwicklung der nächsten Generation der Solarzellen auf Physik und Elektrotechnik fußen“, erzählt Ulrich W. Paetzold, Leiter der Forschungsgruppe Next Generation Photovoltaics am IMT und am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT. Seither begleite ihn die Frage: „Mit welcher Materialkombination hole ich möglichst kostengünstig und möglichst viel nutzbare elektrische Energie aus dem Sonnenlicht?“.

Zunächst forschte Paetzold an klassischen Photovoltaik-Technologien basierend auf Dünnschicht-Silizium. Der Zufall brachte ihn auf die Spur eines damals ganz neuen, sehr

vielversprechenden Materials: Perowskit-Halbleiter. Mit einem Stipendium des Deutschen Akademischen Austauschdiensts (DAAD) ging er 2014 an das IMEC (Interuniversity Microelectronics Centre) ins belgische Leuven. „Nach zwei Wochen hat man mir gesagt, ab morgen forschen wir hier nur noch an Perowskit-Halbleitern, das wird das nächste große Ding in der Photovoltaik“, so Paetzold.

#### In vielen Schritten zur Innovation

Schon damals faszinierten ihn die exzellenten optoelektronischen Eigenschaften dieses Materials. „Diese sind fast so gut wie die der besten III/V-Halbleitermaterialien“, sagt Paetzold. Wenn da nicht die geringe Haltbarkeit gewesen wäre. „Als ich 2014 meine ersten Solarzellen aus Perowskit-Halbleitern produziert habe, sind wir von der Herstellung zur Analyse gerannt, weil das Material nur wenige Minuten stabil war“, erinnert er sich. Inzwischen halten Perowskit-Solarzellen mehr als 1 000 Stunden unter Betriebsbedingungen durch. Dennoch: Für 25 bis 30 Jahre Lebensdauer reicht es noch nicht.

Neben der Haltbarkeit spielt auch die Skalierbarkeit eine große Rolle. „Man kann niemanden mehr mit einer kleinen Solarzelle im La-

bormaßstab vom Hocker reißen. Aktuell geht es darum, zu zeigen und zu verstehen, wie Perowskit-Dünnschichten von hoher Qualität auf große Flächen abgeschieden werden können“, der Forschende. „Das ist für den Fortschritt der Technologie und unsere Industriepartner von großer Bedeutung.“ Wie es gehen könnte, glaubt Paetzold zu wissen. Um es zu beweisen, hat er Geld bei der EU beantragt: Anfang des Jahres erhielt er den Zuschlag für einen ERC Consolidator Grant. Eine Förderung, die EU Nachwuchsforschenden ermöglichen will, risikobehaftete Ideen auszuprobieren.

„Das war der aufwendigste Antrag, den ich je in meinem Leben geschrieben habe“, erzählt Paetzold. Die Kunst liegt dabei in der Kürze, denn auf kompakten 5 bis 14 Seiten musste der Photovoltaik-Experte ein Panel und acht internationale Sachverständige von der Idee überzeugen und davon, dass er der Richtige für eben jene gewagte Idee ist. „Zum Glück hatte ich mit dem Young Investigator Network (YIN) am KIT und meinem YIN-Kollegen, Juniorprofessor Christian Grams, im Tandem eine große Unterstützung“, sagt Paetzold und empfiehlt allen, sich bei so einem Antrag eine „Sparingspartnerin“ oder einen „Sparingspartner“ an die Seite zu holen, die oder der parallel an einem Antrag schreibt. „Wir haben uns gegenseitig gepusht und Strategien ausgetauscht“, verdeutlicht Paetzold. „Das war insbesondere entscheidend, als kurz vor Abgabe des Antrags das Coronavirus nacheinander alle Familienmitglieder erwischt hatte und die Zeit mehr als knapp wurde.“

#### Neues Verfahren, neue Möglichkeiten

Das Durchhalten hat sich gelohnt. Mit rund 2,35 Millionen Euro kann Paetzold nun fünf Jahre an der Umsetzbarkeit seiner Idee forschen: Paetzold will ein Laminierungsverfahren weiterentwickeln, mit dem Solarzellen auf ganz neue Weise produziert werden können. Statt die einzelnen Schichten der Solarzellen wie heute üblich aus der flüssigen oder gasförmigen Phase abzuscheiden, werden im Laminierungsprozess zwei verschiedene Materialien getrennt auf Träger aufgebracht und dann mit viel Druck und Temperatur gewissermaßen zusammengeklebt also laminiert. Der Vorteil des Laminierungsverfahrens: Die Schichten können getrennt voneinander abgeschieden werden, sodass viel mehr unterschiedliche Materialien verwendet werden können.

Die Zukunft der Perowskite sieht Paetzold optimistisch: „Wir realisieren im Labor heute schon Tandem-Solarzellen aus Perowskit und

*Paetzold kombiniert die Eigenschaften von Perowskit mit Silizium, um Solarzellen mit einem höheren Wirkungsgrad herzustellen*

*Paetzold combines the properties of perovskite with silicon to produce solar cells of higher efficiency*



FOTOS: AMADEUS BRAMSIEPE

Silizium, die einen höheren Wirkungsgrad haben als Einfachszell aus Silizium.“ Dabei kann Perowskit mit einer besonderen Eigenschaft punkten: Je nach Zusammensetzung der Materialkomposition lässt sich der Anteil des Lichts, der am effizientesten umgewandelt wird, „einstellen“, sodass damit ein viel breiteres Lichtspektrum ausgenutzt werden kann. „In drei bis fünf Jahren wird es die Technologie auf dem Markt geben“, schätzt Paetzold. „Wenn auch noch nicht mit einem großen Marktanteil.“

Bis die Perowskit-Tandems den heutigen Solarzellen wirklich Konkurrenz machen können, vergehe noch einige Zeit, glaubt er. Am KIT sieht er sich dabei gut aufgehoben: „Wenn ich mir die Vielseitigkeit, den Fokus und die Stärke der Materialforschung am KIT ansehe, dann ist doch die Perowskit-Photovoltaik ein sehr passendes Thema, um sich auch im Transferbereich stark zu positionieren.“ Für Ulrich W. Paetzold ist jedenfalls klar, dass die Perowskite und er zusammenbleiben: „Ich bin Photovoltaiker von ganzem Herzen. Ich liebe diese Technologie und auch das, was sie bewirkt – eine nachhaltige Zukunft zu gestalten.“ ■

@ [ulrich.paetzold@kit.edu](mailto:ulrich.paetzold@kit.edu)

## “Photovoltaics Is My Passion”

### For Ulrich W. Paetzold, Power Generation from Sunlight Is Pure Magic

TRANSLATION MAIKE SCHRÖDER

During his studies in Gothenburg, Tenure-track Professor Ulrich W. Paetzold from KIT's Institute of Microstructure Technology (IMT) came across the question he has addressed ever since. “Which combination of materials can produce a maximum of electric power from sunlight at minimum costs?” The Head of the research group Next-generation Photovoltaics at IMT and the Light Technology Institute (LTI) at KIT first studied classical photovoltaic technologies based on thin-layered silicon. Then, as a researcher in Belgium in 2014, he learned about a new, highly promising material: Semiconducting perovskite.

From the start, Paetzold was fascinated by its excellent optoelectronic properties. However, its stability was very limited. “When I produced my first solar cells based on perovskite semiconductors in 2014, the material was stable for a few minutes only,” Paetzold remembers. Now, perovskite solar cells can survive more than 1000 hours of operation. Still, they are far away from the goal of 25 or 30 years of service life. In addition to their durability, scalability is of crucial importance. “At the moment, we want to demonstrate and understand how thin perovskite layers of high quality can be deposited onto large areas,” Paetzold says.

Paetzold was granted an ERC Consolidator Grant early this year to work on his proposed solution. With EU funds in the amount of 2.5 million in the next five years, Paetzold will optimize a lamination process for an entirely new way of producing solar cells based on different materials. “In the lab, we are already producing tandem solar cells based on perovskite and silicon. They have a much higher efficiency than solar cells made of silicon only,” Paetzold explains. The perovskite allows solar cells to use a much wider light spectrum than before. “The technology will be available on the market three to five years from now,” Paetzold predicts, although its market share will still

be small. But Paetzold is convinced that perovskites and he will stay together. “Photovoltaics is my passion. I love this technology and the effects it has. It will make our future sustainable.” ■

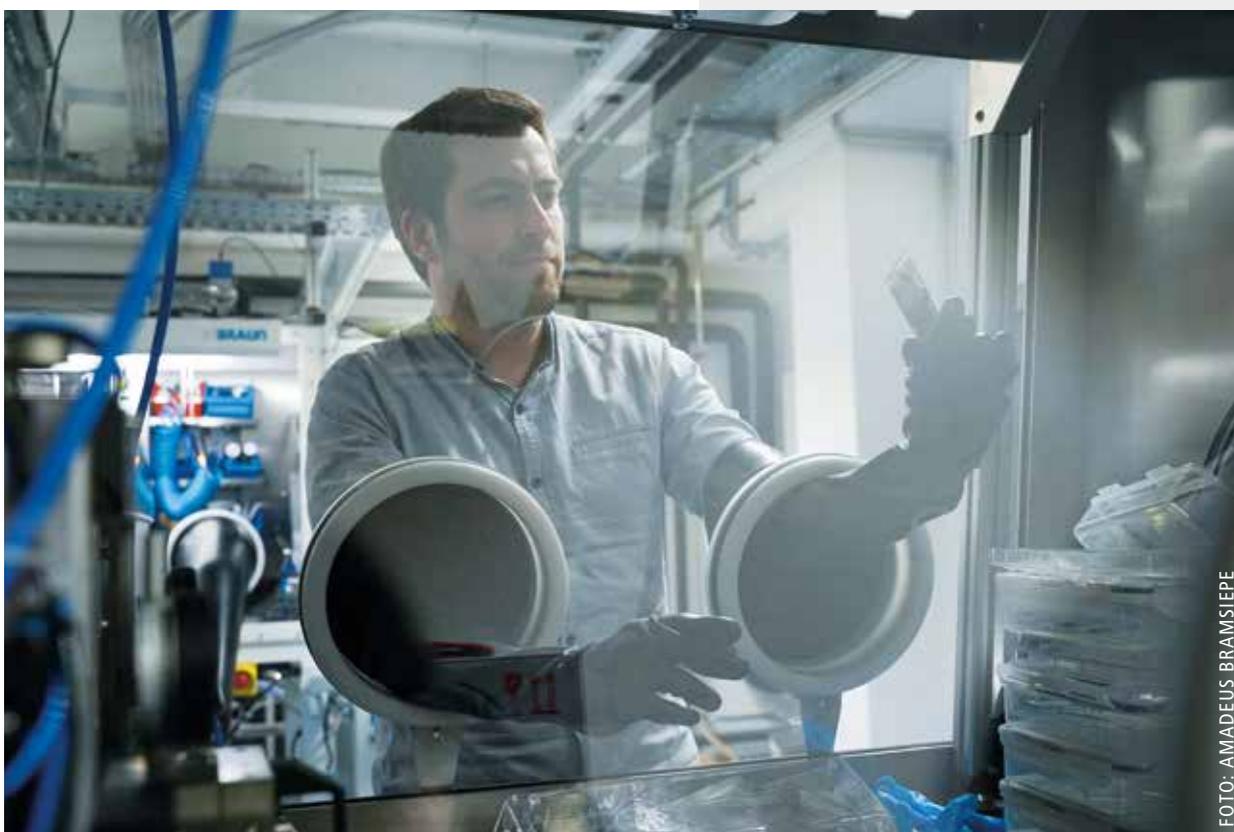


FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

„Was kann magischer sein, als aus Sonnenlicht Strom zu erzeugen?“, fragt Paetzold

“What could be more magic than generating electricity from sunlight,” Paetzold asks



## HELP FOR REFUGEE RESEARCHERS

## INNOVATION CAMPUS FUTURE MOBILITY

## FRENCH-GERMAN STRATEGIC COOPERATION



FOTO: KIRA HEID



FOTO: AMADEUS BRAMSTIEPE



FOTO: FOTOMEK/FOTOLIA

Wars, crises, and conflicts, such as those in Ukraine, are increasing worldwide. For this reason, the Alexander von Humboldt Foundation and the Federal Foreign Office launched the Philipp Schwartz Initiative in 2015. Under this program, researchers who are subject to major continuous threats in their country of origin can continue their work at German universities and research institutions. Since the start of the program, KIT hosted ten threatened researchers and enabled them to continue their research that had been interrupted when they fled their home countries. The researchers work in a variety of research disciplines come from Syria, Turkey, Hong Kong, and Ukraine. "Currently, two researchers who fled from Ukraine are working at KIT," says Oliver Kaas, Advisor for Internationally Mobile Researchers at KIT. "A third proposal is underway at the moment." The Philipp Schwartz Initiative is a great opportunity to offer refugee researchers a safe environment and the opportunity to continue their scientific work, Kaas says. Other programs, such as DAAD's Hilde Domin Program, offer support for threatened students and doctoral researchers.

Future mobility and production are sustainable, efficient, and made in Baden-Württemberg: At the Innovation Campus Future Mobility (ICM) of KIT and the University of Stuttgart, researchers are working on universal, high-performance, and flexible production technologies as well as on sustainable mobility components. To foster international collaboration with the world's leading experts and centers in this area, ICM offers Future Mobility Grants. Four different funding programs are designed to strengthen strategic research partnerships and networks with the world's leading universities and research institutions: Short-term Grants for Talents, Short-term Grants for International Collaborations, Mid-term Fellowships for Experts, and Visiting Professors / International Experts. Target groups are doctoral researchers and postdocs from KIT and the University of Stuttgart as well as senior scientists and professors from abroad, who would like to conduct research at KIT or the University of Stuttgart and establish contacts. The ICM is funded by the Baden-Württemberg Ministry for Science, Research, and the Arts.

KIT as well as the Université Grenoble Alpes (UGA) and the CEA's technological research unit, CEA Tech in Grenoble along with its Liten lab, want to strengthen their cooperative research in the fields of renewable energy and artificial intelligence. UGA was accredited in 2021 under the Initiative for Excellence. In January 2023, Professor Thomas Hirth, KIT's Vice President Transfer and International Affairs, and a KIT delegation that included the International Affairs Business Unit and several KIT research institutes visited UGA and CEA Energy Laboratories in Chambéry and Grenoble. While there, they identified topics for joint research on battery, energy system design, and hydrogen and fuel cells. They also joined a Franco-German workshop on Artificial Intelligence to initiate collaborative projects. January 22, 2023 marked the 60<sup>th</sup> anniversary of the Élysée Treaty between France and Germany.

@ [oliver.kaas@kit.edu](mailto:oliver.kaas@kit.edu)

 [www.intl.kit.edu/scholar/12768.php](http://www.intl.kit.edu/scholar/12768.php)

@ [mobilitygrants@icm-bw.de](mailto:mobilitygrants@icm-bw.de)

 [www.icm-bw.de/en/research/future-mobility-grants](http://www.icm-bw.de/en/research/future-mobility-grants)

@ [manuella.werp@kit.edu](mailto:manuella.werp@kit.edu)



## ZWEI MINISTERINNEN FEIERN EIN GESTÄRKTES KIT

DAS 2. KIT-WEITERENTWICKLUNGSGESETZ IST VOLLSTÄNDIG WIRKSAM

## TWO MINISTERS CELEBRATE A STRONGER KIT

THE 2<sup>ND</sup> KIT FURTHER DEVELOPMENT ACT IS IN FULL EFFECT

VON ISABELLE HARTMANN // TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER // FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

Es ist ein Bild, das in die Geschichte des KIT eingehen wird: Gemeinsam feierten am 20. Februar 2023 die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Bettina Stark-Watzinger, die Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Petra Olschowski, und der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka, den Start in das neue Kapitel der Weiterentwicklung des KIT. Seit dem 1. Januar 2023 ist das 2. KIT-Weiterentwicklungsgesetz vollständig wirksam. Die Bundesministerin lobte die intensive Zusammenarbeit: „So konnten wir neue Regelungen schaffen, die bundesweit Pioniercharakter haben. Das KIT wird als ‚Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft‘ noch attraktiver für exzellente Forschende weltweit. Davon profitiert der gesamte Wissenschaftsstandort Deutschland“, sagte Bettina Stark-Watzinger.

Statt der früheren Gliederung in zwei Bereiche hat das KIT nun zwei gleichrangige Aufgaben: die Universitäts- und die Großforschungsaufgabe. Neu ist insbesondere die Personalkategorie der Hochschullehrerinnen und -lehrer am KIT sowie der gemeinsame Rechtsrahmen nach Landesrecht und ein einheitlicher Personalkörper. „Die Novelle schafft optimale Rahmenbedingungen für Forschung, Lehre und Transfer – bei größtmöglicher Gestaltungsfreiheit“, sagte Landesministerin Petra Olschowski. „Das KIT ist eine einzigartige Wissenschaftseinrichtung, die unsere baden-württembergische Forschungs- und Hochschullandschaft stärkt und bereichert.“

Der Präsident des KIT, Professor Holger Hanselka, bedankte sich für die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Bund und Land: „Es gab keine Blaupause dafür, wir alle mussten neue Wege gehen, ‚out of the box‘ denken. Es war ein spannender Prozess, der viel Mut und Flexibilität von allen Beteiligten erforderte.“ Durch die neuen Gesetzesmöglichkeiten könne das KIT seine Stärken in Lehre, Forschung und Transfer noch besser ausspielen. Das sei für unser Land eine gute Nachricht, sagte Professor Michael Kaschke, Vorsitzender des Aufsichtsrates des KIT: „Das KIT bildet die Köpfe von morgen aus.“ ■

It is a photo that will go down in KIT’s history: On February 20, 2023, Federal Minister of Education and Research Bettina Stark-Watzinger, Baden-Württemberg Minister for Science, Research, and the Arts Petra Olschowski, and the President of KIT, Professor Holger Hanselka, met to celebrate the start of a new chapter of KIT’s further development. Since January 1, 2023, the 2<sup>nd</sup> KIT Further Development Act has been in effect. The Federal Minister praised the close cooperation: “We succeeded in developing regulations that will play a pioneering role in Germany. As ‘The Research University in the Helmholtz Association’ KIT will become even more attractive to excellent researchers worldwide. This will also benefit Germany as a location for science,” Bettina Stark-Watzinger said.

What had been separate sectors of KIT are now replaced by two responsibilities of equal rank: University and Large-scale Research Responsibilities. The law established the staff category of Professors of KIT, a new uniform legal framework, as well as a single KIT staff. “The amendment creates optimum conditions for research, academic education, and transfer – with maximum autonomy,” said State Minister Petra Olschowski. “KIT is a unique science institution that strengthens and enriches our research and university community in Baden-Württemberg.”

President of KIT Professor Holger Hanselka expressed his thanks for the trust and cooperation of the federation and the state: “There was no blueprint. We all had to enter uncharted territory and to think out of the box. It was a thrilling process that required quite a lot of courage and flexibility of all parties involved.” Professor Michael Kaschke, Chairman of KIT’s Supervisory Board, underscored that the amendment will enable KIT to better exploit its strengths in academic education, research, and technology transfer. In his opinion, this is a good message for our country. “KIT educates tomorrow’s experts.” ■

# Gestalten Sie mit uns die Zukunft!



**Was wir Ihnen bieten:**

- interessante, gesellschaftlich relevante Aufgaben
- flexible Arbeitszeitregelungen, mobiles Arbeiten/Homeoffice
- regelmäßige Qualifizierungen und gute Aufstiegschancen
- betriebliches Gesundheitsmanagement
- sicherer Arbeitsplatz im öffentlichen Dienst

**Wen wir suchen:**

- Menschen, die Freude daran haben, Aufgaben zu gestalten
- Berufsstarter:innen und erfahrene Fachkräfte (Young Professionals u. High Potentials)
- neue Kolleg:innen, die mit uns zusammen die Herausforderungen wuppen
- Verwaltungs- und Wirtschaftsprofis, Ingenieur:innen, Naturwissenschaftler:innen, Fachkräfte aus den Bereichen Soziales und Gesundheit

**Sind Sie neugierig geworden? Dann kontaktieren Sie uns.  
Mehr erfahren Sie, auch zu aktuell ausgeschriebenen Stellen, unter [www.landkreis-rastatt.de](http://www.landkreis-rastatt.de)**

**Wir freuen uns, von Ihnen zu hören!**

Landratsamt Rastatt · Am Schlossplatz 5 · 76437 Rastatt



Wir suchen...

**BAUINGENIEURE**

(M/W/D)

**BAUZEICHNER**

(M/W/D)

**BIM MANAGER**

(M/W/D)

**STUDENTISCHE  
HILFSKRÄFTE**

(M/W/D)

**ZPP INGENIEURE**

Experten für Tragwerksplanung

**50 Jahre Erfahrung**

Ingenieurdienstleistungen im Bauwesen



ZPP INGENIEURE AG - Waldstraße 24-28 - 76133 Karlsruhe

[zpp.de](http://zpp.de)

**NEU**  
**SigmaPlot® 15**

**Datenanalyse  
und Graphen:  
Einfach und intuitiv**

## PRODUKTE von **inpixon** Indoor Intelligence™

Datenanalyse und Graphen



Automatische Kurvenanpassung



Automated Curve Fitting Analysis

Automatische Peak-Separation  
und -Analyse



Automated Peak Separation Analysis

Statistik-Software mit Berater



Advisory Statistics for Non-statisticians

Mehr Statistik, mehr Graphen,  
weniger Aufwand



Comprehensive  
Statistical Analysis

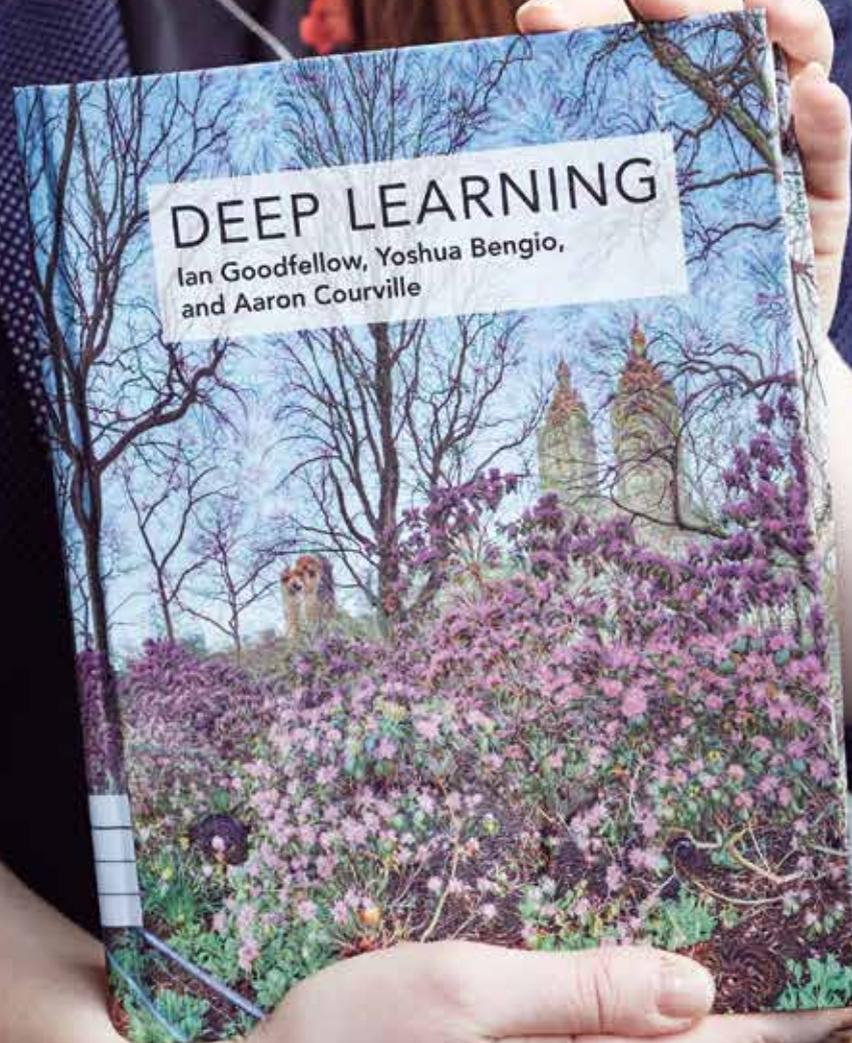
Automatische Oberflächenanpassung



Automated Surface Fitting Analysis

Informationen über spezielle Lizenzmodelle telefonisch unter +49 211 5403 9646,  
Kostenlose Demo Version anfordern: [saveskontakt@inpixon.com](mailto:saveskontakt@inpixon.com) (Bitte AK01-23 angeben)  
Inpixon GmbH, Königsallee 92a, D-40212 Düsseldorf

# Meisterin



# der neuronalen Netze

## DR. ALINA ROITBERG BRINGT KÜNSTLICHER INTELLIGENZ BEI, WAS MENSCHEN TUN

VON ALMUT OCHSMANN

**Dr. Alina Roitberg war schon als Kind von der Informatik fasziniert. Heute forscht sie als Postdoc am Computer Vision for Human-Computer Interaction Lab (cv:hci) des KIT an Algorithmen, die beispielsweise beim autonomen Fahren oder im Smart Home die Aktivitäten von Menschen erkennen und interpretieren können.**

Erst einmal wird eine Tasse grüner Tee aufgebriht, dann geht es ohne Umwege zu den Inhalten ihrer Forschung: „Im Gespräch mit anderen kommen mir immer wieder neue Ideen“, sagt Alina Roitberg, „auch für die Arbeit. Oft bringen fachfremde Menschen sehr gute Aspekte ein.“ Die Informatikerin ist gegenüber neuen Impulsen aufgeschlossen, sie findet sie bereichernd. Schon als Kind begleitete sie ihre Eltern, die beide Mathematiker sind, auf deren Forschungsreisen. Jetzt genießt sie es, wenn sie selbst auf Konferenzen mit Forschenden aus der ganzen Welt zusammenkommt.

Geboren wurde Alina Roitberg in Chernihiv in der Ukraine. In ihrer Kindheit hatten in ihrem Umfeld nur wenige Leute einen Computer.

Ihre Eltern gehörten jedoch zu den Glücklichen, ihr Onkel war sogar beruflich Programmierer. Ihm hat sie manches Mal, von der Technik fasziniert, zugesehen und hat dann als Jugendliche begonnen, nachmittags nach der Schule selber zu programmieren. Als sie neun Jahre alt war, zogen ihre Eltern mit ihr und der jüngeren Schwester nach Cardiff in Großbritannien. Mit 14 ging es dann nach Wien, wo sie ihre Matura machte. Danach studierte Alina Roitberg Informatik an der Technischen Universität in München. Während eines Eras-

mus-Semesters in Göteborg hörte sie eine Vorlesung über neuronale Netze.

### **Unstillbarer Wissensdurst**

Das war die Initialzündung: Seitdem lässt ihr Wissens- und Forschungsdrang auf diesem Gebiet nicht nach. Auch als sie nach dem Studium in der IT-Beratung für ein Automobilunternehmen arbeitete, blieben ihre Gedanken bei der Forschung und Roitberg sehnte sich nach der Universität. Also entschied sie sich nach anderthalb Jahren für eine Promoti-



on am KIT. Ihre Doktorarbeit mit dem Titel „Uncertainty-aware Models for Deep Learning-based Human Activity Recognition and Applications in Intelligent Vehicles“ stellte sie 2021 fertig. Inzwischen wurde die Arbeit der Wissenschaftlerin mit fünf verschiedenen Preisen ausgezeichnet, unter anderem mit dem KIT-Promotionspreis 2021, dem Helmholtz-Promotionspreis und einen Preis der Intelligent Transportation Systems Society.

In ihrer Doktorarbeit geht es darum, dass Computer in autonomen Fahrzeugen erkennen sollen, was die Fahrenden gerade machen: ob sie Kaffee trinken, Zeitung lesen oder telefonieren. Damit das gelingt, musste die Forscherin zunächst mithilfe zahlreicher Videos von Handlungen von Fahrerinnen und Fahrern einen großen Datensatz aufbauen. Die Videos versah sie sekundengenau mit Anmerkungen, mithilfe derer die neuronalen Net-

ze trainiert werden konnten. Der Drive&Act-Datensatz zur Erkennung von Handlungen von Fahrenden ist mittlerweile öffentlich verfügbar. „Es ist schön, wenn man auf Konferenzen unbekannte Leute trifft, die für ihre Arbeit unseren Datensatz genutzt haben. Man hat dann das Gefühl, dass man doch einen gewissen Einfluss hat“, sagt Roitberg. Aber sie wisse, dass in der Forschung auch Frustrationstoleranz gefragt sei: „Die meisten Ideen, die man hat, funktionieren leider nicht. Davon darf man sich nicht entmutigen lassen. Auch wenn mal ein Paper abgelehnt wird. Ich bin dann einen Tag lang traurig und dann geht es weiter!“.

### Deep Learning und Teamwork

Im Moment ist Alina Roitberg Postdoktorandin am Computer Vision for Human-Computer Interaction Lab, das am Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR) des KIT angesie-

*Gemeinsam neue Ideen entwickeln: Dr. Alina Roitberg arbeitet am liebsten im Team*

*Developing new ideas together:  
Dr. Alina Roitberg prefers to work in a team*



delt ist. Hier leitet sie eine Arbeitsgruppe zur Aktivitätenerkennung. Nicht nur in autonomen Fahrzeugen, sondern auch in Smart Homes kann es sinnvoll sein, dass ein Computer erkennt, was Menschen tun. Zum Beispiel, wenn ältere Menschen alleine leben, zu Hause stürzen und nicht mehr aufstehen können. Wichtig sei es bei den Deep-Learning-Prozessen des Computers auch, dass der Computer merke, wenn er nicht richtig erkennt, was er sieht. Alina Roitberg arbeitet in allen Projekten eng mit Studierenden zusammen und schätzt das: „Ich kann mich sehr gut zurückziehen und mich auf das Programmieren konzentrieren, aber am liebsten arbeite ich eigentlich im Team“, sagt sie.

An ihrem Schreibtisch ist sie umgeben von vier Bildschirmen, auf denen sie mehrere Modelle parallel trainiert und gleichzeitig beobachtet, wie die Netzwerke lernen, zusätzlich schreibt sie an einem Paper. Ihre nächsten Forschungsprojekte möchte sie ganz gezielt dem Datenschutz widmen: Was passiert mit den vom Computer erhobenen Daten? Bleiben sie nur im Fahrzeug? Wem werden sie zugänglich gemacht? Hier möchte sie privatsphärengerecht Modelle zur Beobachtung des Menschen finden.

### „Positive Eigenschaften von KI überwiegen“

Komplett von der Arbeit abschalten kann sie zu Hause bei Brettspielen mit Freunden und ihrem Mann – in ein paar Jahren vielleicht auch mit ihrem Sohn, der jetzt noch zu klein dazu ist. Aber auch Wanderungen in der Natur sind für die Informatikerin ein wichtiger Ausgleich zu den Computern. Dass Künstliche Intelligenz irgendwann die menschliche Kreativität ersetzen könnte, glaubt sie nicht: „Ich denke, die Computer werden unsere Assistenten bleiben und das erledigen, was wir nicht so gern tun. Am meisten Angst machen mir eigentlich Deep Fakes. Da müssen wir sehr gut aufpassen. Ich finde es wichtig, dass wir uns bei der Forschung den Gefahren von Künstlicher Intelligenz immer bewusst sind. Aber ich glaube, das Positive überwiegt.“ ■



*Auf einem internationalen Symposium, bei dem sich Fachleute aus der ganzen Welt über intelligente Fahrzeuge austauschen, wurde ein Paper von Dr. Alina Roitberg zur Fahreraktivitätserkennung ausgezeichnet*

*At an international symposium where experts from around the world shared and discussed ideas on intelligent vehicles, a paper by Dr. Alina Roitberg on driver activity recognition received an award*

## The Master of Neural Networks

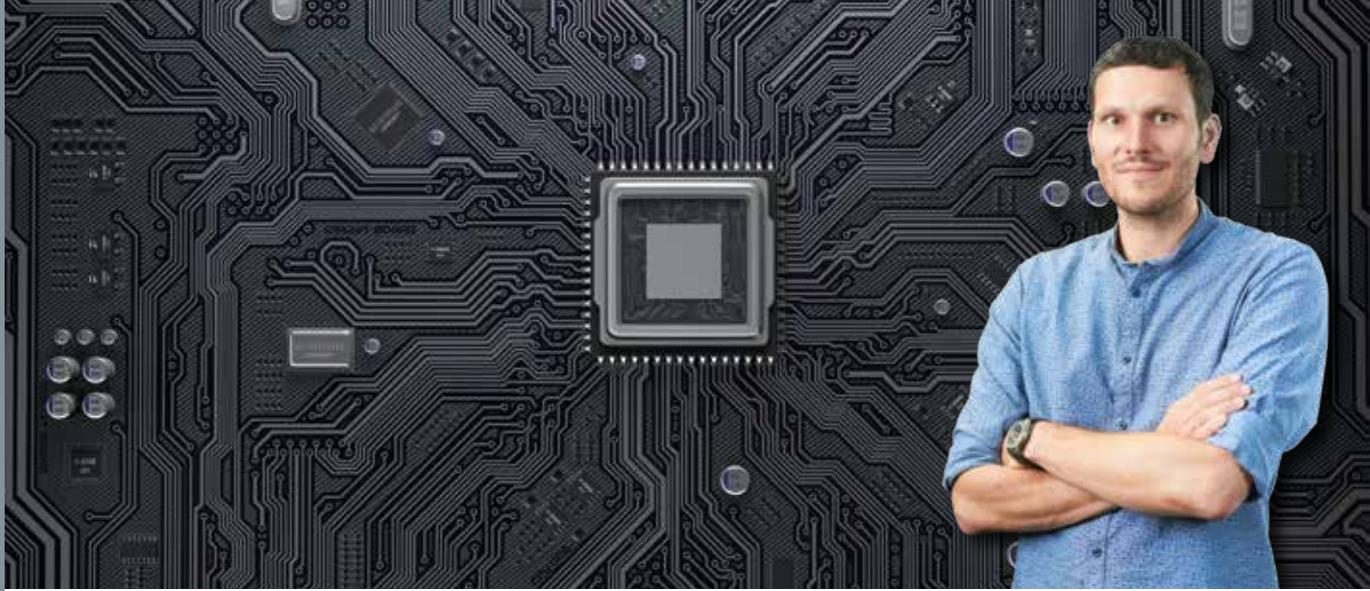
### Dr. Alina Roitberg Trains Artificial Intelligence to Recognize Human Activity

TRANSLATION: BENNO STOPPE

Even as a child, Dr. Alina Roitberg was fascinated by information technology. She learned a few tricks from her uncle, who was a programmer. As a teenager, she started programming herself. She attended a lecture on neural networks during her semester abroad as part of her studies in information technology. Ever since, her thirst for knowledge and research in this field has been unquenched. At the KIT Institute for Anthropomatics and Robotics (IAR), Roitberg wrote her doctoral thesis on “Uncertainty-aware Models for Deep Learning-based Human Activity Recognition and Applications in Intelligent Vehicles.” It won a total of five awards, including the KIT-Promotionspreis 2021, the Helmholtz Doctoral Prize, and a prize from the Intelligent Transportation Systems Society.

In her thesis, the scientist focused on the ability of computers in autonomous vehicles to recognize what the driver is doing: Drinking coffee, reading a newspaper, or talking on the phone. For this purpose, Roitberg first had to create a large dataset, analyzing a great number of videos of drivers. The resulting Drive&Act dataset for the recognition of driver activity is now publicly available. “It is nice to meet people at conferences that used our dataset for their work. It makes me feel like I’m making an impact,” the information scientist notes.

Today, Roitberg manages a working group on activity recognition at the Computer Vision for Human-Computer Interaction Lab (cv:hci), which is located at the IAR. The ability to recognize human activity can be useful for computers not only in autonomous driving but also in smart homes. For example, computers should recognize when elderly people who live alone fall and cannot get up. Roitberg plans to dedicate her next research project to data protection: What happens with the data collected by the computer? Do they remain in the vehicle? Who has access to them? She wants to find models for the observation of humans that take privacy into account. ■



## HAT KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AUCH SCHWÄCHEN?

## DOES ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALSO HAVE WEAKNESSES?

VON LEONIE KROLL // TRANSLATION: HEIDI KNIERIM // FOTOS: MAKSYM YEMELIANOV/STOCK.ADOBE.COM, AMADEUS BRAMSIEPE

Künstliche Intelligenzen (KIs) übernehmen längst wichtige Entscheidungen in unserem Alltag. Dabei scheinen sich die Grenzen des Möglichen immer mehr zu verschieben. Doch worin liegen die Schwächen der KI? Diese Frage untersucht Juniorprofessor Christian Wressnegger vom Institut für Informationssicherheit und Verlässlichkeit (KASTEL) des KIT. Der IT-Experte leitet die Forschungsgruppe Intelligente Systemsicherheit. „Wir nutzen KI einerseits für das Lösen von Problemen in der Computersicherheit, andererseits beschäftigen wir uns mit der Frage, wie man die Schwächen einer KI ausnutzen könnte, um eine gezielte Fehlentscheidung herbeizuführen und wie solche Angriffe abgewehrt werden können“, so Wressnegger.

Wie gut oder schlecht eine KI ist, hänge zunächst von den Daten ab, mit der sie trainiert wird. „Prinzipiell möchte man Daten nutzen, die möglichst viele Optionen abdecken und somit repräsentativ für den tatsächlichen Anwendungsfall sind. Wenn die Daten fehlerhaft oder unvollständig sind, stellt die KI falsche Zusammenhänge her und das führt zu falschen Ergebnissen“, erklärt Wressnegger. Bei Angriffen auf eine KI werden Systeme so manipuliert, dass absichtlich falsche Zusammenhänge herbeigeführt und somit Fehlentscheidungen getroffen werden. „Um solche Angriffe zu verteidigen, werden Erklärbarkeitsmethoden (Explainable Artificial Intelligence, kurz: XAI) verwendet, die aufzeigen, welche Merkmale der Eingabedaten zu den Ergebnissen geführt haben“, sagt Wressnegger. Die Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen sei wichtig, denn fehlerhafte, unvollständige oder manipulierte Daten hätten im Zweifelsfall sehr reale Konsequenzen.

Neue Tools wie ChatGPT oder DALL-E 2 erobern dennoch bereits das Internet. „Diese KIs sind darauf ausgelegt, Texte und Bilder zu generieren, die authentisch aussehen, aber wenn man sich die Ergebnisse genauer anschaut, findet man definitiv Logikfehler“, so Wressnegger. Viele Sachverhalte, die für den Menschen logisch erscheinen, seien für die KI schwer zu operationalisieren, da menschliche Erfahrungen, Intuitionen und Kontextualisierung schwierig in Nullen und Einsen übersetzt werden könnten. Die KI sei dem Menschen beim Erkennen von Mustern deutlich überlegen, wenn es jedoch um das Logikverständnis der Ergebnisse gehe, sei die menschliche Intelligenz unersetzlich. ■

Artificial intelligences (AI) have taken over important decisions in our everyday lives. Today, the boundaries of what is possible increasingly seem to be shifting. But what are the weaknesses of AI? This is the question investigated by Junior Professor Christian Wressnegger from KIT's Institute of Information Security and Dependability (KASTEL). The IT expert heads the research group Intelligent System Security. “We use AI, on the one hand, for solving problems in cybersecurity. On the other hand, we deal with the question of how the weaknesses of AI could be exploited to bring about a targeted wrong decision and how such attacks can be averted,” says Wressnegger.

The quality of an AI depends first and foremost on the data it is trained with. “In principle, you want to use data that covers as many options as possible and is thus representative of the actual use case. If the data is flawed or incomplete, the AI will make incorrect correlations and that leads to incorrect results,” explains Wressnegger. In the case of attacks on AI, systems are manipulated in such a way that false correlations are intentionally created and thus wrong decisions are made. “To defend against such attacks, explainable artificial intelligence (XAI) methods are used that show which features of the input data led to the results,” Wressnegger points out. The traceability of results is important, because erroneous, incomplete, or manipulated data can have very real consequences.

New tools such as chatGPT or DALL-E 2, however, are already conquering the Internet. “These AIs are designed to generate text and images that seem to be authentic, but if you look at the results more closely, you definitely find logic errors,” Wressnegger says. Many facts and issues that seem logical to humans are difficult for AIs to operationalize because human experience, intuition, and contextualization are difficult to translate into zeros and ones. AI is clearly superior to humans when it comes to recognizing patterns, but when it comes to understanding the logic of the results, human intelligence is irreplaceable. ■

---

@ christian.wressnegger@kit.edu

# Neue Generation Kammer?



**Architektenkammer  
Baden-Württemberg**

Danneckerstraße 54  
70182 Stuttgart  
T 0711 2196-0 | info@akbw.de

www.akbw.de



**Sie haben einen wunderbaren Beruf gewählt!** Gutes Entwerfen war noch nie eine rein ästhetische Frage. In den letzten Jahren haben Architektur und Stadtplanung aber nochmal an Relevanz gewonnen. Architekt:innen, Stadtplaner:innen, Innenarchitekt:innen, Landschaftsarchitekt:innen tragen wesentlich dazu bei, Klimaanpassung und soziales Gefüge baulich zu organisieren. Die Architektenkammer Baden-Württemberg bezieht gegenüber Stakeholdern in Politik und Gesellschaft Position: **für Nachhaltiges Bauen, für Ressourcenschonung, für eine neue Prozesskultur, für neue integrative Arbeitsformen.** Basis unseres Engagements sind unsere 26 100 Mitglieder in 42 Kammergruppen. Nutzen Sie die vielen Vorteile wie das Führen der Berufsbezeichnung, Beratungen, Fortbildungen oder Altersversorgung. **Seien Sie Teil der nächsten Generation Kammer!**



**GLOBAL DENKEN,  
LOKAL HANDELN –  
GEMEINSAM IN EINE  
NACHHALTIGE ZUKUNFT**

**10.-15. OKTOBER 2023**

[WWW.SCIENCEWEEK.KIT.EDU](http://WWW.SCIENCEWEEK.KIT.EDU)



**DIALOGE UND MITMACH-ANGEBOTE  
FÜR EIN PUBLIKUM MIT WISSENSDURST.**



NEULAND

INNOVATION

KULTUR  
STRUKTUR  
MENSCH

KIT

VIELFALT

PATENTE

"Innovation ohne Schutz, ist Philantropie."

HEUREKA!

PG

- HOCHSCHULGRUPPE
- TREFFEN
- WORKSHOPS
- COWORKING
- FACEBOOK
- VENTURE
- WETTBEWERBE

NANO-SOZIOLOGIE

FOTO: YAKOBCHUKOLENA/STOCK.ADOBE.COM



FOTO: MARKUS BREIG



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE

*Professor  
Thomas Hirth,  
Vizepräsident Transfer  
und Internationales des KIT, und Dr.  
Niels Feldmann, Projektleiter von  
maKeIT vom Innovations- und Relations-  
management (IRM) des KIT*

*Professor Thomas Hirth, Vice President  
Transfer and International Affairs of  
KIT, and Dr. Niels Feldmann, maKeIT  
coordinator from the Innovation and  
Relations Management Busi-  
ness Unit (IRM) of  
KIT*

# Eine **Kultur** des **Machens**

## MIT INTRAPRENEURSHIP VOM FORSCHUNGSLABOR ZUR INNOVATION

VON DR. JUTTA WITTE

**Mitarbeitende, die denken und handeln wie Unternehmerinnen oder Unternehmer, sind nicht nur in der Wirtschaft gefragt, sondern auch in der Wissenschaft. Mit seinem Programm maKeIT will das KIT Intrapreneurinnen und Intrapreneure fördern, ihre Potenziale heben und eine neue Transferkultur etablieren.**

Intracorporate und Entrepreneurship: Aus diesen Begriffen setzt sich Intrapreneurship, also Binnenunternehmertum, zusammen. Die Idee dahinter stammt aus der Wirtschaft. Beschäf-

tigte werden in die Lage versetzt, eigene Ideen innerhalb ihres Unternehmens zu verwirklichen. Im Idealfall bringt das nicht nur sie selbst voran, sondern steigert auch die Innovationsfähigkeit und den Erfolg der gesamten Organisation. Das KIT hat diese Philosophie für das Hochschulumfeld adaptiert und will eine neue „Kultur des Machens“ aufbauen, die den Transfer von Technologien und Wissen auf eine neue Stufe hebt.

„Intrapreneurship steigert die positiven Auswirkungen, die unsere Forschung auf Wirtschaft und Gesellschaft hat, und stärkt zugleich unsere Position im internationalen Wettbewerb“, sagt Professor Thomas Hirth, Vizepräsident Transfer und Internationales des KIT. Ein Gefühl für den Nutzen der eigenen Arbeit entwickeln, Verantwortung übernehmen, „Kundschaft“ und Markt besser verstehen: Das kommt nach Überzeugung des Vizepräsidenten nicht nur den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zugute, sondern auf lange Sicht auch anderen Beschäftigtengruppen und nicht zuletzt den Studierenden.

Das Intrapreneurship-Programm maKeIT am KIT ist offen für alle Formen des Transfers und richtet sich im ersten Schritt an diejenigen, die in der operativen Forschung unterwegs sind. Adressiert wird dabei nicht nur der wissen-



FOTO: LYDIA ALBRECHT



FOTO: LYDIA ALBRECHT



# makeIT

## A Culture of Making

### With Intrapreneurship from Research Lab to Innovation

TRANSLATION: HEIDI KNIERIM

Employees who think and act like entrepreneurs are in demand in science as well as in business. Ideally, this not only helps them to advance themselves, but also makes the entire organization more innovative and successful. This way of thinking is referred to as intrapreneurship, a term derived from two words, intra(corporate) and (entre)preneurship. KIT has adapted this philosophy for the university environment and wants to establish a new “culture of making” that will raise the transfer of technology and knowledge to a new level. With the maKeIT program, KIT will support intrapreneurs, leverage their potential, and establish a new transfer culture.

“Intrapreneurship increases the positive impact that our research has on the economy and society, and at the same time strengthens our position in international competition,” says Professor Thomas Hirth, Vice President Transfer and International Affairs at KIT. The maKeIT intrapreneurship program at KIT is open to all forms of transfer but initially will be aimed at people in operational research. The participants should be highly motivated and willing to work. “The researchers must invest additional time and do that on their own initiative,” explains maKeIT coordinator Dr. Niels Feldmann from KIT’s Innovation and Relations Management Business Unit (IRM).

The Helmholtz Academy for Intrapreneurship (HAFIS) is currently the largest implementation project within the framework of maKeIT. For nine months, interested scientists are accompanied and coached as they transition from research to practice, whether they want to found a company, apply for a patent, or implement a project to benefit society. Three runs are planned. If evaluators deem it a success, the academy will become an integral part of intrapreneurship promotion at KIT. ■

## Das Programm maKeIT

Das im Oktober 2021 gestartete Programm maKeIT ist am Innovations- und Relationsmanagement (IRM) des KIT angesiedelt. KIT-intern kooperiert das Team unter anderem mit der Graduiertenschule ENZO, der Leadership Talent Academy (LTA), dem Karlsruhe House of Young Scientists (KHYS), dem Karlsruhe Research Institute (KSRI), dem Institut für Entrepreneurship, Technologie-Management und Innovation (EnTechnon) des KIT, dem TRIANGEL Open Space und der KIT-Gründerschmiede. An der im April 2023 startenden Helmholtz Transfer Akademie (HTA) HAFIS beteiligen sich neben dem KIT das Forschungszentrum Jülich, das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und die Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt. Das KIT arbeitet auch an der vom FZJ koordinierten Akademie Innovation by Supervising (InnoSuper) mit. An den Interviews aus der ersten Programmphase von maKeIT waren KIT-intern Professorinnen und Professoren, Doktorandinnen und Doktoranden sowie Postdocs und Abteilungsleitende beteiligt. Darüber hinaus tauscht sich das Team auch mit Vertreterinnen und Vertretern anderer Hochschulen und der Wirtschaft aus. ■



schaftliche Nachwuchs, der schon jetzt großes Interesse hat, seine Erkenntnisse mit der Gesellschaft zu teilen. Auch diejenigen, die schon länger dabei sind, soll das Programm sensibilisieren und ihnen neue Wege im Umgang mit den eigenen Forschungsergebnissen ermöglichen. Mitbringen sollten die Teilnehmenden an erster Stelle Motivation und Einsatzbereitschaft. „Die Teilnehmenden müssen dafür zusätzliche Zeit investieren und das aus eigenem Antrieb tun“, erläutert maKeIT-Koordinator Dr. Niels Feldmann vom Innovations- und Relationsmanagement (IRM) des KIT.

Interviews für eine erste Bestandsaufnahme zeigen unter anderem, dass der Gedanke des Intrapreneurship am KIT schon vielerorts angekommen ist. Sie machen aber auch die Bedarfe und die Anforderungen an die Rahmenbedingungen deutlich. Potenzielle Intrapreneurinnen und Intrapreneure brauchen nicht nur Qualifizierung, sondern auch Ressourcen und Kapazitäten, angesichts der vielfältigen Verwertungsmöglichkeiten ihrer Forschungsergebnisse, Orientierung, Coaching und nicht zuletzt Wertschätzung und Sichtbarkeit.

Mit unterschiedlichen Formaten vom „Appetizer“-Kurs für Forschende über Workshops

für Verwaltungsmitarbeitende und Seminare für Studierende bis hin zur mehrmonatigen Akademie will Feldmanns Team sie künftig begleiten. Die Helmholtz-Akademie für Intrapreneurship (HAFIS) ist derzeit das größte Umsetzungsprojekt im Rahmen von maKeIT. Neun Monate lang werden interessierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf ihrem Weg von der Forschung in die Praxis begleitet und gecoacht – egal ob sie gründen, ein Patent anmelden oder ein Projekt zum Nutzen der Gesellschaft verwirklichen wollen. Drei Durchläufe sind geplant. Ist die Evaluierung danach erfolgreich, soll die Akademie fester Bestandteil der Intrapreneurship-Förderung am KIT werden. ■

---

@ [niels.feldmann@kit.edu](mailto:niels.feldmann@kit.edu)

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





## GRÜNDEN FÜR EINE NACHHALTIGE ENERGIEZUKUNFT

ANSELMA WÖRNER BRINGT MIT DEM START-UP EXNATON ERNEUERBARE ENERGIEN IN DIE HAUSHALTE

## FOUNDING FOR A FUTURE WITH SUSTAINABLE ENERGY

ANSELMA WÖRNER BRINGS RENEWABLE ENERGY INTO OUR HOMES WITH HER STARTUP EXNATON

VON JANNICK HOLSTE // TRANSLATION: BENNO STOPPE // FOTO: EXNATON AG

„Solange wir Energie als eine fast kostenlose Ressource wahrnehmen, die immer da und immer gleich ist, können wir die Energiewende nicht erfolgreich umsetzen“, ist sich Anselma Wörner, Alumna des KIT und Mitgründerin des Energie-Start-ups Exnaton, sicher. Mit Exnaton will sie genau das ändern. Die Idee dazu entwickelte Wörner mit ihren Mitgründenden, als sie im Rahmen ihrer Dissertation an der ETH Zürich an einem Forschungsprojekt mitwirkte, das sich mit dem lokalen Strommarkt beschäftigte. „Wir haben festgestellt, dass wir an der Uni zu Algorithmen, Notmanagement und dynamischer Laststeuerung forschen, aber kein Mensch probiert es in der Praxis aus. So schafft man im Energiebereich relativ wenig“, sagt Wörner.

Deshalb entschloss sich die Wirtschaftsingenieurin dazu, ihr Wissen selbst in die Anwendung zu bringen und gründete gemeinsam mit Liliane Ableitner und Arne Meeuw, die sie aus dem Forschungsprojekt an der Uni kennt, das Unternehmen Exnaton. Das Team entwickelte eine Software, die abbildet, woher die genutzte Energie von im System erfassten Haushalten stammt und wie viel Energie verbraucht wird. Zudem bietet die Software unter anderem privaten Haushalten die Möglichkeit, ihre beispielsweise durch Solarzellen auf dem Hausdach gewonnene Energie mit anderen zu teilen. So können Konsumierende gezielt mehr erneuerbare Energien nutzen und Emissionen einsparen. Die Vision des Unternehmens wurde bereits mit mehreren Preisen wie dem SAP Innovation Award oder dem Forbes 30 under 30 DACH-Award ausgezeichnet.

„Ich glaube nur wenn Verbraucherinnen und Verbrauchern klar vor Augen geführt wird, wie viel Energie sie eigentlich verbrauchen und woher die Energie kommt, können wir langfristig einen Wandel erreichen“, betont die Gründerin. Mit dem Start-up will Wörner zu einer nachhaltigeren Energiezukunft beitragen – Denn die Jungunternehmerin ist der Ansicht, dass erneuerbare Stromgewinnung der zentrale Hebel raus aus den derzeitigen Emissionen ist. Von ihrem Bachelor- und Masterstudium in Wirtschaftsingenieurwesen am KIT profitiert Wörner noch heute. „Ich hatte eine sehr schöne Studienzeit“, sagt sie, „und konnte zudem ein unterstützendes Netzwerk mitnehmen.“ ■

“As long as we see energy as an almost free resource that is always available and constantly stays the same, we cannot successfully execute the energy transition,” Anselma Wörner states with certainty. The KIT alumna and co-founder of the energy startup Exnaton took this as her motivation for founding the innovative startup. She and her co-founders developed the idea while doing research on the local energy market as part of her dissertation at ETH Zurich. “We realized that while we researched algorithms, incident management, and dynamic load control, nobody was actually giving it a try. Following that path, we are not going anywhere with our energy sector,” Wörner is convinced.

So the industrial engineer decided to apply this knowledge herself, founding Exnaton together with Liliane Ableitner and Arne Meeuw, both of whom she knew from the university research project. The team developed a software that displays the source of the energy for households in the system and how much is used. Additionally, it enables private households to share energy generated by solar cells on their roofs. Guided by the software, consumers can deliberately choose renewable energy to reduce emissions. Their business vision already has won several prizes, such as the SAP Innovation Award and the Forbes 30 under 30 DACH Award.

“I believe that in the long term, we can achieve a transition only if consumers are presented with a clear picture of how much energy they spend and where that energy comes from,” Wörner stresses. With her startup, she wants to contribute to a future with sustainable energy. The young entrepreneur believes that renewable energy generation is the key to lowering the current level of emissions.

To this day, Wörner profits from her bachelor’s and master’s degrees in industrial engineering at KIT, remembering: “I had a wonderful time studying and I was able to leave with a supportive network.” ■

Via the alumni network, alumnae and alumni can stay in contact with KIT: [www.irm.kit.edu/english/alumni.php](http://www.irm.kit.edu/english/alumni.php)

Über das Alumni-Netzwerk können Alumnae und Alumni mit dem KIT in Kontakt bleiben: [www.alumni.kit.edu](http://www.alumni.kit.edu)

 [anselma@exnaton.com](mailto:anselma@exnaton.com)

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

## IMPRESSUM / IMPRINT

Herausgeber/Editor

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

Präsident Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe // Germany

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

KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

KIT – The Research University in the Helmholtz Association



### AUFLAGE/CIRCULATION

13 000

### REDAKTIONSANSCHRIFT/EDITORIAL OFFICE

Stab und Strategie (STS)/Executive Office and Strategy

Leiterin: Dr. Julia Winter

STS-Gesamtkommunikation, Leiterin: Monika Landgraf

Postfach 3640 // 76021 Karlsruhe

### REDAKTION/EDITORIAL STAFF

Carola Mensch (verantwortlich/responsible) <cme>

Tel./Phone: 0721 608-41159 // E-Mail: [carola.mensch@kit.edu](mailto:carola.mensch@kit.edu)

### BILDREDAKTION/COMPOSITION OF PHOTOGRAPHS

Gabi Zachmann (STS-GK) und Dienstleistungseinheit Allgemeine Services/Dokumente

General Services Unit/Documents Group

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

Dienstleistungseinheit Internationales/Sprachendienst, Byron Spice

### KORREKTORAT/PROOFREADING

Aileen Seebauer (STS-GK), Leonie Kroll, Jannick Holste

Maike Schröder (INTL)

### ANZEIGENVERWALTUNG/ADVERTISEMENT MANAGEMENT

ALPHA Informationsgesellschaft mbH // E-Mail: [info@alphapublic.de](mailto:info@alphapublic.de)

### LAYOUT UND SATZ/LAYOUT AND COMPOSITION

modus: medien + kommunikation gmbh // Albert-Einstein-Str. 6

76829 Landau // [www.modus-media.de](http://www.modus-media.de)

Mediengestaltung: Julia Eichberger

Grafik-Design: Dominika Rogocka

### 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.

Gedruckt auf 100 Prozent Recyclingpapier mit dem Gütesiegel „Der Blaue Engel“

lookKIT



## Ihr direkter Weg zu den guten Jobs



**Setzen Sie auf eines der größten vollständig in Familienbesitz befindlichen Bauunternehmen Deutschlands, wenn es um Ihre Karriere geht.**

Mit 540 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an 6 Standorten realisiert Dreßler Bau deutschlandweit ambitionierte Objekte, vorwiegend im schlüsselfertigen Industrie-, Gewerbe- und Wohnungsbau. Als Praktikant/in, Werkstudent/in oder Young Professional sind Sie uns herzlich willkommen.



Dreßler auf YouTube

[www.dressler-bau.de](http://www.dressler-bau.de)

**Ihre Aufgaben – kurz und knapp:**

- Technische Betreuung und Beratung der Kunden im Bereich aktiver und passiver Komponenten für das Gebiet Baden-Württemberg und Bayern
- Identifizierung und Aufbau potenzieller Kunden, Entwicklung regionaler Strategien
- Durchführung von Seminaren und Teilnahme an Fachmessen

**Ihre Vorteile – kurz und knapp:**

- Ein sicherer Arbeitsplatz in einer wachstumsstarken Branche mit einem unbefristeten Vertrag
- Dienstwagen zur privaten Nutzung, Notebook, Firmenhandy, Bonus, 30 Tage Jahresurlaub, Home Office, Flexible Arbeitszeiten
- u. a. Gesundheitsleistungen, Bonusprogramm, Jobbike, Zuschuss zur Kinderbetreuung

**Das bringen Sie mit – kurz und knapp:**

- Elektroingenieur\*in, Studium der Elektrotechnik oder vergleichbar
- Gute Kenntnisse elektronischer Bauelemente, insbesondere im Bereich Leistungselektronik
- Gute Präsentations- und Kommunikationsfähigkeit, Excel- und Powerpoint-Kenntnisse
- Fließend Deutsch und gute Englischkenntnisse sowie eine hohe Reisebereitschaft innerhalb Ihres Gebiets

**Weitere Informationen und Ihr Kontakt:**

Weitere Informationen zur Stelle und unseren Benefits finden Sie auf [www.ecomal.com](http://www.ecomal.com) sowie [www.ecomal.com/karriere/stellenangebote/](http://www.ecomal.com/karriere/stellenangebote/)

## Let's work together

SCHUNK ist internationaler Technologieführer in der Spanntechnik, Greiftechnik und Automatisierungstechnik. Rund 3.500 Mitarbeitende in 9 Werken und 34 eigenen Ländergesellschaften sowie Vertriebspartner in über 50 Ländern sichern eine intensive Marktpräsenz. Wir sind Familienunternehmen und Global Player – mit Pioniergeist und Perfektion setzen wir weltweit Maßstäbe.

Arbeiten bei SCHUNK ist mehr als nur ein Job, denn bei uns herrscht der ganz besondere SCHUNK-Spirit. Entdecken Sie Ihre Einstiegsmöglichkeiten und heben Sie Ihre Karriere auf das nächste Level.

Jetzt informieren

 [schunk\\_hq](https://www.instagram.com/schunk_hq)  
 [schunk.com/karriere](http://schunk.com/karriere)



Jetzt bewerben

Hand in hand for tomorrow

**SCHUNK** 



**prego.**  
services

## Schlägt Dein Herz für die IT?

Finde heraus, ob wir  
Deinen Traumjob haben!



**Jetzt bewerben!**

Weitere Informationen unter:  
[www.prego-services.de/karriere/](http://www.prego-services.de/karriere/)



Wir sind einer der führenden IT- und Serviceprovider für Energieversorgungsunternehmen. Für unsere Kunden schaffen wir maßgeschneiderte Lösungen für eine nachhaltige Zukunft und begleiten sie erfolgreich auf ihrem Weg in die Digitalisierung. 500 Mitarbeitende und deren Antrieb machen dabei den Unterschied.

„Operations keeps the lights on, strategy provides a light at the end of the tunnel, but projectmanagement is the train engine that moves the organization forward.“

WOODY WILLIAM

JUNIOR PROJECT MANAGER



PROJECT MANAGEMENT ASSISTANT

# Wir suchen DICH



**PROJEKTMANAGEMENT IST DIE ZUKUNFT** - unsere Aufgaben werden vielfältiger, Automatismen sind nur noch für Maschinen. Der Mensch mit seiner Kreativität und seiner Fähigkeit zum abstrakten Denken wird jedoch einzigartig bleiben. Lass uns gemeinsam das Zeitalter der Projekte einläuten!

**DU BIST EIN TEIL VON UNS.** Gemeinsam erreichen wir unsere Ziele, denn **TEAMWORK** wird bei uns großgeschrieben!

**EIN MODERNER ARBEITSPLATZ** in unserem neuen Office in Offenburg wird für dich ein Ort des Wohlfühlens und der Entfaltung sein.

**STILLSTAND IST LANGWEILIG** und Stillstand ist Rückschritt. Daher schaffen wir dir Möglichkeiten, über deine eigenen Grenzen hinauszugehen und dich immer wieder neu zu erfinden und bieten dir qualifizierte Fortbildungen, vielfältige Prämien und attraktive Aufstiegschancen.

**GEMEINSAM GESTALTEN WIR DIE ZUKUNFT BEI WIC**  
Become part of the engine. Be part of our **TEAM!**

► **BEWIRB DICH JETZT:**  
[karriere@wisst-international.com](mailto:karriere@wisst-international.com)



Wisst International Consulting GmbH  
Alemannenstraße 53, 77767 Appenweier  
[www.wisst-international.com](http://www.wisst-international.com)

# WGV VERSICHERUNG

**Gemeinsam und innovativ gestalten wir die Zukunft. Mit Sicherheit.**



#### Unser Angebot:

- ✓ Individuelle Einarbeitung
- ✓ Attraktives Gehaltspaket
- ✓ Entwicklungsperspektiven
- ✓ Modernste Arbeitsmittel
- ✓ Sicherer Arbeitsplatz
- ✓ Vielfältige Aufgaben
- ✓ Betriebsrestaurant
- ✓ Mobiles Arbeiten
- ✓ Homeoffice
- ✓ Teamarbeit
- ✓ u.v.m.

Schauen  
Sie bei uns rein

**karriere.wgv.de**

Württembergische Gemeinde-Versicherung a.G. / Stuttgart

Bei uns finden Sie spannende Aufgaben in den Bereichen

**Wirtschaftswissenschaften**  
**Software-Entwicklung**  
**Mathematik**  
**IT-Administration**  
**Produktentwicklung**



**EUROPA PARK**

FREIZEITPARK & ERLEBNIS-RESORT

**DEIN JOB**  
**INNOVATIV – WIE DU!**

07822 77-15444  
[jobs.europapark.de](https://jobs.europapark.de)

© Mack  
INTERNATIONAL



## KARRIERE MIT RÜCKENWIND?

Los geht's - starten Sie Ihren Weg bei ENERCON! Gestalten Sie gemeinsam mit uns die regenerative Energiezukunft. Wir bieten eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Bereichen mit spannenden, abwechslungsreichen Tätigkeiten und ein Arbeitsumfeld, in dem Teamwork und kurze Kommunikationswege großgeschrieben werden.

**Wir bewegen die Zukunft.  
Sind Sie dabei?**

Entdecken Sie Ihre Perspektiven!

[enercon.de/karriere](https://enercon.de/karriere)

**ENERCON**  
ENERGIE FÜR DIE WELT

# e2open<sup>®</sup>

Moving as one.™

## Werde Teil des e2open Teams!

e2open ist ein innovativer Anbieter von Supply-Chain-Management-Lösungen. Unsere Software für Collaborative Planning and Execution ermöglicht es unseren Kunden, über ihre globalen Standorte und ihr Partnernetzwerk hinweg ihre Effizienz in der Beschaffung, Fertigung und Distribution zu verbessern. Viele unserer Kunden zählen zu den Marktführern in ihrem Bereich, wie Bosch, Philip Morris, Maersk und Vodafone.

**Wir bieten Praktika, Werkstudierendentätigkeiten und Direkteinstiege in den Bereichen**

- Software Entwicklung • Consulting/Technical Consulting
- Sales Development • Customer Support

Für weitere Details kontaktiere bitte [ashley.jones@e2open.com](mailto:ashley.jones@e2open.com) oder [anja.rapps@e2open.com](mailto:anja.rapps@e2open.com)

E2OPEN GmbH | An der Raumfabrik 31a | 76227 Karlsruhe | Tel.: 0721/ 7900-800 | [www.e2open.com](http://www.e2open.com)



## There's no place like 127.0.0.1

Deshalb arbeitest du bei Netlution bis zu 100% remote in der IT-Beratung und im Cloud-/DevOps-Umfeld von internationalen Enterprise-Kunden!

VERNETZTES ARBEITEN, MODERNSTE TECHNOLOGIEN UND FREIRAUM ZUR INDIVIDUELLEN WEITERENTWICKLUNG

Jetzt bewerben!

[www.netlution.de](http://www.netlution.de)  
[www.our-people-make-the-difference.de](http://www.our-people-make-the-difference.de)



### Starte deine Karriere bei uns. WALTER INGENIEURE.

Mit unseren 100 Mitarbeitenden beraten, steuern, planen, vermessen und überwachen wir seit über 55 Jahren Tiefbauprojekte für unsere überwiegend öffentlichen Auftraggeber.

Werde auch du Teil unserer Erfolgsgeschichte – denn bereits zum vierten Mal in Folge wurde WALTER Ingenieure als einer der besten Arbeitgeber des deutschen Mittelstands ausgezeichnet.

Unsere Standorte: **Tauberbischofsheim** | **Adelsheim** | **Heilbronn** | **Teuchern**

### Neugierig geworden?

Besuche uns auf unserer Internetseite, um mehr über uns und unsere Stellenangebote zu erfahren.

Oder folge uns bei Instagram: [@walter\\_ingenieure](https://www.instagram.com/walter_ingenieure)



WALTER Ingenieure



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

TOP  
JOB

Arbeitgeber  
2023

CONNECTED TO THE  
FUTURE.



eSYSTEMS  
A KATEK Brand

## MACH' UNSERE STORY ZU DEINER STORY!

Ob als Student oder Absolvent hier warten spannende Aufgaben auf dich!

- Praktika
- Abschlussarbeiten
- Werkstudententätigkeiten
- Jobs für Berufseinsteiger

eSystems MTG GmbH  
Bahnhofstraße 100  
73240 Wendlingen  
www.esystems-mtg.de



**A<sup>2</sup> LANDSCHAFTS  
ARCHITEKTEN**



**NAH DRAN ZUVERLÄSSIG FLEXIBEL**

Die Spezialisten für nachhaltiges, innovatives und kosteneffizientes Baumanagement.

[www.a2-landschaftsarchitektur.de](http://www.a2-landschaftsarchitektur.de)

## SensoPart Industriesensorik GmbH

Detect the difference.

 **SENSOPART**

**Bewirb  
Dich  
jetzt!**



### Wir sind SensoPart

Wir sind ein international tätiges, kerngesundes und hoch innovatives Familienunternehmen auf Wachstumskurs. Unsere Sensoren und High-Tech Kameras für die industrielle Automatisierung genießen einen hervorragenden Ruf und sind weltweit gefragt.



### Entdecke Deine Möglichkeiten

Sensorik, Bildverarbeitung, Softwareentwicklung oder Robotik ist Dein Ding? Du hast Lust in einer der Zukunftsindustrien zu arbeiten? Du suchst nach einem Direkteinstieg oder bringst schon Berufserfahrung mit? Du willst etwas bewegen, Dein Wissen erweitern und kreative Ideen einbringen? Dann werde Teil unseres Erfolgesteams - wachse mit uns und bring Deine Erfahrung und Persönlichkeit ein!



Informiere Dich jetzt über unsere aktuellen Stellenangebote: [www.sensopart.com/karriere](http://www.sensopart.com/karriere)  
SensoPart Industriesensorik GmbH • Nägelseestraße 16 • 79288 Gottenheim bei Freiburg im Breisgau



# Become our next #pioneer

Du begeisterst Dich für Technik und hast Lust in spannenden und internationalen Projekten mitzuwirken? Dann bist Du bei HENSOLDT genau richtig! Wir bieten Dir verschiedene Einstiegsmöglichkeiten und sind immer auf der Suche nach motivierten und aufgeschlossenen Pionieren. Bewirb Dich jetzt und werde Teil des HENSOLDT-Teams!

## Praktika, Werkstudierendentätigkeiten, Abschlussarbeiten und Direkteinstieg

in den Bereichen Systems Engineering, Elektrotechnik und IT

[hensoldt.net/karriere](https://hensoldt.net/karriere)



**HENSOLDT**  
Detect and Protect

## Collins Aerospace In Heidelberg Stellt ein!

# WENDE DICH NEUEN HORIZONTEN ZU

### DEIN EINSTIEG BEI UNS

Für unsere Entwicklungsabteilung suchen wir Studierende und Absolventen (w/m/d) folgender Studiengänge:

- Informatik
- Technische Informatik
- Informationstechnik
- Elektrotechnik
- Mechatronik

### UNSER STANDORT

Collins Aerospace in Heidelberg hat sich als führender Ausrüster für kundenspezifische Elektroniklösungen für die Luft- und Raumfahrt sowie Verteidigung etabliert.

Am Standort Heidelberg liefern wir integrierte Navigations- und Kommunikationssysteme für eine Vielzahl militärischer Anwendungen und gelten als weltweit führendes Unternehmen in der Technologie von Satelliten-Reaktionsrädern.

Wir freuen uns über Deine Bewerbung an:  
[rcd-jobs@collins.com](mailto:rcd-jobs@collins.com)



#### **Vielfalt treibt Innovation voran; Inklusion fördert den Erfolg.**

Wir bei Collins glauben, dass uns eine Vielzahl von Ansätzen und Ideen ermöglichen, die besten Ergebnisse für unsere Belegschaft, unseren Arbeitsplatz und unsere Kunden zu erzielen. Wir setzen uns dafür ein, eine Kultur zu fördern, in der alle Mitarbeiter ihre Leidenschaften und Ideen teilen können, damit wir die schwierigsten Herausforderungen in unserer Branche meistern und neue Wege zu grenzenlosen Möglichkeiten ebnen können.

# PERFRMR !

Richtig – HERMA Teams sind echte Performer. Gerade dann, wenn die Herausforderungen groß sind. Das macht uns in vielen Märkten und Anwendungen zum besten Problemlöser. Immer, wenn es um Haftmaterial, Etiketten und Etikettiermaschinen geht. Dafür vereinen wir Papier- und Folienverarbeitung, Drucktechnik und Maschinenbau unter einem Dach. Das ist einzigartig, genau wie Sie. Finden Sie Ihr Team, und werden Sie Teil der Performance – bei uns!

## Wir suchen am Standort Filderstadt-Bonlanden einen **Ingenieur Prozess- und Verfahrenstechnik (m/w/d)**

### Ihre Aufgaben:

- Sie verantworten die Performance „Ihrer“ Produktionsanlagen.
- Optimierung der bestehenden Produktionsprozesse hinsichtlich Qualität, Wirtschaftlichkeit, Performance und Standardisierung
- Prozessprobleme und -abweichungen erkennen, analysieren, Lösungskonzepte erarbeiten und umsetzen im Fertigungsprozess (Best-Practise-Vorgehensweise)
- Bilanzierung von Wärme- und Stoffübergangsvorgängen in Trocknereinheiten, Simulation von Trocknungsvorgängen
- Weiterentwicklung der Beschichtungstechnologie mittels Kenntnisse in der Strömungsmechanik

### Ihr Profil:

- Erfolgreich abgeschlossenes Ingenieurstudium mit Schwerpunkt Verfahrenstechnik oder Maschinenbau
- Berufserfahrung als Prozessingenieur in einem Industrieunternehmen von Vorteil
- Gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift
- Sehr gute analytische und konzeptionelle Fähigkeiten
- Selbstständige und teamorientierte Arbeitsweise
- Hohe Einsatzbereitschaft, Flexibilität, Teamfähigkeit

### Was wir Ihnen bieten:

- Einen werthaltigen Arbeitsplatz in einem expandierenden und am Stammsitz Filderstadt massiv investierenden Familienunternehmen
- Eine tarifbezogene Vergütung inklusive Urlaubs- und Weihnachtsgeld
- Eine attraktive betriebliche Altersvorsorge
- Flexibles Arbeiten mit Vertrauensarbeitszeit, mobilem Arbeiten und Sabbatical-Optionen
- Gesundheitsprävention und eine werteorientierte Unternehmenskultur

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung:  
[www.herma.de/unternehmen/karriere/stellenangebote](http://www.herma.de/unternehmen/karriere/stellenangebote)  
HERMA GmbH • Personal • Denis Wenzler • D-70791 Filderstadt  
Telefon: 0711/7702-4306 • [www.herma.de](http://www.herma.de)



# Everyday for Future!

Wir bei wpd treiben die Energiewende voran. Mit mehr als 3.500 Kolleginnen und Kollegen weltweit arbeiten wir an der Energieversorgung der Zukunft und sind eines der führenden Unternehmen in der Branche der erneuerbaren Energien.

Neugierig geworden?  
Dann geht es hier in Richtung Zukunft:  
[www.wpd.de/karriere](http://www.wpd.de/karriere)



# EINSTIEG MIT BESTER PERSPEKTIVE

wevo

Wevo-Chemie ist ein international tätiges, dynamisches Unternehmen im Familienbesitz. Seit mehr als 75 Jahren schreiben wir mit unseren Vergusslösungen, Kleb- und Dichtstoffen Erfolgsgeschichte. Mit der Leidenschaft für Neues entwickeln wir Materialien für innovative Technologien. Für unseren Unternehmenssitz in Ostfildern bei Stuttgart suchen wir ambitionierte Teamplayer, die Verantwortung übernehmen möchten. Bei uns können Sie durchstarten – mit den besten Voraussetzungen für Ihre berufliche Zukunft.

Jetzt informieren unter: [wevo-chemie.de/karriere](http://wevo-chemie.de/karriere)

Wir bieten spannende Aufgaben  
in den Bereichen:

- ↗ **Entwicklung**
- ↗ **Betriebstechnik**
- ↗ **IT**
- ↗ **Vertrieb**



## Zukunft gestalten – Power-to-Gas Projekte planen!

Wir suchen Verstärkung!

### Ingenieure (m/w/d) im Bereich Verfahrenstechnik

für die Mitarbeit bei der Planung und Abwicklung von Projekten  
im Zukunftsmarkt Wasserstofftechnologie und chemischer Anlagenbau.

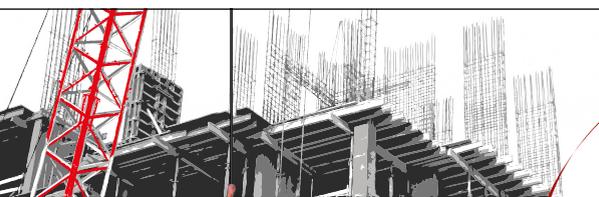
**HAASE**ENGINEERING  
INGENIEURBÜRO FÜR VERFAHRENSTECHNIK



Haas Engineering GmbH & Co.KG ist ein Ingenieurbüro bei Freiburg im Breisgau und bietet ein breites Leistungsspektrum technischer Fachplanung im Bereich der Verfahrenstechnik. Wir sind Spezialist bei der Konzipierung und Auslegung von Anlagen für die regenerative Erzeugung, Speicherung und Anwendung von Wasserstoff.

Interesse? Dann freuen wir uns auf Ihre vollständige Bewerbung, vorzugsweise per E-Mail an HAAS ENGINEERING GmbH & Co. KG | Reinhold-Schneider-Str. 18a 79194 Gundelfingen | [job@haasengineering.de](mailto:job@haasengineering.de) | [www.haasengineering.de](http://www.haasengineering.de)

Die detaillierte Stellenausschreibung finden Sie auf unserer Homepage unter [www.haasengineering.de](http://www.haasengineering.de)



FISHING FOR ENGINEERS

Genug vom ewig gleichen Häuslebau?  
Mit uns geht es aufwärts!

Hak dich ein und gestalte mit uns die  
INDUSTRIE-OBJEKTE VON MORGEN

Bei uns wird es nie langweilig!

Seit über 50 Jahren sind wir vom Ingenieurbüro Erb im Industrie- und Gewerbebau als Gesamtplaner tätig – das bedeutet die komplette Planung und Betreuung von Bauprojekten im In- und Ausland von der ersten Idee bis zum fertigen Bauwerk und darüber hinaus.

Um unsere Statik-Abteilung noch stärker aufzustellen, suchen wir für den Bereich **Bauingenieurswesen/Tragwerksplanung** ein neues Teammitglied (m/w/d) in Vollzeit.

Du willst mit uns zusammen die Industrie von morgen gestalten und freust dich auf ein vielseitiges und kollegiales Arbeitsumfeld?

Auf [www.iberb.de/karriere](http://www.iberb.de/karriere)  
findest du alle Details. Wir freuen uns auf dich!

**Ingenieurbüro Erb**

Generalplanung Industrie-/Ingenieurbau  
Tragwerksplanung • Baumanagement



Besuche uns auch hier und sieh dir unsere spannenden Projekte an!

# Arbeiten in und für Heidelberg als

Ingenieurin/Ingenieur (m/w/d)

in den Bereichen: Hoch- und Tiefbau, IT, Mobilität, Umwelt, Elektrotechnik, Vermessung

Architektin/Architekt (m/w/d)



ein bezuschusstes  
Job-Ticket



familienfreundliche  
Arbeitgeberin



mobil-flexibles  
Arbeiten



umfangreiches  
Fortbildungs-  
programm



vielseitige und  
kostenlose Sport-  
angebote

Jetzt bewerben!



[www.heidelberg.de/arbeitgeberin](http://www.heidelberg.de/arbeitgeberin)

 [bewerbung@heidelberg.de](mailto:bewerbung@heidelberg.de)

 06221 58-11000

IN AGILEN WORKSTREAMS

DIE CLOUD-LÖSUNGEN

VON MORGEN ENTWICKELN.

DARUM SIND WIR BEI DATEV.

Valeria und Dominik,  
Cloud-Entwicklerin und  
-Entwickler bei DATEV

Gemeinsam sichere Cloud-Lösungen und innovative Apps realisieren: Als Cloud-Entwicklerin oder -Entwickler erwarten dich bei DATEV vielfältige Aufgaben in einer agilen Innovationskultur. Informiere dich über freie Stellen und spannende Projekte bei einem der führenden IT-Dienstleister in Europa.

[DATEV.DE/KARRIERE](http://DATEV.DE/KARRIERE)



Zukunft gestalten.  
Gemeinsam.

Nicht nur viele Produktionsprozesse bedürfen der Beheizung mit Temperaturen weit über den mit Wasser oder Dampf sinnvoll zu bewältigenden Bereichen, auch bei der Nutzung von regenerativen Energiequellen werden zunehmend dampfdrucklose Hochtemperatursysteme zur Wärmespeicherung eingesetzt. Als Primärenergiequellen dienen fossile Normbrennstoffe, Sonderbrennstoffe wie Bio- und Faulgase oder auch Wasserstoff sowie diverse Abfallströme und Produktionsreststoffe. Zunehmend steht auch ein breites Spektrum an Biomassen mit entsprechend hohen Anforderungen an Verbrennungsführung, Effizienz und Umweltverträglichkeit zur Verfügung. Als Wärmeträger fungieren hierbei Thermoöle und Salzschnmelzen.

Als Mitarbeiter in unserem Unternehmen unterstützen Sie unsere erfahrenen Teams beginnend mit der Projektierung bis hin zur kompletten Abwicklung komplexer Anlagen zur Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung und Wärmeverteilung im Temperaturbereich bis weit über 400 °C. Dazu gehören neben der konzeptionellen und verfahrenstechnischen Planung die komplette Auftragsabwicklung einschließlich der Aufstellungs- und Rohrleitungsplanung, das Einholen und Bewerten von Angeboten, die Fertigungsüberwachung und Qualitätsprüfung, die Termin- und Kostenüberwachung sowie auch die Leitung der Montage- und Inbetriebnahme. Vielleicht schlägt Ihr Herz darüber hinaus auch für den direkten Kundenkontakt nebst Akquisition und versierter technischer Beratung vor Ort – damit eröffnet sich Ihnen ein noch größeres Tätigkeitsfeld.

Ihr Profil

## Ingenieur (m/w/d) im Fachbereich Verfahrenstechnik, Chemieingenieurwesen oder Maschinenbau

Sie sind fähig, in der deutschen sowie in der englischen Sprache qualifiziert schriftlich und mündlich mit unseren Kunden und Geschäftspartnern zu kommunizieren. Grundkenntnisse in weiteren Fremdsprachen sind von Vorteil aber keine Voraussetzung. Die umfassende und verantwortliche Bearbeitung von Anlagen im industriellen Größenbereich mit Projektierung und Angebotsbearbeitung, bis hin zur Übergabe an unsere Kunden, stellt für Sie ein besonderes Ziel dar.

Unser Angebot:

- Wir bieten Ihnen ein sehr anspruchsvolles und interessantes Aufgabengebiet
- Wir sorgen für eine umfassende und zielorientierte Einarbeitung
- Wir bieten alle erforderlichen Weiterbildungsmöglichkeiten
- Wir geben auch Berufsanfängern eine realistische Chance
- Wir bieten ein attraktives Gehalt und entsprechende Nebenleistungen
- Sowie vieles mehr.

# CAW

Industrial Combustion and Heat Transfer



Unser Unternehmen hat sich innerhalb von 25 Jahren einen international bedeutenden und höchst geschätzten Namen für hochwertige, ausschließlich individuell zugeschnittene Anlagen in der Hochtemperaturwärmetechnik, der Biomasseverstromung und der thermischen Abluftreinigung geschaffen.

Wir arbeiten weltweit in festen Partnerschaften mit ebenso namhaften Firmen zusammen und liefern unsere Anlagen in praktisch alle Industrien und Länder dieser Erde.

Wenn Sie diese ständig neue Herausforderung reizt, sollten wir uns kennenlernen.

Wir freuen uns über Ihr Interesse.

Bitte senden Sie uns Ihre Bewerbung schriftlich per Post zu oder bevorzugt online als PDF-Dokument an: [bewerbung@caw-wiesloch.de](mailto:bewerbung@caw-wiesloch.de)

Ihre Ansprechpartnerin

Katja Roos, Classen Apparatebau Wiesloch GmbH  
Ludwig-Wagner-Straße 9/1, 69168 Wiesloch  
Tel +49 (0)6222 5726-14, Fax +49 (0)6222 5726-10  
[www.caw-wiesloch.de](http://www.caw-wiesloch.de)

MAKE YOUR MOVE.

## Elektronikkompetenz für Automotive, Batteriemanagement Systeme und die sichere Leistungsverteilung

Technologie fasziniert Sie, und Sie wollen an den Innovationen von morgen mitarbeiten? Bei uns können und dürfen Sie sich einbringen. Wir suchen an unseren Standorten in Landau und Esslingen:

- Junior-Projektmanager (m/w/d)
- Junior-Systementwickler (m/w/d) und Junior-Softwareentwickler (m/w/d)
- Testingenieur (m/w/d) System Validation Automotive
- Werkstudent Einkauf (m/w/d)
- Abschlussarbeiten z.B. zur Systementwicklung LIB auf KI Basis
- Duale Studiengänge Elektrotechnik, Informatik und Wirtschaftsingenieurwesen (DHBW)

ZUR KARRIERESEITE

Besuchen Sie uns auf LinkedIn: [linkedin.com/company/eberspacher](https://www.linkedin.com/company/eberspacher)

 Eberspächer



## Deine Aufgaben

Als Teil unserer Werkstatt reparierst du Arbeitsroboter der Kanalsanierung, Anlagen und Zubehör.

Du bist verantwortlich für die Montage von elektronischen und mechanischen Baugruppen.

Du übernimmst den Telefonsupport (First-Level-Support).

Du bearbeitest Aufträge, unterstützt durch ein Warenwirtschaftssystem.

# Servicetechniker

(m/w/d) in Vollzeit am Standort Stutensee bei Karlsruhe

Der QR-Code zu weiteren Informationen



Die Kanalservice Gruppe ist ein schnell wachsender und führender Komplettanbieter im Bereich der Instandhaltung der unterirdischen Infrastruktur in der DACH Region.

**KSG**  
DEUTSCHLAND

## Kanalservice Holding Deutschland GmbH

Personalabteilung, Frau Luisa Schmidt  
Helmholtzstraße 1d · 76297 Stutensee · **Tel:** 07244 / 9499216

**Mail:** jobs-de@kanalservicegruppe.com · [www.ksg-de.com](http://www.ksg-de.com)

**rnv**



## Planen Sie gerne Großes?

Auf mehr als 780 Kilometern Linienlänge bringen wir unsere Fahrgäste täglich zuverlässig ans Ziel. Damit unsere Kunden „mit gutem Gefühl unterwegs“ sein können, steht für die rnv eine nachhaltige und kundenfreundliche Mobilität im Fokus.

Um eine umweltfreundliche Mobilität in der Region weiter voranzubringen, suchen wir Experten in den Bereichen Verkehrswegebau, Informatik sowie Digitalisierung. Wir ermöglichen auch Werkstudententätigkeiten in diesen Bereichen.

Aktuelle Stellenausschreibungen finden Sie unter:  
[www.rnv-online.de/karriere](http://www.rnv-online.de/karriere).

**SCHÜTZ**  
MESSTECHNIK

**RICHTIG GAS GEBEN!**  
...und dabei spannende Praxisthemen kennenlernen.

Schütz entwickelt Mobile Messeinheiten sowie Gasmess- und Gasspürgeräte.

Sie suchen ein interessantes, praxisorientiertes Thema für Ihre Bachelor- oder Master-Thesis?

Dann sollten wir uns kennenlernen!  
Bitte Mail an [info@schuetz-messtechnik.de](mailto:info@schuetz-messtechnik.de)



# all about you

Die Zehnder Group – das Synonym für gesundes, energieeffizientes und komfortables Raumklima. Als einer der Innovationsführer der Branche beschäftigen wir weltweit über 4.000 Mitarbeitende, davon ca. 600 am Standort Lahr. Wir entwickeln und produzieren weltweit in 17 eigenen Werken. Wir arbeiten als Team hervorragend mit unseren Kunden zusammen, sind engagiert, leidenschaftlich in den Projekten und lieben unsere Tätigkeit. Wir schätzen Vielseitigkeit, handeln nachhaltig und bieten in verschiedenen Berufsfeldern erstklassige Einstiegs- und Entwicklungsmöglichkeiten. Zum Beispiel in den Bereichen:

**Ingenieurwesen/Technische Berufe (Versorgungstechnik, Energiemanagement u.a.), Marketing, Vertrieb, Finance und IT.**

Auf der Suche nach einem Praktikum/Praxissemester oder einem starken Partner für Deine Abschlussarbeit? Worauf wartest Du noch? Komm in unser Team! Aktuell bieten wir verschiedene Möglichkeiten:

- Praktikum oder Praxissemester – ERP-System (all)
- Praxissemester oder Werkstudent (all) im Bereich Produktmanagement
- Studenten-Stelle/Support-Tätigkeiten für unseren Bereich RAD Competence Center

**Bist Du interessiert?** Dann freuen wir uns auf Deinen Besuch unseres Karriereportals: [career.zehndergroup.com](https://career.zehndergroup.com)

**Noch Fragen?** Dann nimm gerne Kontakt zu uns auf. Entweder per E-Mail [stellen@zehnder-systems.de](mailto:stellen@zehnder-systems.de) oder telefonisch – unser Recruiting erreichst Du direkt unter +49 7821 586 599

zehnder

all about  
climate  
all about  
you.

Niek | Ingenieur bei Zehnder



Hier kann ich mein Wissen immer weiter vertiefen und mich weiterbilden.

Mehr Informationen unter: [career.zehndergroup.com](https://career.zehndergroup.com)

 VULCAN ENERGIE  
ZERO CARBON LITHIUM™

Join us to make

the difference!

## Wir bringen zusammen, was zusammen gehört!

Durch die Verbindung der geothermischen Nutzung des heißen Thermalwassers aus den Tiefen des Oberrheingrabens und einem speziellen Verfahren der Lithium-Gewinnung erzeugen wir bei Vulcan Energie Ressourcen das erste **Zero Carbon Lithium-Produkt Made in Germany**. Mit dieser wegweisenden Technologie sind wir Motor der Transformation hin zu einer klimaneutralen Mobilitäts- und Energiewirtschaft.

In Karlsruhe und unseren geplanten Standorten entlang des Oberrheins bringen wir dafür internationale **Experten der Geothermie und Lithiumextraktion** mit **motivierten Nachwuchskräften und Ingenieuren** aus der Region zu einem Team mit gemeinsamer Mission zusammen.

Weitere Infos unter:

[www.v-er.eu](https://www.v-er.eu)



## VINCI als weltweit größter Baukonzern ist einer der führenden Konzerne für Bau und Infrastrukturkonzessionen.



VINCI Concessions ist der größte private Autobahnbetreiber in Deutschland und hat seit 2007 den Zuschlag für fünf ÖPP-Projekte im Rahmen des deutschen Autobahn-sanierungsprogramms erhalten.

Das Leistungsspektrum von VINCI Concessions umfasst Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb von Infrastrukturen und Einrichtungen (Autobahnen, Flughäfen etc.), die zur Verbesserung des täglichen Lebens und der Mobilität der Menschen beitragen.

Seit 2022 gehört eliso zu VINCI Concessions. Eliso plant, installiert und betreibt Ladestationen für Elektroautos für ganzheitliche und passende Ladelösungen für Unternehmen, Kundenparkplätze und Gewerbe- und Wohnimmobilien.

**Wir suchen** kreative und dynamische Absolventinnen und Absolventen mit Studium im (Wirtschafts- /Bau-) Ingenieurwesen, ggf. auch verwandten Studiengängen, die mit Eigeninitiative, Verantwortungsbewusstsein und unternehmerischem Denken zum Erfolg des Unternehmens beitragen wollen.

**Einsatzort:** in Berlin und / oder in den bundesweiten Projektgesellschaften von VINCI Concessions

**Komm zu uns**, denn bei uns gibt es:

- Interessante Einblicke in das Aufgabengebiet der Projektentwicklung
- Erste praktische Erfahrungen neben oder nach dem Studium
- Inhaltliche Unterstützung bei Masterarbeiten
- Flexible Arbeitszeitgestaltung
- Arbeit in einem dynamischen Team mit guter Atmosphäre in einem internationalen Umfeld
- Betriebliche Altersvorsorge und Erwerb von Unternehmensanteilen (ab 6 Monaten Betriebszugehörigkeit)
- Breites Angebot an Weiterbildungsmöglichkeiten

**Bewerbungen bitte an:** [bewerbung@vinci-concessions.com](mailto:bewerbung@vinci-concessions.com)

**VINCI Concessions Deutschland GmbH**  
Franz-Ehrlich-Str. 5, 12489 Berlin

[www.vinci-concessions.com/en](http://www.vinci-concessions.com/en)



**Stadtwerke**  
Sindelfingen GmbH

Strom · Gas · Wasser · Fernwärme



## Projektleiter

Bauleitung - Tiefbau,  
Rohrleitungs-  
und Kabelmontage (m/w/d)



Stadtwerke Sindelfingen GmbH – Rosenstr. 47 – 71063 Sindelfingen  
[www.stadtwerke-sindelfingen.de](http://www.stadtwerke-sindelfingen.de)

Für unser Büro in Ramstein suchen wir zur Projektbearbeitung / Projektleitung ab sofort eine/n

## Bachelor/Master (m/w/d) Fachrichtung Bauingenieurwesen, Geologie, Geowissenschaften

### Ihre Aufgaben

- Planung und Betreuung von Baugrunderkundungen
- Betreuung und Auswertung von Feld- und Laborversuchen
- Erdstatische Berechnungen
- Erstellung von Geotechnischen Berichten und Stellungnahmen
- Fachtechnische Begleitung der Bauphase

### Ihr Profil

- Erfolgreich abgeschlossenes Studium in einer der o.g. Fachrichtungen
- Berufserfahrung wünschenswert
- gute EDV-Kenntnisse in den einschlägigen Programmen (MS-Office, GGU)
- sicheres Auftreten, Eigeninitiative und kommunikative Fähigkeiten
- Teamfähigkeit, Leistungsbereitschaft
- sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift

### Wir bieten Ihnen

- Einarbeitungszeit durch erfahrene Mentoren
- anspruchsvolle und vielseitige Projekte
- selbstständige und verantwortliche Bearbeitung von Projekten
- Entwicklungsperspektiven und Angebote der fachlichen Förderung
- das Arbeiten in einem motivierten, kollegialen Team
- eine leistungsgerechte Vergütung
- ein familienfreundliches Unternehmen mit erweiterten Sozialleistungen

Senden Sie bitte Ihre Unterlagen an Frau Arnsberg: [s.arnsberg@wpwgeo-sw.de](mailto:s.arnsberg@wpwgeo-sw.de)



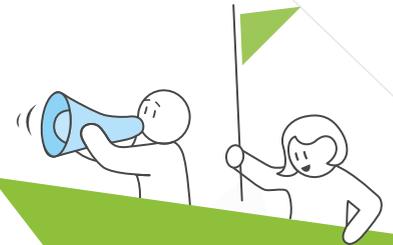
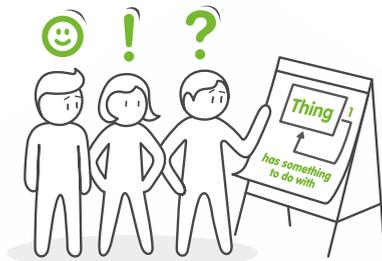
**WPW Geoconsult**  
**Südwest**

Baugrund | Hydrogeologie | Umwelt

Professionell „sauberen“ Code programmieren, in spannenden Projekten arbeiten und abends wieder zu Hause sein? Geht.

## Bei andrena.

Wo ein erfolgreicher Start Programm ist.

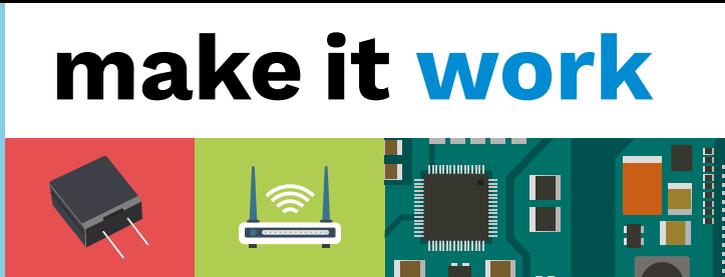
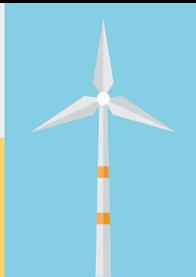


Jetzt bewerben unter



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

Überzeugen durch Leistung



# make it work

## Entdecken Sie die Welt der elektronischen Bauelemente!

1973

Gegründet

1.800

Mitarbeiter

1.130

Millionen €  
Umsatz (2021)

50

Sprachen  
weltweit

30.000

Kunden

82

Niederlassungen  
weltweit

Besuchen Sie uns auf  
[rutronik-careers.com](http://rutronik-careers.com)



Bei Rutronik warten vielfältige Jobprofile und facettenreiche Tätigkeitsfelder auf ihre Besetzung mit den passenden neuen Kolleginnen und Kollegen. **Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.**

# Der Stoff, aus dem Karriere-träume sind.

## Sachverständiger Umweltschutz & Emission (m/w/d)

Berlin, Düsseldorf, Halle, Hamburg, Karlsruhe, München, Stuttgart

### Ihre Aufgaben

- Sie sind für die Planung, Durchführung und Auswertung von Emissionsmessungen zuständig
- Ebenso versiert erstellen Sie die erforderlichen Auswertungen und Berichte

### Ihre Qualifikationen

- Studium der Fachrichtung Verfahrenstechnik, Umwelttechnik oder ein vergleichbarer Studiengang
- Führerschein der Klasse B und Bereitschaft, lokal im Außendienst tätig zu sein

Sicherheit beginnt mit mir bei DEKRA – daher ist auch als Arbeitgeber auf uns Verlass und wir sorgen für Sicherheit in Ihrem Leben. Neben einem attraktiven Gehalt, umfassenden Sozialleistungen sowie einer betrieblichen Altersvorsorge, erhalten Sie bei uns die Möglichkeit, eigenständig zu arbeiten und frühzeitig Verantwortung zu übernehmen. Wir bieten vielfältige Karriereöglichkeiten und investieren in Ihre Weiterentwicklung.

Alle Details zum Aufgabengebiet und den damit verbundenen Qualifikationen finden Sie auf unserer Karriereseite:

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

Wir freuen uns auf Ihre Online-Bewerbung.

Haben Sie Fragen?

Frau Stefanie Wolf, +49 711 7861-1873

DEKRA Automobil GmbH

zu den Stellenangeboten >



## Wir sind ein ausgezeichneter Arbeitgeber

Entdecke deine Möglichkeiten in der Stadt zum See und komm nach Konstanz.



KONSTANZ  
Die Stadt zum See 

Du hast Interesse an ....?

-  Angewandte Geowissenschaften
-  Geoökologie
-  Geodäsie
-  Geoinformatik
-  Architektur
-  Regionalwissenschaften
-  Raumplanung
-  Mobilität und Infrastruktur

Wir auch! Haben wir ein Match?

Finde es heraus unter  
[konstanz.de/karriere](http://konstanz.de/karriere)



# IM JUNI ERSCHEINT DIE NEUE AUSGABE!

Bei Interesse an einer  
Anzeigenschaltung  
wenden Sie sich bitte an:

## ALPHA

ALPHA Informationsgesellschaft mbH

Ansprechpartnerin: Frau Kark

Telefon: 06206 939-342

E-Mail: tatjana.kark@alphapublic.de

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



To build Software  
that people  
love to use.

Downtimes kennst du nur, wenn du gerade keine Systemlandschaften  
monitoren und administrieren kannst?

Dann sind wir der zentrale Ansprechpartner für dein Karriere-Upgrade!

## Senior Systems Engineer (m/w/d)



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

[zum Job](#)

# Business Analyst (m/w/d)

## KLINGEL Gruppe

Du begeisterst Dich für **Daten** und liebst es  
sie zu **analysieren** und zu **visualisieren**?

**Python, SQL** und **Analysetools** gehören zu  
Deinem Werkzeugkasten?

**Darüber hinaus begeisterst Du Dich**  
**für Datenanalysen** gerne im wirtschaftlichen  
Kontext und tauschst Dich hierzu mit  
Kolleg:innen aus angrenzenden  
Fachbereichen aus?

## Dann freuen wir uns auf Deine Bewerbung!

Wir bieten Dir einen enormen Pool an Kundendaten zur Analyse, interessante  
Fragestellungen und ein Team mit tollen Expert:innen mit denen Du gemeinsam  
das Kaufverhalten unserer Kunden:innen analysierst!





## TECHNOLOGIE FÜR DIE SÄGEINDUSTRIE

Wir suchen kreative Mitarbeiter zur Verstärkung unseres Teams

**Projektingenieur (m/w/d)** in der Elektro- & Automatisierungstechnik

**Softwareentwickler (m/w/d)** im Bereich Machine-Learning und künstliche Intelligenz

**ARBEITEN  
BEI  
LINCK**



### Nichts Passendes dabei?

Wir bieten Praktika, Betreuung bei Bachelor- und/oder Masterarbeiten und einen Berufsstart in den Bereichen Elektrotechnik, Physik, Mathematik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau.

Wir freuen uns über Ihre Initiativbewerbung.

Bleiben Sie über unsere Karriereseite unter [www.linck.com](http://www.linck.com) auf dem Laufenden.



## Entwicklungsingenieur\*in Software/ Regelungstechnik (m/w/d)

### Ihr Profil:

- Studium im Bereich Elektrotechnik oder vergleichbar
- Begeisterung für die Gebiete Leistungselektronik, Regelungstechnik, Systemprogrammierung in C++ im Bereich Embedded Systems, weitere gängige Skript- und Programmiersprachen
- gute Englischkenntnisse
- Lernbereitschaft, Selbstständigkeit, Teamfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein

### Ihre Aufgaben:

- Softwareentwicklung leistungselektronischer Komponenten
- Programmierung, Berechnung, Simulation von Regelalgorithmen und deren Funktionseinsatz in leistungselektronischer Endanwendungen
- Entwurf, Berechnung, Simulation weiterer anwendungsbezogener Firmware Komponenten in Abstimmung mit den Kunden
- Service - auch vor Ort
- Erstellen von Dokumentation

### Wir bieten Ihnen:

- flexible Arbeitszeit (Gleitzeit)
- Sonderleistungen (Dienststrazuschuss, betriebl. Altersvorsorge)
- Kantine (+ Essenszulage)
- kostenlose Parkplätze
- Homeoffice-Möglichkeit
- zusätzliche Urlaubstage
- angenehme Arbeitsatmosphäre



Tel: 07122 82598 - 20 • Mail: [Mike.Rauscher@HKR.de](mailto:Mike.Rauscher@HKR.de) • [www.HKR.de](http://www.HKR.de) • Upfingen, Sankt Johann



## Ingenieur im Bau-/Vertragsmanagement (m/w/d)

Wir sind ein junges und dynamisches Team von insgesamt 10 Mitarbeitern mit Sitz in Ettlingen bei Karlsruhe. Unser gemeinsames Ziel ist es, unsere Kunden im täglichen Geschäft durch kompetente und lösungsorientierte Beratung in bauvertraglichen bzw. baubetrieblichen und abwicklungstechnischen Belangen zu begeistern. Der einzelne Mitarbeiter steht bei uns klar im Fokus. Durch die Unternehmensgröße besteht die Möglichkeit, nach einer umfassenden Einarbeitung sehr früh selbständig und eigenverantwortlich Projekte zu führen und dabei die eigenen Stärken ausleben zu können.



Ingenieurbüro Gebr. Kimpel GbR  
Wilhelmstraße 3, 76275 Ettlingen  
07243 / 55 99 60

info@ig-kimpel.de  
www.ig-kimpel.de

### Was Sie erwartet:

- selbständiges Führen und Leiten verschiedener Baumaßnahmen
- Steuern und Koordinieren der am Projekt Beteiligten
- selbständige Abwicklung, Dokumentation und Qualitätssicherung von Verträgen bzw. Nachträgen
- Vertragsprüfung im Rahmen der Ausschreibungen anhand verschiedener Grundlagen
- eigenverantwortliche Durchführung von Nachtragsverhandlungen beim Auftraggeber
- Beratung des Auftraggebers und Durchführung von Anti-Claim-Management und Nachtragsabwehr
- gutachterliche Bewertung von komplexen, gestörten Bauabläufen

### Was wir bieten:

- Förderung und ausgiebige Einarbeitungszeit in neue Themengebiete
- Möglichkeiten zur Fort- und Weiterbildung
- Festanstellung mit leistungsgerechter Vergütung
- zusätzliche Förderung der betrieblichen Altersvorsorge
- zentrale Lage mit sehr guter ÖPNV Anbindung
- modern ausgestatteter Arbeitsplatz mit zeitgemäßen Arbeitsmaterialien wie Laptop, Tablet, Smartphone, etc.
- flache Hierarchien
- kollegiale Teamatmosphäre
- planbare und geregelte Arbeitszeiten

# Starten Sie Ihre Zukunft bei DOLD

Dold ist ein international ausgerichtetes mittelständisches Familienunternehmen. Seit über 90 Jahren entwickeln, fertigen und vertreiben wir weltweit mit über 400 Mitarbeitern hochwertige Komponenten und komplette Lösungen für die sichere Automation, elektrische Sicherheit und intelligente Antriebstechnik im Maschinen- und Anlagenbau.

- **Entwicklungsingenieur (m/w/d)**  
Elektro- / Nachrichtentechnik
- **Vertriebsingenieur Export (m/w/d)**  
Elektro- / Automatisierungstechnik
- **Vertriebsingenieur (m/w/d)**  
Elektro- / Automatisierungstechnik, Maschinenbau



Industrie 4.0, Intelligente Vernetzung, Regenerative Energien, E-Mobility – das sind alles keine Fremdwörter für Sie? Dann bewerben Sie sich: [karriere.dold.com](http://karriere.dold.com)



E. Dold & Söhne GmbH & Co. KG · Bregstraße 18 · 78120 Furtwangen · Tel. +49 7723 654-0 · [bewerbung@dold.com](mailto:bewerbung@dold.com)



KARRIERE BEI HERRENKNECHT

## JOIN THE UNDERGROUND

Bewirb dich jetzt für ein Praktikum, deine Abschlussarbeit oder den Direkteinstieg in unserem Team.



[jobs.herrenknecht.com](http://jobs.herrenknecht.com)

# Wir suchen Dich in Reutlingen und Wiesbaden!

Der Geheimtipp für Studenten & Absolventen (m/w/d) der MINT-Fächer,  
Rechtswissenschaften und Wirtschaftswissenschaften.

Du hast Lust auf eine spannende und vielseitige Tätigkeit in einer internationalen Unternehmensberatung mit flachen Hierarchien? **Kickstart your career!**

Nutze Deine Einstiegsmöglichkeiten als

- **Mathematiker (m/w/d) / Mathematischer Analyst (m/w/d)**
- **Junior Analyst / Administrator (m/w/d)**
- **Softwareentwickler (m/w/d)**
- **Junior Consultant (m/w/d)**

## Interessiert?

Bewirb Dich über unser Karriereportal <https://careers.wtwco.com/> und melde Dich gerne bei uns, wenn Du Fragen hast E-Mail an: [recruiting.ger@willistowerswatson.com](mailto:recruiting.ger@willistowerswatson.com)

[wtwco.com](https://wtwco.com)



**PETER  
GROSS  
BAU**

## Werde Student (m/w/d) bei Peter Gross Bau

Wir suchen für unsere Niederlassung **Karlsruhe** zum nächstmöglichen Zeitpunkt:

- **Studenten (m/w/d) im Praxissemester**
- **Einstieg als Jungbauleiter (m/w/d)**
- **Werkstudenten (m/w/d)**
- **Duale Studenten (m/w/d)**

Wir freuen uns auf Deine Initiativbewerbung über unsere Karriereseite:

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



# RAUS AUS DER UNI - REIN IN DIE HW / SW ENTWICKLUNG



**DOLI** wir regeln es

+  
Umzugs  
Zuschuss

*Gleich Fuß fassen in einem familiären und zukunftsicheren Unternehmen!*

**Hardware- /Software-Entwicklung in München oder Münsingen**

## WERTSCHÄTZUNG GESUCHT? IN UNSEREM TEAM GEFUNDEN!

### BAUINGENIEUR/IN oder ARCHITEKT/IN

als Projektleiter/in (m/w/d) gesucht

**igg** KONSTRUKTIVE  
WERTE

#### Was wir bieten:

- + Planung nach der BIM-Methode
- + individuelle Entwicklungs- und Fortbildungsmöglichkeiten
- + zukunftssicherer Arbeitsplatz
- + leistungs- und ergebnisorientierte Prämien
- + flexible Arbeitszeiten, mobiles Arbeiten
- + Firmenrad-Leasing
- + attraktive Arbeitsumgebung

#### Was wir schätzen:

- + Teamführung mit Fachkompetenz und Eigeninitiative
- + digital-affin, Interesse an BIM-basierter Planung
- + strukturierte, effiziente und kundenorientierte Arbeitsweise
- + EDV- Erfahrung mit fachspezifischer Software
- + Interesse an nachhaltigen Lösungskonzepten
- + Motivation, Engagement und Begeisterung
- + Interesse an neuen Themen

#### Jetzt bewerben – gerne auch online.

IGG Gökel GmbH & Co. KG  
Lenzhalde 16 / 70192 Stuttgart  
Telefon 0711-780 58-0  
info@igg-goelkel.de / www.igg-goelkel.de

**Beratende Ingenieure für  
Hoch- und Tiefbau**

**awinia** GmbH

## ZUKUNFT GESTALTEN

→ Starte deine Karriere!

**QUALITÄTSSOFTWARE DURCH TEAMWORK**

Alle Infos findest du hier:



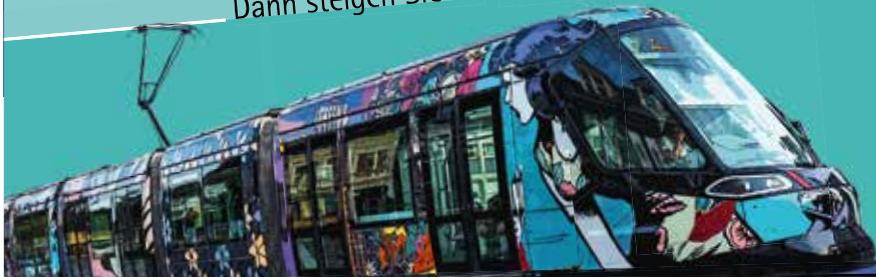
[www.awinia.de/karriere](http://www.awinia.de/karriere)

- \* einen zukunftssicheren Arbeitsplatz
- \* engagierte Leitungen und Teams
- \* vielfältige Gestaltungsspielräume
- \* flexible Arbeitszeiten, Betriebssport, Sabbatjahr, Betriebsrente
- \* kontinuierliche Weiterbildungsmöglichkeiten

Dann steigen Sie als **Stadtplaner\*in** oder **Ingenieur\*in** (m/w/d) bei uns ein!



Bewerben Sie sich online unter [www.mein-check-in.de/kehl](http://www.mein-check-in.de/kehl).  
Für telefonische Auskünfte steht Ihnen das Personalbüro unter 07851 88-1116 zur Verfügung.



## IST **MODUL** **BAU** **DEIN DING?**

## KOLLEGEN m | w | d GESUCHT

- **BAUINGENIEUR** oder **ARCHITEKT**
- **ARCHITEKT** mit Schwerpunkt Brandschutz



### DU BIST ... oder wirst

- ✓ Bauingenieur oder Architekt
- ✓ Du suchst spannende Projekte z.B. Hybrid-Op's, Labore, Rechenzentren, Botschaften, Haftanstalten....
- ✓ Du willst die innovative und nachhaltige Modulbauweise von ADK mitgestalten



## JOB

oder  
Praktikum

[www.adk.info](http://www.adk.info)  
> Karriere  
> Stellenangebote



**ADK Modulraum GmbH**

Im Riegel 28 | 73450 Neresheim | +49 7326 9641-0 | [www.adk.info](http://www.adk.info)

**WIR...** ADK ist einer der führenden Hersteller modularer Gebäude, mit konstant steigenden Wachstums- und Umsatzzahlen.



## Kluge Köpfe für große Ideen gesucht



Bewirb Dich jetzt für einen unserer Forschungs- und Entwicklungsbereiche!

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



# WIR SIND AUF INNOVATIONSKURS! SIE AUCH?

## EINE WELT VOLLER CHANCEN FÜR (KÜNFTIGE) PROFIS!

Wir sind Technologieführer für Explosionsschutz-Produkte. Unser Erfolgskonzept: Wachstum durch Innovation! Weltweit arbeiten rund 1.700 Mitarbeiter:innen gemeinsam an zukunftsweisenden Ideen, die uns voranbringen. Mit sehr viel Spaß und den nötigen Gestaltungsräumen! Ein ideales Umfeld für innovationsfreudige Student:innen und Absolvent:innen der Elektrotechnik, (Wirtschafts-)Informatik, Wirtschaftswissenschaften oder einem vergleichbares Fach.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung unter [r-stahl.com/karriere](https://www.r-stahl.com/karriere)

GET  
READY!



THE STRONGEST LINK.

STAHL

# DIE MOBILITÄT VON MORGEN GESTALTEN.

Gemeinsam verbinden und bewegen wir Menschen. Wir setzen uns für nachhaltige Fortbewegung ein und lenken die regionale Verkehrswende. Möchtest auch du mit deiner Arbeit die Welt jeden Tag ein Stückchen besser machen? Steig jetzt ein und freu dich auf:

- > Mitarbeit bei der Planung von Verkehrsanlagen und städtischen Infrastrukturprojekten
- > Persönliche Entwicklungsmöglichkeiten
- > Gestaltungsfreiheit und Eigenverantwortung
- > Sinnstiftende Tätigkeit bei einem attraktiven Arbeitgeber
- > **Gesucht:** Ingenieure (m/w/d) der Fachrichtungen Verkehr, Bau, Bahntechnik oder Elektrotechnik



Alle Infos findest du unter [vag-freiburg.de/karriere](https://www.vag-freiburg.de/karriere)



JETZT BEWERBEN!

ZU-KUNFT

Mit der Verschmelzung der zwei Top-Managementberatungen bietet ADVYCE & PERLITZ eine moderne Plattform, auf der ein starkes Team in der klassischen Strategieberatung, im Bereich Innovation und Investition und der Organisationsentwicklung genauso kompetent unterstützt wie bei Themen der Nachhaltigkeit, mit digitalen State-of-the-art Lösungen und Data Analytics oder bei Restrukturierungen, in M&A-Prozessen sowie dem Erzielen operativer Exzellenz. Der gemeinsame Ansatz erfüllt unser Markenversprechen als Boutique-Beratung mit Unternehmergeist und familiärer Kultur, die immer maßgeschneiderte Lösungen anbietet.

Als **Great Place to Work**<sup>®</sup> steht eine motivierende Arbeitsatmosphäre und interdisziplinäre Teamarbeit auf Augenhöhe für uns im Mittelpunkt. Die Kombination individueller persönlicher Fähigkeiten, unterschiedlicher Werdegänge und Erfahrungen ermöglicht es uns gemeinsam bei Beratungsprojekten Höchstleistungen zu erzielen und dabei die persönliche und fachliche Weiterentwicklung des Einzelnen zu fördern.

Bei **ADYCE & PERLITZ** erwartest du eine der innovativsten und wachstumsstärksten Strategieberatungen mit attraktiven Karriereperspektiven. Wir suchen Top-Student:innen und -Absolvent:innen verschiedenster Fachrichtungen sowie Young Professionals, um gemeinsam die Herausforderungen unserer Kunden nachhaltig zu überwinden und Unternehmenswerte zu steigern.

Auch du willst mit deinem unternehmerischen und lösungsorientierten Denken etwas bewegen? Dann freuen wir uns, dich kennenzulernen.

**Ob als Praktikant:in, Werkstudent:in oder im Festestieg – wir freuen uns auf deine Bewerbung!**

Schicke uns bitte deine vollständigen Bewerbungsunterlagen (inkl. Gehaltsvorstellungen und Eintrittsdatum) per E-Mail an [recruiting@advyce-perlitz.com](mailto:recruiting@advyce-perlitz.com).

Bei Rückfragen kannst du dich gerne an Carolin Werner wenden (0211 890988830 oder [recruiting@advyce-perlitz.com](mailto:recruiting@advyce-perlitz.com)).

Wir schätzen Vielfalt und begrüßen daher alle Bewerbungen – unabhängig von Geschlecht, Nationalität, ethnischer und sozialer Herkunft, Religion / Weltanschauung, Behinderung, Alter sowie sexueller Orientierung und -Identität.

**Call to Action: Du möchtest noch mehr über uns erfahren? Dann schau auf unserer Karrierewebsite vorbei <https://advyce-perlitz.com/advyce-perlitz-you/>**

**Wir suchen:**

- » Praktikant:innen
- » Masterand:innen für Masterarbeiten
- » Young Professionals
- » Erfahrene Ingenieur:innen und Elektrotechniker:innen

**JOIN OUR TEAM**

Energynautics ist ein Beratungsunternehmen zur Netzintegration erneuerbarer Energien, Elektromobilität und Wasserstoff. Mit unseren Dienstleistungen unterstützen wir die weltweite Energiewende.

[bewerbung@energynautics.com](mailto:bewerbung@energynautics.com)  
Ansprechpartner: Eckehard Tröster  
[www.energynautics.com](http://www.energynautics.com)

## Innovation von Morgen mitgestalten



Unsere innovativen Leiterplatten-Technologien kommen in anspruchsvollsten Anwendungen im Automobilbereich, in der Luft- und Raumfahrt, in der Industrie & Medizintechnik sowie in der Telekommunikation und im Computing zum Einsatz. Branchenführende Unternehmen weltweit setzen auf unsere Innovationskraft, unsere jahrzehntelange Erfahrung sowie die exzellente Produkt- und Service-Qualität bei Leiterplatten- und Embedding-Lösungen.

#weareMORETHANPCBs



Werden Sie ein Teil unseres Erfolges und bewerben Sie sich jetzt!



# Die Zukunft entwickelt niemand allein.

Starten Sie als echter Teamplayer ihre Karriere bei Liebherr.

# LIEBHERR

One Passion. Many Opportunities.



Jetzt bewerben unter:  
[www.liebherr.com/karriere](http://www.liebherr.com/karriere)

## So einmalig wie du selbst: Dein Job bei bridgingIT



Transformation vorantreiben, Altes neu denken, einen nachhaltigen Beitrag leisten: Bei uns gestaltest du mit den größten und namhaftesten Kunden in Deutschland die digitale Zukunft. Wir freuen uns auf neue Kolleginnen und Kollegen, die unser Team menschlich und fachlich bereichern und uns bei digitalen Projekten unterstützen.

Dabei kann dein Einstieg ganz individuell aussehen – denn bei uns arbeitest du dort, wo du deine Leidenschaft und deine Talente am besten einsetzen kannst.



Werde Teil unseres Teams.  
Bewirb dich jetzt!  
[bridging-it.de/karriere](http://bridging-it.de/karriere)

 **bridgingIT**  
Menschen Methoden Lösungen

# Forschen, wo sonst niemand forscht. Präzision neu definieren.



Seeing beyond



Hunderte  
offene  
Stellen

## Forschung & Entwicklung in der Halbleiterfertigungstechnik

Es hat nicht viel gefehlt – beinahe wäre Kathrin Kamerafrau geworden. „Nach dem Abi musste ich mich entscheiden: Dokumentarfilm oder Physikstudium? Wissen vermitteln oder Wissen schaffen?“ Sie entschied sich für den Einstieg in die Wissenschaft – und forscht heute an der Halbleiterfertigungstechnologie von morgen. Mit ihrer Arbeit gehen sie und ihr Team immer wieder neue Wege. „Da wo wir hinwollen, geht kein anderer hin. Ich mag diese Herausforderung!“ Kathrin ist Gruppenleiterin für Optiktechnologie in der Halbleiterfertigungssparte von ZEISS. Gemeinsam mit ihrem Team forscht sie an der Optimierung von Politurprozessen und leitet Entwicklungsteams. „Ich manage kluge Köpfe. Gemeinsam treiben wir die Präzision der Halbleiter-Lithographie voran – auf Sub-Nanometer-Ebene.“

Erfahre mehr über Jobs in der Halbleiterfertigungstechnik bei ZEISS: [zeiss.de/arbeitenbeizeiss](https://zeiss.de/arbeitenbeizeiss)